



**FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA MECÁNICA
PROYECTO FINAL**

ESTUDIANTES:

NOMBRE: BRENDA YASNEIR PEREA LOZANO
CODIGO: 065042015
CÉDULA: 52.725.182
TELEFONO DE CONTACTO: 3006779502
CORREOELECTRONICO: brenda-pereal@unilibre.edu.co



NOMBRE: HENRY NOHORLEY LOPEZ SUÁREZ
CODIGO: 065062037
CEDULA: 80.090.913
TELEFONO DE CONTACTO: 3212684810
CORREOELECTRONICO: henryn-lopezs@unilibre.edu.co



**IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO A
LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN
LA EMPRESA EQUIACEROS SAS**

DIRECTOR: Ingeniera María Gabriela Mago Ramos
PROFESIÓN: Ingeniera Electricista
CORREO ELECTRÓNICO: mariag.magor@unilibre.edu.co
TEMA Y ÁREA DE INVESTIGACIÓN: Mantenimiento y Gestión de Activos

**IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO A
LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN
LA EMPRESA EQUIACEROS SAS**

AUTORES

HENRY NOHORLEY LÓPEZ SUÁREZ

BRENDA YASNEIR PEREA LOZANO

UNIVERSIDAD LIBRE

FACULTAD DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTÁ 2019

**IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO A
LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN
LA EMPRESA EQUIACEROS SAS**

AUTORES

HENRY NOHORLEY LÓPEZ SUÁREZ

COD. 065062037

BRENDA YASNEIR PEREA LOZANO

COD. 065042015

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

DIRECTOR

MARÍA GABRIELA MAGO RAMOS

INGENIERA ELECTRICISTA

UNIVERSIDAD LIBRE

FACULTAD DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTÁ 2019

HOJA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO A LOS EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA EQUIACEROS SAS**, realizado por los estudiantes **HENRY NOHORLEY LÓPEZ SUÁREZ** y **BRENDA YASNEIR PEREA LOZANO** con códigos **065062037** y **065042015** respectivamente, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar al título de Ingeniero Mecánico.

1. Firmas del Director de Proyecto

Ing. María Gabriela Mago Ramos

Director del Proyecto

2. Evaluador 1.

3. Evaluador 2.

Bogotá, Agosto de 2019

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia especialmente a mi mamá por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, a mi directora de tesis, a los docentes que nos apoyaron durante este proceso y a aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Henry Nohorley López Suárez

El presente proyecto de grado se lo dedico a Dios en primer lugar, principalmente mi Abuela que ha sido un pilar fundamntal en mi formación como mujer, persona, profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad, y recursos económicos para poder lograrlos, también a mi Madre, Hermanos, dírecrora de teís ING. María Gabriela Mago Ramos, al ING. Ricardo Augusto Ríos Linares por siempre creer en mí y a todas esas personas que estuvieron ahí dándome ánimos y apoyándome siempre. Por último a esa persona mi sunshíne que me motivo y brindo amor a mi vida.

BRENDA YASNEIR PEREA LOZANO

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestras más sinceras muestras de agradecimiento: A DIOS, a Nuestros padres por creer y confiar siempre en nosotros y por el constante apoyo en el transcurso de nuestra carrera universitaria.

A nuestro profesor guía, Ing. María Gabriela Mago Ramos, por su paciencia, consejos, entrega y colaboración.

A la Empresa EQUIACEROS SAS, por el apoyo incondicional brindado para el desarrollo de este proyecto, Ingeniero Mecánico Diego Rodríguez por su ayuda, apoyo y asesoramiento en el desarrollo del presente proyecto.

A la Universidad Libre (sede Bosque Popular).

A todo el personal administrativo y operativo de la empresa EQUIACEROS SAS por su colaboración en la realización de este proyecto de grado.

HENRY NOHORLEY LÓPEZ SUÁREZ

BRENDA YASNEIR PEREA LOZANO

RESUMEN

Dentro de los sectores productivos de Mosquera Cundinamarca, hay empresas que ofrecen servicios en el área Metalmecánica, entre las cuales se encuentra la Empresa EQUIACEROS SAS, es por esta razón que este proyecto trata sobre la “Implementación de mantenimiento Preventivo y Predictivo a los equipos que intervienen en el proceso de producción en la empresa Equiaceros SAS”, para lo cual se aplicó una metodología que da cumplimiento a los objetivos específicos planteados para el desarrollo y culminación de este proyecto, esta metodología fue compuesta por una serie de fases metodológicas que tienen componentes tanto teóricos, como prácticos; que serán aplicados dentro de la empresa.

La empresa Equiaceros SAS, posee equipos y tecnología relacionadas que requieren análisis en la predicción del histórico de fallas, principios y estándares de funcionamiento, tiempos y contexto operacionales, es por tal razón que la investigación propuso un modelo de mantenimiento Preventivo y Predictivo, que incluya RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), ya que resulta indispensable analizar el comportamiento del equipo, para posteriormente; tomar decisiones que mejoren la calidad y productividad, buscando reducir costos de los procesos. Esta metodología que se basó en: AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallas) a través de una clasificación y jerarquización de equipos, codificación de fallas, cálculo de NPR (Número ponderado de riesgo), el cual sirve para establecer las actividades de mantenimiento que serán ejecutadas en la empresa. Se utiliza el software en formato “Excel” para la elaboración del plan de mantenimiento, como una herramienta donde se tenga información confiable de los equipos, así mismo, llevar indicadores de funcionamiento que puedan afectar la vida útil de los mismos y que sean pertinentes en los diferentes procesos. Los resultados obtenidos complementan y apoyan los servicios que presta la empresa Equiaceros SAS. Siendo indispensable que la maquinaria o equipos no se detengan bajo ninguna circunstancia; porque hoy en día la industria Metalmecánica exige niveles altos de producción. La finalidad de este proyecto de grado es apoyar investigaciones futuras que mejoren la gestión de mantenimiento que será manejado por todo el personal encargado del área, donde aplicaran habilidades que permitan llevar un control de las operaciones, así como también, realizar las frecuencias y rutinas de inspección que agilicen los procedimientos, mejorando los indicadores de fiabilidad y vida útil de los equipos que se encuentran dentro de la Empresa Equiaceros SAS.

Palabras claves: Implementación de mantenimiento preventivo y predictivo, Proceso de producción, Empresa Equiaceros sas.

ABSTRACT

Within the productive sectors of Mosquera Cundinamarca, there are companies that offer services in the Metalworking area, among them is the Company EQUIACEROS SAS, it is for this reason that this project is about the “Implementation of Preventive and Predictive Maintenance to the equipment that they use in the production process in the company Equiaceros SAS ”, for which a methodology was applied that complies with the specific objectives set for the development and completion of this project, this methodology was composed of a series of methodological phases that have components both theoretical and practical; that will be applied within the company.

The company Equiaceros SAS, has equipment and technology that require analysis in the prediction of the history of failures, principles, and standards of operation, times and operational context, it is for this reason that the research proposed a model of Preventive and Predictive maintenance, which includes RCM (Reliability-Centered Maintenance), since it is essential to analyze the behavior of the equipment, so that later, we can make decisions that improve quality and productivity, seeking to reduce costs. This methodology was based on FMEA (Failure Mode Effect Analysis) through classification and ranking of equipment, coding of failures, calculation of NPR (Weighted Number of Risk by its acronym in Spanish), which helps to establish maintenance activities that will be executed in the company. The software used is an “Excel” format for the development of the maintenance plan, as a tool to store reliable information on the equipment, as well as keeping performance indicators that may affect their useful life and that are relevant in the different processes. The results obtained complement and support the services provided by the company Equiaceros SAS., it is essential that the machinery or equipment is not stopped under any circumstances; because today the Metalworking industry demands high levels of production. The purpose of this essay is to support future research that improves the maintenance management that will be managed by all the personnel in charge of this area, where they will apply skills that allow them to keep track of operations, as well as perform inspection routines as often as required to expedite maintenance procedures, improving the indicators of reliability and useful life of the equipment that is in operation at Equiaceros SAS.

Keywords: Preventive and predictive maintenance implementation, Production process, Empresa Equiaceros sas.

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| HOJA DE ACEPTACIÓN | 4 |
| DEDICATORIA | 5 |
| AGRADECIMIENTO | 6 |
| RESUMEN..... | 7 |
| ABSTRACT..... | 8 |
| INDICE DE ANEXOS..... | 14 |
| INTRODUCCIÓN..... | 16 |
| 1. ANTECEDENTES | 18 |
| 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 20 |
| 3. JUSTIFICACIÓN | 21 |
| 4. DELIMITACIONES DEL PROBLEMA | 22 |
| 5. OBJETIVOS | 23 |
| 5.1 Objetivo General | 23 |
| 5.2 Objetivos Específicos | 23 |
| 6. MARCO REFERENCIAL..... | 24 |
| 7. MARCO TEÓRICO..... | 25 |
| 7.1 ¿Qué es el Mantenimiento? | 25 |
| 7.1.1 Historia del Mantenimiento | 25 |
| 7.1.2 Evolución del Mantenimiento..... | 25 |
| 7.3 Consideraciones para la ejecución del plan de mantenimiento..... | 26 |
| 7.4 Inventario..... | 26 |
| 7.5 Responsabilidades | 26 |
| 7.6 Documentos Asociados..... | 27 |
| 7.7 Tipos De Mantenimiento..... | 27 |
| 7.7.1 Mantenimiento Preventivo | 27 |
| 7.7.2 Mantenimiento correctivo | 28 |
| 7.7.4 Mantenimiento Predictivo | 28 |
| 7.8 Mantenimiento en la Actualidad | 29 |

| | |
|---|-----|
| 7.8.1 RCM | 29 |
| 7.8.2 RAM | 30 |
| 7.8.3 Análisis de modo y efectos de fallas (AMEF) | 31 |
| 7.9 PLAN DE MANTENIMIENTO | 33 |
| 8. MARCO CONCEPTUAL..... | 34 |
| 9. MARCO LEGAL Y NORMATIVO | 37 |
| 10. METODOLOGÍA | 38 |
| 10.1 DESARROLLO DEL PROYECTO | 40 |
| 10.2 PHVA..... | 40 |
| 10.3 Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo | 45 |
| 10.4 Lista de Equipos EQUIACEROS SAS | 63 |
| 10.5 Taxonomía De Sistemas y Componentes | 63 |
| 10.5.1 Taxonomía de Máquinas y Equipos | 64 |
| 10.6 Taxonomía De Falla De Los Equipos | 68 |
| 10.7 Mantenimiento Centrado En Confiabilidad “Rcm” | 72 |
| 10.8 Análisis de Criticidad | 75 |
| 10.9 Jerarquización De Equipos..... | 76 |
| 10.10 Análisis De Resultados AMEF..... | 82 |
| 10.11 Impacto Dentro De La Organización | 82 |
| 10.12 Análisis de Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM)..... | 83 |
| 11. PLAN DE MANTENIMIENTO..... | 91 |
| 12. APLICACIONES EXCEL EMPRESA EQUIACEROS..... | 92 |
| 13. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | 94 |
| CONCLUSIONES | 101 |
| RECOMENDACIONES | 103 |
| REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS..... | 104 |
| ANEXOS | 107 |
| Hoja De Vida De Los Equipos | 107 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 Empresa Equiaceros SAS | 24 |
| Figura 2 Metodología | 38 |
| Figura 3. CICLO PHVA | 46 |
| Figura 4. Layout demarcación de seguridad Empresa EQUIACEROS SAS | 61 |
| Figura 5 Layout Empresa EQUIACEROS SAS..... | 62 |
| Figura 6. Codificación Equipo | 64 |
| Figura 7. Codificación Equipo | 65 |
| Figura 8 Registro actividades de mantenimiento | 92 |
| Figura 9 información de equipos..... | 93 |
| Figura 10 Planta de Producción Puente Grúa. | 94 |
| Figura 11 Planta de Producción Área de Rolado | 95 |
| Figura 12 Planta de Producción Embombadora. | 96 |
| Figura 13 Planta de Producción Pestañadora | 96 |
| Figura 14. Planta de Producción Taladro grande..... | 97 |
| Figura 15 Planta de Producción Equipo de Soldadura. | 97 |
| Figura 16. Planta de Producción Soldadura. | 98 |
| Figura 17 Planta de Producción soldadura del tanque. | 98 |
| Figura 18. Planta de Producción del tanque. | 99 |
| Figura 19. Planta de Producción Tanque Terminado..... | 99 |
| Figura 20 Planta de Producción Área de reciclaje de los cortes..... | 100 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Proceso de SG-SST Pestañadora. | 47 |
| Tabla 2. Proceso de SG-SST Bombeadora Grande. | 48 |
| Tabla 3. Proceso de SG-SST Bombeadora Pequeña..... | 49 |
| Tabla 4. Proceso de SG-SST Compresor..... | 50 |
| Tabla 5. Proceso de SG-SST Equipo de Soldadura. | 51 |
| Tabla 6. Proceso de SG-SST Equipo de Soldadura MIG. | 52 |
| Tabla 7. Proceso de SG-SST Equipo de Taladro de Banco Grande. | 53 |
| Tabla 8. Proceso de SG-SST Taladro de Banco Pequeño. | 54 |
| Tabla 9. Proceso de SG-SST Roladora. | 55 |
| Tabla 10. Proceso de SG-SST Pórtico (Puente Grúa)..... | 56 |
| Tabla 11. Proceso de SG-SST Equipo de Oxicorte. | 57 |
| Tabla 12. Proceso de SG-SST Equipo Taladro. | 58 |
| Tabla 13. Proceso de SG-SST Tablero Eléctrico..... | 59 |
| Tabla 14. Codificación Área de Producción..... | 60 |
| Tabla 15. Lista de Equipos. | 63 |
| Tabla 16. Taxonomía de Equipos. | 66 |
| Tabla 17. Área de Producción | 66 |
| Tabla 18. Taxonomía de los Equipos..... | 67 |
| Tabla 19. Fallas Taladro Manual..... | 68 |
| Tabla 20. Fallas Pestañadora. | 68 |
| Tabla 21. Fallas Bombeadora Grande..... | 68 |
| Tabla 22. Fallas Bombeadora Pequeña..... | 68 |
| Tabla 23. Fallas Compresor..... | 69 |
| Tabla 24. Fallas Soldadora de Arco..... | 69 |
| Tabla 25. Fallas Soldadora MIG. | 69 |
| Tabla 26. Fallas Taladro de Banco Grande. | 70 |
| Tabla 27. Fallas Taladro de Banco Pequeño..... | 70 |
| Tabla 28. Fallas Roladora..... | 70 |
| Tabla 29. Fallas Equipo Oxicorte..... | 71 |
| Tabla 30. Fallas Esmeril. | 71 |
| Tabla 31. Fallas Pulidora. | 71 |
| Tabla 32. Fallas Pórtico (Puente Grúa)..... | 71 |
| Tabla 33. Fallas Rodillo. | 72 |
| Tabla 34. Categoría de los Impactos. | 73 |
| Tabla 35. Criterio para Cuantificar la Frecuencia..... | 74 |
| Tabla 36. calculo criticidad de equipos(activos)...... | 75 |
| Tabla 37 Matriz de Criticidad | 75 |

| | |
|---|----|
| Tabla 38. Jerarquización Taladro..... | 77 |
| Tabla 39. Jerarquización Bombeadora Grande | 77 |
| Tabla 40. Jerarquización Bombeadora Pequeña | 78 |
| Tabla 41. Jerarquización Compresor | 78 |
| Tabla 42. Jerarquización Equipo de soldadura Arco electrico | 78 |
| Tabla 43. Jerarquización equipo de Soldadura MIG | 79 |
| Tabla 44. Jerarquización Taladro de Banco | 79 |
| Tabla 45. Jerarquización Roladora | 80 |
| Tabla 46. Jerarquización Equipo de Oxicorte | 80 |
| Tabla 47. Jerarquización Taladro Banco Pequeño | 80 |
| Tabla 48. Jerarquización Esmeril..... | 81 |
| Tabla 49. Jerarquización Pulidora..... | 81 |
| Tabla 50 Jerarquización Pórtico (Puente Grúa)..... | 81 |
| Tabla 51. Jerarquización Rodillo..... | 81 |
| Tabla 52. Valoración de las matrices AMEF | 82 |
| Tabla 53. AMEF | 83 |
| Tabla 54. Fallas Modelo PD..... | 84 |
| Tabla 55. Fallas Modelo BG..... | 84 |
| Tabla 56. Fallas Modelo BP..... | 84 |
| Tabla 57. Fallas Modelo CO..... | 85 |
| Tabla 58. Fallas Modelo SA..... | 85 |
| Tabla 59. Fallas Modelo MG..... | 85 |
| Tabla 60. Fallas Modelo TBG..... | 85 |
| Tabla 61. Fallas Modelo TBP..... | 86 |
| Tabla 62. Fallas Modelo RO..... | 86 |
| Tabla 63. Fallas Modelo EO..... | 86 |
| Tabla 64. Fallas Modelo PO..... | 86 |
| Tabla 65. Fallas Modelo RD..... | 87 |
| Tabla 66. MTBF Modelos de Equipos..... | 88 |
| Tabla 67. Cálculo de RAM..... | 90 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Hoja de Vida Taladro Manual. | 108 |
| Anexo 2. Hoja de Vida Pestañadora y Bombeadora o "Cejadora y Abombadora " | 109 |
| Anexo 3. Hoja de Vida Bombeadora Grande..... | 110 |
| Anexo 4. Hoja de Vida Bombeadora Pequeña..... | 111 |
| Anexo 5. Hoja de Vida Compresor..... | 112 |
| Anexo 6. Hoja de Vida Soldadura de Arco Eléctrico..... | 113 |
| Anexo 7. Hoja de Vida Soldadura MIG. | 114 |
| Anexo 8. Hoja de Vida Taladro de árbol Grande. | 115 |
| Anexo 9. Hoja de Vida Taladro de árbol Pequeño..... | 116 |
| Anexo 10. Hoja de Vida Roladora..... | 117 |
| Anexo 11. Hoja de Vida Equipo de Oxicorte..... | 118 |
| Anexo 12. Hoja de Vida Esmeril. | 119 |
| Anexo 13. Hoja de Vida Pulidora. | 120 |
| Anexo 14. Hoja de Vida Tablero Eléctrico. | 121 |
| Anexo 15. Hoja de Vida Pórtico. | 122 |
| Anexo 16. Hoja de vida Rodillo. | 123 |
| Anexo 17. Ficha Técnica Taladro Eléctrico..... | 124 |
| Anexo 18. Ficha Técnica Pestañadora y Bombeadora o "Cejadora y "Abombadora". | 125 |
| Anexo 19. Ficha Técnica Bombeadora Grande "Abombadora". | 126 |
| Anexo 20. Ficha Técnica Bombeadora Pequeña..... | 127 |
| Anexo 21. Ficha Técnica Compresor..... | 128 |
| Anexo 22. Ficha Técnica Soldador Arco eléctrico..... | 129 |
| Anexo 23. Ficha Técnica Soldador MIG. | 130 |
| Anexo 24. Ficha Técnica Taladro de árbol grande. | 131 |
| Anexo 25. Ficha Técnica Taladro de árbol Pequeño. | 132 |
| Anexo 26. Ficha Técnica Roladora..... | 133 |
| Anexo 27. Ficha Técnica Oxicorte. | 134 |
| Anexo 28. Ficha Técnica Esmeril..... | 135 |
| Anexo 29. Ficha Técnica Pulidora. | 136 |
| Anexo 30. Ficha Técnica. | 137 |
| Anexo 31. Ficha Técnica Pórtico. | 138 |
| Anexo 32. Ficha Técnica Rodillos..... | 139 |
| Anexo 33. Orden de trabajo para mantenimiento. | 140 |
| Anexo 34. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Taladro. | 141 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 35. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Bombeadora Pequeña. | 142 |
| Anexo 36. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Bombeadora Grande.. | 143 |
| Anexo 37. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Compresor. | 144 |
| Anexo 38. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Soldador de Arco. | 145 |
| Anexo 39. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) MIG. | 146 |
| Anexo 40. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Taladro de Banco Grande. | 147 |
| .Anexo 41. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Taladro de Banco Pequeño. | 148 |
| Anexo 42. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Roladora. | 149 |
| Anexo 43 Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Equipo Oxicorte. | 150 |
| Anexo 44. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Esmeril. | 151 |
| Anexo 45. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Pulidora. | 152 |
| Anexo 46. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Pórtico. | 153 |
| Anexo 47. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Rodillo. | 154 |
| Anexo 48. Plan de Mantenimiento. | 155 |

INTRODUCCIÓN

EQUIACEROS SAS, es una Empresa Colombiana dedicada a la actividad de producción Metalmecánica que se encarga de las áreas de Ingeniería Mecánica e Industrial por medio del diseño y fabricación de equipos, además del montaje Industrial, su principal función es la construcción de recipientes para el depósito de todo tipo de líquidos y de hidrocarburos.

EQUIACEROS SAS, con el desarrollo de este proyecto de investigación se propone realizar un Modelo de un plan de Mantenimiento, que sea adecuado para el cumplimiento de la política empresarial de la empresa dentro de la planta de producción, que brinde el desarrollo de herramientas necesarias para la manipulación y adecuación de las maquinas al proceso, al igual que las acciones de mantenimiento Preventivo y Predictivo, que garanticen la disponibilidad de los equipos, evitando fallas críticas indicando el TPEF (Tiempo Promedio entre Fallas) para ajustar las frecuencias y rutinas de inspección en los tipos de mantenimiento que se requieran, determinando en qué período de vida útil se encuentran los equipos, evaluando además, a través de un diagrama PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), las condiciones de operación adecuadas, las cuáles serían acciones complementarias de mantenimiento Preventivo requeridas, indicando otras causas de la degradación de los equipos, los riesgo de seguridad de los operarios y sobre todo, permitirá verificar las pérdidas económicas para el proceso, lo que llevaría a una mayor inversión que a medida que el plan de mantenimiento se implemente, mejore la disponibilidad de los equipos, evitando fallas críticas y otro que afecten la productividad.

Para el desarrollo de este plan, se elabora un inventario de la maquinaria con la que cuenta actualmente la Empresa EQUIACEROS SAS; realizado una jerarquización de los activos más importantes: incluyendo sistemas, sub-sistemas, equipos y componentes, que luego serán evaluadas con la matriz de criticidad. En ese orden de ideas, las máquinas serán codificadas para individualizar la información, a fin de realizar las fichas técnicas y hojas de vida, registrando todos los datos necesarios para elaborar el plan de mantenimiento que más se adecue a la empresa EQUIACEROS SAS, ya que los equipos no cuentan con manuales de operación, sino que fueron diseñados por metodologías empíricas.

Los datos recolectados en los formatos establecidos, permitirán el manejo de la información determinando la periodicidad requerida en el plan de mantenimiento, bitácoras diarias de operación, de acuerdo al tiempo promedio entre fallas, con la finalidad de mejorar el Stock de repuestos con que cuenta la compañía reduciendo los tiempos de reparación. Es importante indicar que las actividades o tareas del plan de mantenimiento estarán relacionadas con los resultados que arroje el AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla) de acuerdo al NPR (Número Ponderado de Riesgo).

Realizando estas actividades se plantea un plan de mantenimiento para la empresa EQUIACEROS SAS, como aporte de la línea de investigación y el programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Libre.

1. ANTECEDENTES

Para dar inicio al desarrollo de este proyecto es necesario realizar un análisis sobre el alcance, objetivo y requisitos del mismo estudiando y analizando la información, realizando revisión bibliográfica en el campo de mantenimiento; esta información ayudará para el desarrollo de este proyecto de investigación.

En lo relacionado con el mantenimiento de la empresa Equiaceros SAS, se pueden encontrar diversos profesionales, instituciones, empresas, etc. Los cuales se han preocupado por abordar temas relacionados a la desarrollo de este proyecto de grado como: monografía, publicaciones de investigación y textos. Tal es el caso del trabajo realizado en el año 2010 se realizó un artículo titulado "**TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA**"; preparado por Universidad Tecnológica de Pereira., & Cañón A., describió las cuatro técnicas más utilizadas en la detección de fallas de las máquinas que conforman las plantas de producción dentro de las industrias, este trabajo se elabora con el fin de dar a conocer las técnicas de mantenimiento Preventivo.

Otro gran aporte fue en el año 2011, en donde el artículo de investigación "**LA GESTIÓN DE LOS ACTIVOS FÍSICOS EN LA FUNCIÓN MANTENIMIENTO**"; preparado por Ángel P. Sánchez - Rodríguez, la integración de los activos físicos considerando todo lo que contribuye al resultado del negocio, desde el inmueble, los sistemas tecnológicos de apoyo y los sistemas especializados directamente vinculados con el objeto del negocio integrando todos los procesos a través de una estrategia maestra de la gestión de los activos interconectando todos los procesos con un comportamiento organizacional eficaz y una gestión de la función de Mantenimiento.

En el año 2014, el artículo de investigación "**IMPLEMENTACIÓN DEL RCM II**" EN PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LINGOTES DE PLOMO" realizado por Valencia Ochoa, Barros Chaparro, & Vargas Henríquez, donde presenta la aplicación del concepto de RCM II en una fábrica de Baterías, en la sección destinada a la producción de lingotes de plomo y para la implementación del RCM II involucra el análisis funcional, en la cual se realizó la identificación de los modos de falla y la Jerarquización del Riesgo.

Por ultimo para el año 2015 "**INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO; MEJORA EN LA EFICIENCIA DE LAS EMPRESAS**" En este artículo se muestra el nivel estratégico de las empresas con activos físicos, supone una adecuada gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial. Utilizando el conocimiento de los operarios y técnicos que operan en las áreas de mantenimiento.

Todos los Artículos de investigación citados anteriormente, buscan mejorar todo lo relacionado al sistema de gestión del mantenimiento, beneficiando de esta manera las empresas en donde se desea implementar un plan de mantenimiento, obteniendo una mejor organización, preservación, manejo de equipos y herramientas, que traerían un mejoramiento en la calidad, productividad y competitividad de la empresa y sus productos.

Dentro de este trabajo se desarrollan por áreas todas labores que estas deben realizar con respecto a mantenimiento, desde las relacionadas con los con el manejo del personal, prevención de fallas, costo de tener en el inventario, costos asociados al mantenimiento, costo de aprovisionamiento e implenetación de un plan de mantenimiento e igualmente una serie de sugerencias para la optimización de los procesos.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

EQUIACEROS SAS, es una empresa dedicada a la actividad Metalmecánica que se encarga de las áreas de Ingeniería Mecánica e Industrial por medio del diseño y fabricación de equipos de Montaje Industrial, su principal función es la construcción de recipientes para el depósito de todo tipo de líquidos y de hidrocarburos.

En esta Empresa se pretende realizar un proyecto en el que se plantea solucionar la problemática que hay actualmente; dentro de la empresa EQUIACEROS SAS, dado que no se tienen establecidos los servicios de mantenimiento Predictivo y Preventivo que intervienen en el proceso realizando solo mantenimientos correctivos no programados, lo cual afecta de manera importante la productividad, por lo cual, en este proyecto se tiene previsto implementar planes de mantenimiento, ya que en las plantas Metalmecánicas es importante la adecuada combinación del mantenimiento Preventivo y Predictivo, ya que la tarea de mantenimiento, debe de convertirse en una fuente de beneficios para la Industria y no en un costo.

Dependiendo de la planificación de la producción de la planta, se debe tener una inspección basada en riesgos para que estos equipos no lleguen hasta la condición de falla, porque el beneficio inmediato de mantener una producción constante viene de la mano con adecuados programas de mantenimiento que mejoren la productividad futura en los equipos a mediano y largo plazo.

En ese orden de ideas, se plantea la siguiente interrogante:

¿Qué beneficios obtendría la empresa EQUIACEROS SAS con la organización de sus actividades de mantenimiento que permitan la planeación e Implementación de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para los equipos que intervienen en el proceso de producción?. Esta es la premisa que se propone desde este proyecto de investigación como opción de grado.

3. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto muestra la importancia de tener equipos de producción confiables, disminuyendo los riesgos totales o parciales al área evitando una parada total de la producción en la empresa, el hecho de que los equipos mantengan una operación continua; significa que el servicio es adecuado, y que las condiciones operacionales son las requeridas.

Si la maquinaria pierde sus prestaciones por falta de mantenimiento, haciendo las condiciones operacionales de los equipos de manera insegura, puede provocar serios daños ocasionando graves pérdidas económicas, es por esta razón, que este proyecto pretende optimizar el manejo operacional de los equipos, implementado un programa de mantenimiento Preventivo y Predictivo que desarrolle una cultura del cuidado y conocimiento, teniendo mayor disponibilidad evitando paradas no programadas.

Es por esta razón, que este proyecto de grado propone como solución la implementación de un plan de mantenimiento que mejore la calidad, seguridad y productividad evitando fallas imprevistas, debido a que actualmente, no existen tareas u oportunidades de mejora para estos activos, lo cual trae inconvenientes con el tiempo de las máquinas en reparaciones o correctivos que generan pérdidas para la Empresa como se ha mencionado anteriormente.

Con el desarrollo del presente proyecto se obtiene información útil para la Empresa, cuáles son los tipos de mantenimiento que requieren las máquinas, así como elaboración de fichas técnicas y hojas de vida para los activos que fueron fabricados en forma empírica, evaluando los históricos de falla calculando los tiempos promedio entre fallas (Confiability), mejorando las frecuencias y rutinas de inspección que no se llevaban a cabo porque no era parte de la cultura y/o filosofía operacional, lo cual permite optimizar el presupuesto por gastos en repuestos, y crea estrategias que aumentan la productividad.

4. DELIMITACIONES DEL PROBLEMA

DELIMITACIÓN ESPACIAL: la investigación de este proyecto se desarrolló en la empresa EQUACEROS SAS; ubicada en No. 5ª-20 conjunto Industrial el Porvenir II- bodega 15, Mosquera Cundinamarca.

DELIMITACIÓN TEMPORAL: la Investigación de este proyecto se llevó a cabo desde el mes de Agosto de 2017, hasta el mes de Agosto del 2019. El proyecto está centrado en necesidades específicas.

DELIMITACIÓN DEL CONTENIDO:

Existen cambios en las políticas de mantenimiento marcados por la legislación y presiones medioambientales, los dispositivos depuradores, plantas de extracción, elementos para la limitación y atenuación de ruidos y equipos de detección, control y alarma. Se predice que los precios de mantenimiento sufrirán un incremento progresivo, esto induce a la fabricación de productos más fiables y de fácil mantenimiento. Es por esta razón que este proyecto se delimita a través del desarrollo de la implementación a un plan de mantenimiento predictivo y preventivo, el cual mejorará las condiciones de trabajo de los operarios, Ingenieros y de los diferentes equipos, en el proceso de producción Industrial en la empresa caso estudio.

La norma OSHA para el marco regulatorio colombiano ha quedado derogada y contempla lo establecido en la Norma ISO 45001 2018 decreto 1072 resoluciones 1111 de 2017 y 312 de 2019 para los sistemas de operaciones de seguridad de procesos, las cuales han sido consideradas para el desarrollo y cumplimiento del objetivo específico número uno de este proyecto de opción de grado.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Implementar mantenimiento Preventivo y Predictivo a los equipos que intervienen en el proceso de producción en la empresa EQUIACEROS SAS.

5.2 Objetivos Específicos

- Establecer un sistema de operaciones de seguridad de procesos, basado en la Norma OSHA 18001, para la empresa EQUIACEROS SAS.
- Realizar el diagnóstico de las condiciones de los equipos, mediante la elaboración de la matriz de riesgo.
- Desarrollar las técnicas de análisis de falla mediante un FMECA para los equipos críticos EQUIACEROS SAS, determinando las tareas de mantenimiento.
- Diseñar un plan de mantenimiento a los equipos, aplicando los parámetros de Confiabilidad y Mantenibilidad mediante la implementación de una hoja de cálculo para su posible implementación.

6. MARCO REFERENCIAL

La Empresa Equiaceros SAS, es una empresa joven que está formada por personal idóneo y calificado que cuenta con una alta experiencia en el desarrollo del acero inoxidable, acero al carbón entre otros, donde se cuenta con una alta experiencia en ensamble y montaje de tanques y tuberías en acero, Industrias Químicas, Petroquímicas, productos alimenticios, Industria Farmacéutica, Gaseosas y Refrescos, así como en industrias Cerveceras, la empresa se ilustra en la figura 1.

Figura 1 Empresa Equiaceros SAS



Figura 1. Empresa Equiaceros SAS

7. MARCO TEÓRICO

7.1 ¿Qué es el Mantenimiento?

Es la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, productivas, auxiliares y de servicios. En ese sentido el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un costo mínimo.

7.1.1 Historia del Mantenimiento

La palabra mantenimiento se emplea para designar las técnicas utilizadas para asegurar el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios. Para los hombres primitivos, el hecho de afilar herramientas y armas, coser y remendar las pieles de las tiendas y vestidos, cuidar la estanqueidad de sus piraguas, etc. Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo (de urgencia), los accidentes y pérdidas que ocasionaron las primeras calderas y la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados, proporcionaron la aparición de talleres mecánicos. A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, para evitar interrupciones en el proceso productivo, con lo que surge el concepto del mantenimiento Preventivo. A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónica, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento Predictivo, por el cual la intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento sino del estado o condición efectiva del equipo o sus elementos y de la fiabilidad determinada del sistema.[¹]

7.1.2 Evolución del Mantenimiento

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

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

¹ Mantenimiento Industrial. Tomado de: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>

Se reconoce la aparición de los primeros sistemas organizacionales de mantenimiento para sostener las máquinas desde principios del siglo XX, en los Estados Unidos, donde todas las soluciones a fallas y paradas imprevistas de equipos se solucionan vía mantenimiento correctivo. El progreso del mantenimiento como área de estudio permite distinguir varias generaciones evolutivas, en relación con los diferentes objetivos que se observan en las áreas productivas o de manufactura (mantenimiento) a través del tiempo. El análisis se lleva a cabo en cada una de estas etapas, que muestran las empresas en función de sus metas de producción para ese momento.

7.3 Consideraciones para la ejecución del plan de mantenimiento

Para formular un plan de mantenimiento es necesario tener en cuenta aspectos operacionales y condiciones de funcionamiento, estos parámetros ayudan a ajustar los procedimientos y la exactitud en las intervenciones.

- Estudio de condiciones actuales
- Recopilación de información técnica.
- Creación de hojas de vida.
- Programación de Intervenciones.
- Determinación del personal de mantenimiento.
- Equipos de servicio y soportes de mantenimiento.
- Implementación y creación de sistemas de información.
- Capacitación a talento humano.

7.4 Inventario

Para la elaboración del plan de mantenimiento es necesario realizar un inventario general en cuanto al sistema de maquinaria, observando el estado de cada uno de los equipos.

Todo equipo o maquinaria pertenece al inventario de activos de una empresa, por esta razón es importante tener la información de recursos que tienen un valor como activo y representa un valor productivo dentro de la línea de producción.

7.5 Responsabilidades

En general, los trabajos de mantenimiento y reparación son realizados por el responsable de mantenimiento y el personal a su cargo, a excepción de aquellos trabajos que puedan ser realizados por personal muy especializado.

Además, el personal de mantenimiento debe tener la documentación generados en este procedimiento en buenas condiciones, evitando su deterioro o pérdida, apoyando el buen habito de diligenciar al día la información necesaria en los formatos para cada caso y así poder tomar las mejores decisiones en tema de mantenimiento.

Teniendo en cuenta esta recomendación se debe llegar a eliminar los mantenimientos correctivos, que son los que se están manejando actualmente en EQUIACEROS SAS, además de implementar una base de datos que pueden aportar indicadores de gestión y producción y así mejorar procesos en la planta.

7.6 Documentos Asociados

El responsable de mantenimiento dispone de la siguiente documentación para gestionar el mantenimiento de las máquinas:

- Plano de ubicación de Equipos y máquinas.
- Listado de equipos y maquinas bajo mantenimiento.
- Plan de mantenimiento.
- Ficha técnica de equipos.
- Historial de revisiones y reparaciones.

7.7 Tipos De Mantenimiento

7.7.1 Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento se realiza de manera sistemática, con el fin de la conservación de los equipos que se encuentren en condiciones de operación que sean adecuadas, que ayuden a ubicar los defectos, fallas y con una realización de intervenciones de los componentes según sea predeterminado según eventos como: número de piezas que son producidas, horas de servicio, etc.

El mantenimiento Preventivo se realiza de forma técnica donde se supone un tipo de programación, en las cuales se puede incluir rutinas que lleven a la limpieza, conservación, inspección y el tiempo de ejecución de los procedimientos de las rutinas de mantenimiento; además de esto se debe tener en cuenta el control costos y la optimización de los recursos que se utilizaron cuando se ejecutó el mantenimiento, los cuales consisten en las inspecciones periódicas, que pueden determinar las necesidades de un equipo o pieza antes que llegue a su ultimo deterioro.

Las generalidades que se deben tener durante el mantenimiento Preventivo se encaminan al aumento de la disponibilidad y eficiencia de los distintos equipos productivos como es la reducción del costo de mantenimiento, pero teniendo en cuenta siempre la conservación del Medio Ambiente y la Seguridad.

Cuando se selecciona un tipo de mantenimiento dentro de una empresa, este depende de las condiciones internas de la misma, la clase de producción o servicio que esta realice, del tipo de equipos que tenga, la infraestructura, el alcance y el personal disponible para lograr su objetivo; este plan de mantenimiento debe tener en cuenta factores importantes en el momento en que se llegaron a presentar fallas

en los distintos equipos (Factores Operacionales, Factores de Costo, factores ambientales, etc.).

La inspección tiene gran importancia en los costos y economía del programa de mantenimiento preventivo; de tal forma que hay que tener en cuenta que hacer inspecciones excesivamente es un gasto innecesario, por esta razón es necesario que la empresa establezca buenos equilibrios en la programación del mantenimiento Preventivo de la inspección para que se produzcan y se generen los ahorros óptimos de costo.

Para el diseño del plan de mantenimiento Preventivo es necesario tener en cuenta las estrategias de mantenimiento, que están enfocadas a la disponibilidad y a la eficiencia de los equipos de producción, la seguridad “cuando la falla afecta la integridad del personal” y la conservación del medio ambiente: afecta por malos olores, altos niveles de ruido, contaminación del aire, etc... afectando a el personal que labora en la empresa.

Dentro de la empresa un tipo de mantenimiento específico depende de las condiciones internas de la misma, la clase de servicio que se realice en esta, los equipos, el producto, la infraestructura de la empresa, el alcance que pretenda lograr y el personal que tenga disponible.

El Plan de mantenimiento debe de tener muy en cuenta los factores que sean vitales para la empresa, en el momento en donde se lleguen a presentar las fallas en los equipos, como los factores operacionales, ocasionando retrasos en la producción, en la prestación del servicio, lo cual lleva a la empresa a una disminución en la productividad y por ende al incumplimiento del producto con los clientes.

7.7.2 Mantenimiento correctivo

Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos o daños observados en los equipos, maquinas o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

7.7.4 Mantenimiento Predictivo

A diferencia del mantenimiento Predictivo, este tipo de mantenimiento debe ser de forma programada y planificada con base al análisis de variables, muestreo, que pueden determinar en qué estado se encuentran las distintas maquinas es decir para la “Predecir el tipo de falla; las cuales podrían ser por vibración, temperatura, velocidad, presión, etc.

El mantenimiento Predictivo ayuda a la reducción el tiempo en el momento en que un equipo o maquina llegara a fallar; este tipo de mantenimiento es considerado costoso por la utilización de equipos de especializados. La ventaja que se tendría al utilizar mantenimiento Predictivo; es permitir eliminar en un gran porcentaje la generación de fallas, las cuales se podrían evitar en los equipos haciendo las respectivas actividades de inspección, limpieza y mantenimiento a cada uno de los

equipos, teniendo en cuenta la frecuencia de estos, ahorros en manos de obra, repuestos y tiempo de reparaciones así como la disminución de costos; es por esta razón que el mantenimiento Predictivo es considerado más avanzado que el mantenimiento Predictivo.

7.8 Mantenimiento en la Actualidad

Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar como su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis fisicoquímicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos.

Este desarrollo, conducirá en un futuro al mantenimiento a la utilización de los sistemas expertos y a la inteligencia artificial, con amplio campo de actuación en el diagnóstico de averías y en facilitar las actuaciones de mantenimiento en condiciones difíciles.

Por otra parte, existen cambios en las políticas de mantenimiento marcados por la legislación sobre Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), y sobre las de medioambiente, como dispositivos depuradores, plantas de extracción, elementos para la limitación y atenuación de ruidos y equipos de detección, control y alarma. Se vaticina que los costes de mantenimiento sufrirán un incremento progresivo, esto induce a la fabricación de productos más fiables y de fácil mantenimiento.[?]

7.8.1 RCM

El RCM en los últimos años ha tomado un gran impulso, con respecto a los beneficios que se adquieren en los sistemas de producción que han adaptado, porque el tener una operación sin falla dentro de una empresa quiere decir que se tiene una buena Confiabilidad; que se puede definir como la garantía que se obtiene de un equipo para que opere y cumpla sin falla en un tiempo determinado. Por lo tanto, se hace un énfasis en que el mantenimiento estratégico se basa en la función de equipo más no en la preservación del equipo como se piensa.

La implementación del RCM requiere una inversión de tiempo y presupuesto considerable, de tal manera que se requiere la evaluación de los equipos que tienen una mayor importancia. De esta forma se inicia con el primer criterio de RCM que

² Mantenimiento Industrial. Tomado de: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>

es la clasificación de un equipo de acuerdo con su criticidad dentro del sistema productivo.^[3]

El primer paso para la implementación del RCM, es necesario considerara variables que caracterizan la importancia de este, las variables son:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistema.
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

7.8.2 RAM

El análisis RAM es una estrategia de mantenimiento en la cual se estudian tres parámetros esenciales para el desempeño de una instalación: la confiabilidad, la disponibilidad, y la mantenibilidad, con el fin de optimizar su rendimiento, minimizar la pérdida de producción debido a fallas, y requerimientos de mantenimiento e inspección.

Etapas de un análisis RAM:

- Requerimientos de disponibilidad: inicialmente se debe definir el porcentaje de tiempo durante el que el sistema debe operar correctamente.
- Identificación de los sistemas o equipos críticos: se seleccionan aquellos sistemas o equipos que tienen, o pueden tener, una importancia crítica sobre el desempeño del proceso.
- Recopilación de información: se investiga, en bases de datos, operarios o técnicos cercanos al proceso información acerca de las tasas de fallo, los tiempos promedio entre fallas (TPEF) y los tiempos promedio para reparar (TPPR) de los distintos equipos. También es necesario conocer la filosofía operacional y el contexto en el que desempeña su labor.
- Desarrollo de árboles de fallos: se definen árboles de fallo para los distintos sistemas, con el fin de determinar las causas de los posibles fallos y sus probabilidades de ocurrencia.
- Cálculo de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad: partiendo de la información hallada en las bases de datos y demás fuentes, realizando cálculos estadísticos de estimación de estos tres parámetros, para así definir las frecuencias de intervención más apropiadas.

³ GÓMEZ LOZANO, Iván Darío; introducción al mantenimiento estratégico; Libro

7.8.3 Análisis de modo y efectos de fallas (AMEF)

Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para analizar un producto o proceso en su fase de diseño, este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiendo que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde diseño, montaje, fabricación, comercialización y la misma organización en todas las áreas funcionales de la empresa. Evidentemente, este método es usualmente aplicado a elementos o procesos claves en donde los fallos que pueden acontecer, como consecuencias puedan tener repercusiones en los resultados esperados. El principal interés del AMEF es el de resaltar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema Preventivo (medidas correctoras) para evitar apariciones o minimizar sus consecuencias, con lo que puede convertirse en un procedimiento de detección de defectos potenciales, si es aplicado de manera sistemática.

Los aspectos que más se destacan dentro del AMEF son:

- Identificar las posibles fallas en un producto, proceso o sistema.
- Conocer con detalle el producto, el proceso o el sistema.
- Identificar los efectos que puede generar cada falla posible.
- Evaluar el nivel de criticidad (gravedad) de los efectos.
- Identificar las causas posibles de las fallas.
- Establecer niveles de confiabilidad para la detección de fallas.
- Evaluar mediante indicadores específicos la relación entre: severidad, ocurrencia y detectabilidad.
- Documentar los planes de acción para minimizar los riesgos.
- Identificar oportunidades de mejora.
- Considerar la información del AMEF como recurso de capacitación en los procesos.
- Crea todo el análisis modal de fallos y efectos.

7.8.3.1 Términos fundamentales del AMEF

1. Detectabilidad

Este concepto es esencial en el AMEF, porque simplifica los sistemas de evaluación de riesgos de accidente. Si durante el proceso se produce un fallo o cualquier "output" defectuoso, se trata de averiguar cuan probable es que no lo "detectemos", pasando a etapas posteriores, generando los consiguientes problemas y llegando en último término a afectar.

2. Ocurrencia

La Ocurrencia mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es decir que los términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

3. Severidad

La Severidad mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente-usuario, el cual iría asociado también a la probabilidad de generación.

4. Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

También denominado Número de Prioridad de Riesgo (NPR), está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMEF incorpora el factor detectabilidad. Por tanto, tal índice es el producto de la ocurrencia por la severidad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto, debe ser calculado para todas las causas de fallo. [4]

$$\text{NPR} = \text{D.O.S}$$

7.8.3.2 Criterios de afectación

Se determinará la consecuencia que podría tener cada uno de los modos de falla que se describen a continuación, los cuales se plantearon en el AMEF (Análisis de modo y efecto de falla).

7.8.3.3 Procedimiento para la elaboración de una matriz AMEF

Las matrices son metodologías orientadas a la realización de un análisis profundo de las fallas ya existentes, o las potenciales de un proceso o producto, donde se determina la severidad, ocurrencia, y la detectabilidad de la falla. En ese orden de ideas, con la recopilación de todos los datos obtenidos en la empresa Equiaceros SAS se pueden generar actividades y planes de acción para el corto, mediano y largo plazo pudiendo facilitar la corrección de las fallas actuales al igual que prevenir las potenciales y a las que pueden estar expuestas las distintas maquinarias.

En la codificación de fallas básicamente lo que se hace es codificación de fallas, para el manejo de la información de los datos, registrando toda la información relacionada con las fallas presentadas, como ocurrieron, las afectaciones que tuvieron, las cuales permitirán referirse a los síntomas, los mecanismos de fallas con su causa y origen donde se le dará la respuesta a las preguntas tales como: ¿Qué equipo falló?, ¿Cuándo falló?, ¿Qué estaba haciendo cuando falló? y ¿Cómo se detectó la falla?.

⁴ Belloví, M. B., Ramos, R. M. O., Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, París, C. M., & SEAT, S. A. (2004). Análisis modal de fallos y efectos. AMEF Introducción. *English*, 1–10.

7.9 PLAN DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento es la fase final del proyecto de grado posterior a la etapa de investigación y de análisis, se tuvieron en cuenta todos los factores recopilados. El AMEF fue el punto de partida para el diseño del plan de mantenimiento, tomando como prioridades las fallas, los tiempos de intervención y los tiempos entre intervenciones.

El plan de mantenimiento que aquí se plantea está diseñado únicamente para la empresa Equiaceros SAS, ya que la matriz de mantenimiento Preventivo y Predictivo se diseñó teniendo en cuenta el tipo de tanques a presión que se realiza dentro de la empresa, las tapas, para así poder tener en cuenta tiempo de trabajo y experiencias propias con las fallas más comunes dentro de la empresa Equiaceros SAS. Por lo tanto, en este plan de mantenimiento se encuentran, las acciones de inspección, reemplazo, ajuste, calibración, lubricación, soldadura, pulido, corte, rolado, entre otras; con una periodicidad acuerdo al tipo de sistema. Dentro del plan de mantenimiento se mencionan distintas acciones, las cuales garantizaran el aumento en la disponibilidad de la maquinaria, al igual que una posible reducción de costos ya que se priorizan acciones preventivas sobre las correctivas para ahorrar el esfuerzo económico que la empresa debería hacer.

8. MARCO CONCEPTUAL

Los términos conceptuales a tratar en este trabajo son los siguientes:

- **AMEF:** análisis de modo de fallas y efectos, Es un método proactivo/reactivo, sistemático para evaluar procesos e identificar donde podrían fallar y evaluar el impacto de múltiples fallas, con el fin de identificar las partes del proceso de atención que deben ser modificadas para anticiparse a un error minimizando su impacto. [5]
- **Acción Preventiva:** acción tomada o a tomar para eliminar los riesgos identificados en un determinado puesto de trabajo.
- **Causas:** mal diseño, mala selección del material, Imperfecciones del material, del proceso y/o de su fabricación, Errores en el servicio y en el montaje, Errores en el control de Calidad, mantenimiento y reparación, Factores ambientales, sobrecargas.
- **Ciclo de Vida:** plazo de tiempo durante el cual un Ítem conserva su capacidad de utilización. El periodo va desde su compra hasta que es substituido o es objeto de restauración.
- **Confiabilidad:** es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente.
- **Ciclo:** es un rango de valores en los cuales un fenómeno periódico se repite.
- **Detección:** descubrimiento, mediante la recogida de señales o pruebas, de la Existencia o la presencia de una cosa o un fenómeno que está oculto.
- **Disponibilidad:** la disponibilidad es la probabilidad de un sistema de estar en funcionamiento o listo para funcionar en el momento o instante que es requerido. Para poder disponer de un sistema en cualquier instante, éste no debe de tener fallos, o bien, en caso de haberlos sufrido, debe haber sido reparado en un tiempo menor que el máximo permitido para su mantenimiento.
- **Falla:** se entiende por fallo de una máquina cualquier cambio en la misma que impida que ésta realice la función para la que fue diseñada. Dentro de esta definición cabe un gran número de diferentes tipologías de fallo, clasificadas según la causa que las generó: Fallo mecánico, fallo eléctrico, fallo en los dispositivos de control entre otros.[6]

Causas:

1. Mal diseño, mala selección del material.
2. Imperfecciones del material, del proceso y/o de su fabricación.

⁵ Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Tomado de: <https://www.invima.gov.co/images/pdf/tecnovigilancia/memorias/SISTEMA-GESTI%C3%93N%20RIESGO%20OCL%C3%8DNICO%20-%20AMFE.pdf>

⁶ Mantenimiento mecánico de máquinas. Fallo mecánico. Página 22

3. Errores en el servicio y en el montaje.
4. Errores en el control de Calidad, mantenimiento y reparación.
5. Factores ambientales, sobrecargas.

- **FMECA:** es una técnica de ingeniería usada para definir, identificar y eliminar fallas conocidas o potenciales, problemas, errores, y otras fallas del sistema como procesos, diseños o servicios antes de que alcancen a llegar al consumidor.
- **Mantenibilidad:** esta característica se refiere principalmente a las propiedades de diseño, análisis, predicción y demostración, que ayudan a determinar la efectividad con la que un equipo puede ser mantenido o restaurado para estar en condiciones de uso u operación. La Mantenibilidad es conocida también conocida como la capacidad para restaurar efectivamente un producto.
- **Mantenimiento:** se define como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción. Principalmente se basa en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento.
- **Mantenimiento Correctivo:** mantenimiento realizado sin un plan de actividades, ni actividades de reparación, es resultado de la falla o deficiencias.
- **Mantenimiento No Programado:** mantenimiento de emergencia con actividad correctiva, para restaurar un sistema o elemento dejándolo en condiciones de operación.
- **Mantenimiento Predictivo:** este mantenimiento nació basado en la automatización y avances tecnológicos en la actualidad, la base de este tipo de mantenimiento se encuentra en el monitoreo de una máquina, además de la experiencia empírica, se obtienen gráficas de comportamiento para poder realizar la planeación de mantenimiento. Este mantenimiento, se basa en el monitoreo del comportamiento y características de un sistema y realiza cambios antes de llegar a un punto crítico.
- **Mantenimiento Preventivo:** realizar actividades con la finalidad de mantener un elemento en una condición específica de operación, por medio de una inspección sistemática, detección y prevención de la falla inminente.
- **Mantenimiento Programado:** acciones previamente planeadas para mantener un elemento en una condición específica de operación.
- **NPR:** el número de prioridad de riesgo, es una herramienta utilizada para determinar acciones prioritarias dentro de un conjunto. El NPR, separa las diferentes acciones a realizar según su Gravedad (Severidad), Ocurrencia y posibilidad de Detección.[⁷]
- **Orden de Trabajo:** instrucción detallada y escrita que define el trabajo que debe realizarse por la organización de Mantenimiento en la Planta.

⁷ Enrique Muñoz. Tomado de: <http://blog.enrimusa.com/que-es-el-numero-de-prioridad-del-riesgo-npr/>

- **Riesgo:** posible riesgo o contratiempo, un evento, Una consecuencia, Una probabilidad de ocurrencia 1. Un evento, 2. una consecuencia y 3. una probabilidad de ocurrencia
- **RAM:** un análisis RAM estudia tres parámetros esenciales para el desempeño de un proceso: la confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad de los distintos equipos que forman parte del sistema, con el fin de optimizar el rendimiento del mismo, minimizar la pérdida de producción debida a fallos (tanto sean seguros como peligrosos) y requerimientos de mantenimiento e inspección, e identificar los equipos más críticos para el funcionamiento óptimo del proceso [8]
- **RCM:** Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una instalación industrial y presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde se obtenían los resultados más adecuados para la seguridad de la navegación aérea. Posteriormente fue trasladada al campo militar y mucho después al industrial, tras comprobarse los excelentes resultados que había dado en el campo aeronáutico. [9]
- **TPEF:** tiempo promedio entre fallas, se halla con la relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas, en esos ítems en el período observado. [10]
- **TPPR:** tiempo promedio por reparación, es la relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado. [11]
- **Tiempo Muerto:** Es el tiempo en que un proceso no está activo, o no está produciendo nada, ya sea por mantenimiento o falla.

⁸ Chiltworth a Dekra Company. Tomado de: <http://www.chilworth.es/archivos/145archivo.pdf>

⁹ Ingeniería del Mantenimiento. Tomado de: <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm>

¹⁰ Mantenimiento mundial. Tomado de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/calculos/clase-mundial.asp>

¹¹ Ibid

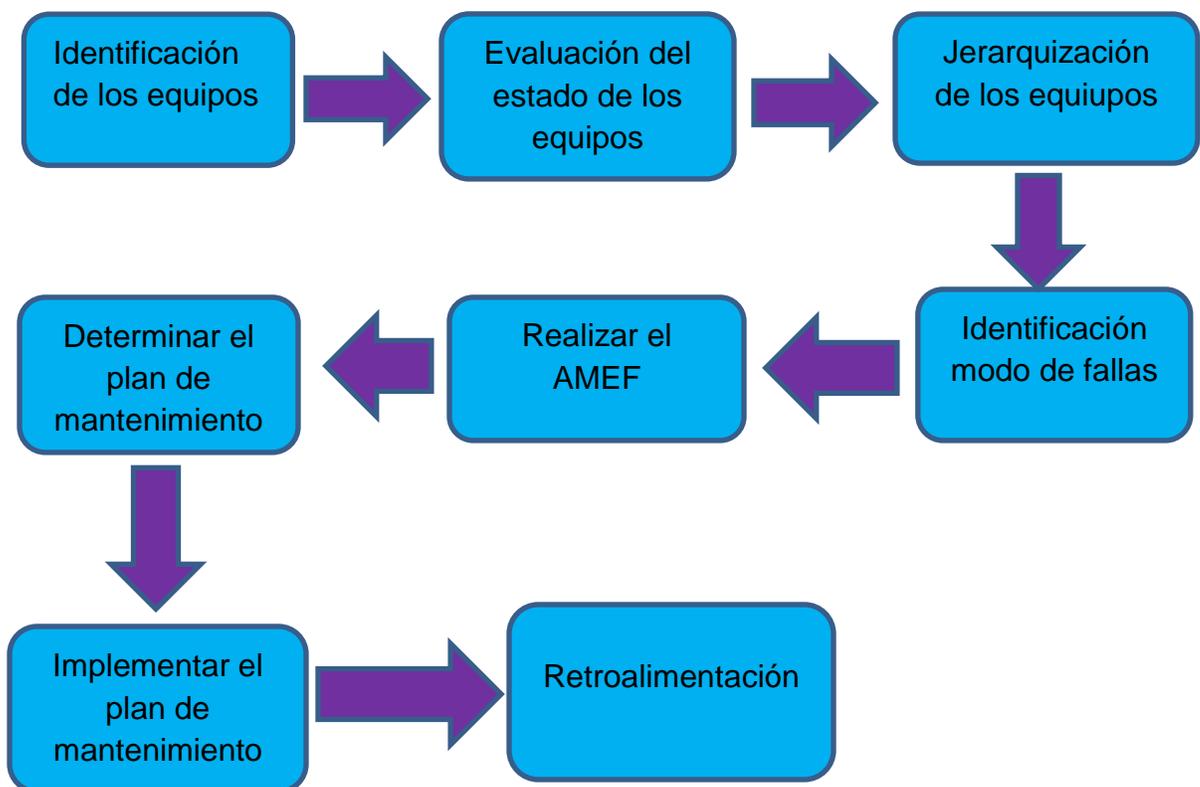
9. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

- **ISO 55000:** Proporcionará una visión global, conceptos y terminología en Gerencia de Activos, **ISO 55001:** Especificará los requerimientos para las buenas prácticas en Gerencia de Activos, **ISO 55002:** Proporciona una guía para la interpretación e implementación para un Sistema de Gerencia de Activos.
- **Norma Técnica NTC-OSHAS 18001:** Sistema de Gestión en seguridad y salud Ocupacional
- **La Norma ISO 45001 2018** Establece los aspectos necesarios que una organización debe tener para implementar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo; contiene aspectos para el logro de condiciones de trabajo seguras y saludables, evitando el posible deterioro de la salud de los trabajadores y buscando el mejoramiento del desempeño del sistema. establece las herramientas necesarias para implantar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, dando la habilidad a una organización para formular una política y objetivos específicos asociados al tema, se deben considerar los requisitos legales y la información sobre los riesgos de su actividad.
- **Decreto 1072** Se denomina Decreto único reglamentario del sector trabajo; es un decreto compilatorio a través del cual se especifican las acciones a desarrollar en este ámbito, en relación con seguridad y salud en el trabajo establece claramente las pautas para la implementación de este sistema de gestión en cualquier organización. Son objetivos del Ministerio del Trabajo la formulación y adopción de las políticas, planes generales, programas y proyectos para el trabajo, el respeto por los derechos fundamentales, las garantías de los trabajadores, el fortalecimiento, promoción y protección de las actividades de la economía solidaria y el trabajo decente, a través un sistema efectivo de vigilancia, información, registro, inspección y control; así como del entendimiento y diálogo social para el buen desarrollo de las relaciones laborales.
- **Resolución 1111 de 2017** Establece los estándares mínimos que deben ser evaluados en toda organización para dar cumplimiento a la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- **Resolución 312 de 2019** Establece los estándares mínimos aplicables a las organizaciones de acuerdo a características como tamaño, número de trabajadores y nivel de riesgo.

10.METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación, se aplicó un análisis documental de tipo cualitativo y cuantitativo, que busca identificar fallas o problemas recurrentes en una empresa de Metalmeccánica a través del diseño de un plan de mantenimiento basado en estudio de fuentes de información; para ello, en primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica y documental para dar un proceso de análisis y observaciones, tomando todos los datos correspondientes y sus características de partida para luego dar avance a los objetos principal. Esta revisión permitió identificar la calidad de los datos recolectados donde se recopilan los fallos, para posteriormente simplificarlos y clasificar las fallas y lograr preservar el buen estado de las máquinas, esta metodología se presenta en la figura 2..

Figura 2 Metodología



Fuente: Autores del proyecto 2019.

1. **Identificación de los equipos:** se realizará el inventario de equipos, el cual consiste en la elaboración de un listado de todas las máquinas, que se encuentran en la empresa Equiaceros SAS.
2. **Evaluación del estado de los equipos:** el análisis de frecuencia, es sin duda, la técnica más utilizada para determinar la resistencia de las máquinas, ya que permite determinar la gran mayoría de posibles averías en la maquinaria rotativa, También aquellos espectros que muestran posibles daños en los rodamientos, bandas, acoplamientos, engranajes o desgastes entre otras muchas.
3. **Jerarquización de los equipos:** cada equipo será desglosado en sistemas y subsistemas hasta llegar a los componentes e identificar las partes mantenibles; todo esto se hace en un orden de jerarquía.
4. **Identificar los modos de falla:** se hará un análisis funcional donde se tomarán en consideración las verdaderas fallas funcionales, de esta manera se identifica el modo mejor.
5. **Cálculo de los indicadores:** la confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad por sus siglas en inglés (RAM), iniciando por la determinación de los tiempos promedios entre fallas (TPEF) y los tiempos promedios para reparación (TPPR).
6. **Creación de la matriz** de análisis de modo de fallas y efectos (AMEF) con su respectivo número de prioridad de riesgo.
7. **Determinar el plan de mantenimiento:** se planifica el plan de mantenimiento por medio de formatos de rutas de trabajo las cuales organizan eficientemente los recursos técnicos, humanos y financieros.
8. **Implementar plan de mantenimiento:** las rutas son implementadas mediante un formato de órdenes, que se realizará en un software "Excel" donde se dan especificaciones claras de la tarea al ingeniero u operario, así mismo, con software se puede tener control sobre la ejecución del plan.

10.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

Dando cumplimiento al sistema de operaciones de seguridad de procesos, basado en la Norma Internacional OSHAS 18001, pero para el desarrollo de este proyecto de investigación, se tuvo en cuenta su homologación para Colombia en donde se aplicara la Norma ISO 45001 de 2018, el Decreto 1072 en el Capítulo 6 y la Resolución 0312 del 2019 donde se habla del “ Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo” y se debe asegurar que sean aplicados a todos los procesos dentro de la empresa EQUIACEROS SAS, la cual desarrolla **“TANQUES VERTICALES PARA ALMACENAMIENTO EN ACERO INOXIDABLE”**.

El SG-SST debe ser liderado e implementado por el empleador o contratante, con la participación de los trabajadores y/o contratistas, garantizando a través de dicho sistema, la aplicación de las medidas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), el mejoramiento del comportamiento de los trabajadores, las condiciones y el medio ambiente laboral, el control y mantenimiento de procesos, la eficaz identificación y control de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo. Cabe resaltar que únicamente serán tomados en cuenta los Artículos que más relevantes para la aplicación dentro de la empresa planificando y evaluando el desempeño y las acciones para la mejora del sistema de SG-SST.

Para el efecto, el empleador o contratante debe abordar la prevención de los accidentes y las enfermedades laborales y también la protección y promoción de la salud de los trabajadores y/o contratistas, a través de la implementación, mantenimiento y mejora continua de un sistema de gestión cuyos principios estén basados en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). [12]

10.2 PHVA

Ciclo PHVA: Procedimiento lógico y por etapas que permite el mejoramiento continuo a través de los siguientes pasos:

Planificar: Se debe planificar la forma de mejorar la seguridad y salud de los trabajadores, encontrando qué cosas se están haciendo incorrectamente o se pueden mejorar y determinando ideas para solucionar esos problemas.

Hacer: Implementación de las medidas planificadas.

¹² Decreto 1070 de 2015 Ministerio del Trabajo, desde la página 95 hasta la página 120.

Verificar: Revisar que los procedimientos y acciones implementados están consiguiendo los resultados deseados.

Actuar: Realizar acciones de mejora para obtener los mayores beneficios en la seguridad y salud de los trabajadores.

Es un proceso interactivo utilizado por las organizaciones para lograr lo mejor dentro de la empresa y se define Planificar-Hacer-Verifica y Actuar.

(Decreto 1443 de 2014, art. 1)

En el **Artículo 2.2.4.6.3.** Seguridad y salud en el trabajo (SST). La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es la disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores.

(Decreto 1443 de 2014, art. 2)

Artículo 2.2.4.6.4. Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST). El Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en el trabajo.

(Decreto 1443 de 2014, art. 8)

Artículo 2.2.4.6.9. Obligaciones de las administradoras de riesgos laborales (ARL). Las Administradoras de Riesgos Laborales ARL, dentro de las obligaciones que le confiere la normatividad vigente en el Sistema General de Riesgos Laborales, capacitarán al Comité Paritario o Vigía de Seguridad y Salud en el Trabajo – COPASST o Vigía en Seguridad y Salud en el Trabajo en los aspectos relativos al SG-SST y prestarán asesoría y asistencia técnica a sus empresas y trabajadores afiliados, en la implementación del presente capítulo.

(Decreto 1443 de 2014, art. 10)

Artículo 2.2.4.6.11. Capacitación en seguridad y salud en el trabajo – SST. El empleador o contratante debe definir los requisitos de conocimiento y práctica en seguridad y salud en el trabajo necesarios para sus trabajadores, también debe adoptar y mantener disposiciones para que estos los cumplan en todos los aspectos de la ejecución de sus deberes u obligaciones, con el fin de prevenir accidentes de trabajo y enfermedades laborales. Para ello, debe desarrollar un programa de

capacitación que proporcione conocimiento para identificar los peligros y controlar los riesgos relacionados con el trabajo, hacerlo extensivo a todos los niveles de la organización incluyendo a trabajadores dependientes, contratistas, trabajadores cooperados y los trabajadores en misión, estar documentado, ser impartido por personal idóneo conforme a la normatividad vigente.

(Decreto 1443 de 2014, art. 11)

Artículo 2.2.4.6.12. Documentación. El empleador debe mantener disponibles y debidamente actualizados entre otros, los siguientes documentos en relación con el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.

(Decreto 1443 de 2014, art. 12)

Artículo 2.2.4.6.13. Conservación de los documentos. El empleador debe conservar los registros y documentos que soportan el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST de manera controlada, garantizando que sean legibles, fácilmente identificables y accesibles, protegidos contra daño, deterioro o pérdida. El responsable del SG-SST tendrá acceso a todos los documentos y registros exceptuando el acceso a las historias clínicas ocupacionales de los trabajadores cuando no tenga perfil de médico especialista en seguridad y salud en el trabajo. La conservación puede hacerse de forma electrónica de conformidad con lo establecido en el presente capítulo siempre y cuando se garantice la preservación de la información.

(Decreto 1443 de 2014, art. 14)

Artículo 2.2.4.6.15. Identificación de peligros, evaluación y valoración de los riesgos. El empleador o contratante debe aplicar una metodología que sea sistemática, que tenga alcance sobre todos los procesos y actividades rutinarias y no rutinarias internas o externas, máquinas y equipos, todos los centros de trabajo y todos los trabajadores independientemente de su forma de contratación y vinculación, que le permita identificar los peligros y evaluar los riesgos en seguridad y salud en el trabajo, con el fin que pueda priorizarlos y establecer los controles necesarios, realizando mediciones ambientales cuando se requiera.

(Decreto 1443 de 2014, art. 22)

Artículo 2.2.4.6.23. Gestión de los peligros y riesgos. El empleador o contratante debe adoptar métodos para la identificación, prevención, evaluación, valoración y control de los peligros y riesgos en la empresa.

(Decreto 1443 de 2014, art. 24)

Artículo 2.2.4.6.25. Prevención, preparación y respuesta ante emergencias. El empleador o contratante debe implementar y mantener las disposiciones necesarias en materia de prevención, preparación y respuesta ante emergencias, con cobertura

a todos los centros y turnos de trabajo y todos los trabajadores, independiente de su forma de contratación o vinculación, incluidos contratistas y subcontratistas, así como proveedores y visitantes.

(Decreto 1443 de 2014, art. 25)

Artículo 2.2.4.6.26. Gestión del cambio. El empleador o contratante debe implementar y mantener un procedimiento para evaluar el impacto sobre la seguridad y salud en el trabajo.

que puedan generar los cambios internos (introducción de nuevos procesos, cambio en los métodos de trabajo, cambios en instalaciones, entre otros) o los cambios externos (cambios en la legislación, evolución del conocimiento en seguridad y salud en el trabajo, entre otros).

Para ello debe realizar la identificación de peligros y la evaluación de riesgos que puedan derivarse de estos cambios y debe adoptar las medidas de prevención y control antes de su implementación, con el apoyo del Comité Paritario o Vigía de Seguridad y Salud en el Trabajo. De la misma manera, debe actualizar el plan de trabajo anual en seguridad y salud en el trabajo.

(Decreto 1443 de 2014, art. 27)

Artículo 2.2.4.6.28 Contratación. El empleador debe adoptar y mantener las disposiciones que garanticen el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo de su empresa, por parte de los proveedores, trabajadores dependientes, trabajadores cooperados, trabajadores en misión, contratistas y sus trabajadores o subcontratistas, durante el desempeño de las actividades objeto del contrato.

(Decreto 1443 de 2014, art. 28)

Artículo 2.2.4.6.29. Auditoría de cumplimiento del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. SG-SST. El empleador debe realizar una auditoría anual, la cual será planificada con la participación del Comité Paritario o Vigía de Seguridad y Salud en el Trabajo. Si la auditoría se realiza con personal interno de la entidad, debe ser independiente a la actividad, área o proceso objeto de verificación.

(Decreto 1443 de 2014, art. 30)

Artículo 2.2.4.6.31. Revisión por la alta dirección. La alta dirección, independiente del tamaño de la empresa, debe adelantar una revisión del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), la cual debe realizarse por lo menos una (1) vez al año, de conformidad con las modificaciones en los procesos,

resultados de las auditorías y demás informes que permitan recopilar información sobre su funcionamiento.

(Decreto 1443 de 2014, art. 31)

Artículo 2.2.4.6.32. Investigación de incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales. La investigación de las causas de los incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales, debe adelantarse acorde con lo establecido en el presente Decreto, la Resolución número 1401 de 2007 expedida por el entonces Ministerio de la Protección Social, hoy Ministerio del Trabajo, y las disposiciones que los modifiquen, adicionen o sustituyan.

(Decreto 1443 de 2014, art. 32)

Artículo 2.2.4.6.33. Acciones preventivas y correctivas. El empleador debe garantizar que se definan e implementen las acciones preventivas y correctivas necesarias, con base en los resultados de la supervisión y medición de la eficacia del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), de las auditorías y de la revisión por la alta dirección.

(Decreto 1443 de 2014, art. 34)

Artículo 2.2.4.6.35. Capacitación obligatoria. Los responsables de la ejecución de los Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), deberán realizar el curso de capacitación virtual de cincuenta (50) horas sobre el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) que defina el Ministerio del Trabajo en desarrollo de las acciones señaladas en el literal a) del artículo 12 de la Ley 1562 de 2012, y obtener el certificado de aprobación del mismo.

(Decreto 1443 de 2014, art. 35)

Artículo 2.2.4.6.36. Sanciones. El incumplimiento a lo establecido en el presente capítulo y demás normas que lo adicionen, modifiquen o sustituyan, será sancionado en los términos previstos en el artículo 91 del Decreto Ley número 1295 de 1994, modificado parcialmente y adicionado por el artículo 13 de la Ley 1562 de 2012 y las normas que a su vez lo adicionen, modifiquen o sustituyan.

Los Controles de Ingeniería son los que requieren hacer cambios al lugar de trabajo con el fin de reducir los riesgos inherentes al mismo. Se prefieren estos tipos de controles a todos los demás, porque hacen cambios permanentes que reducen la exposición a los riesgos y no dependen del comportamiento del trabajador o del cliente. Al reducir un riesgo en el lugar de trabajo, los controles de ingeniería pueden ser las soluciones más eficaces al poner en práctica en función de su costo para los patronos.

10.3 Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Planificar acciones para abordar riesgos y oportunidades: se planeó la creación de un plan de mantenimiento para los equipos de la Empresa Equiaceros SAS, a través de una gráfica con el fin de optimizar las rutinas de mantenimiento que se desarrollaban dentro de la Empresa, mejorando la información de los equipos que están dentro de la misma.

Dentro de la planificación es necesario tener en cuenta los riesgos, peligros, oportunidades y requisitos legales.

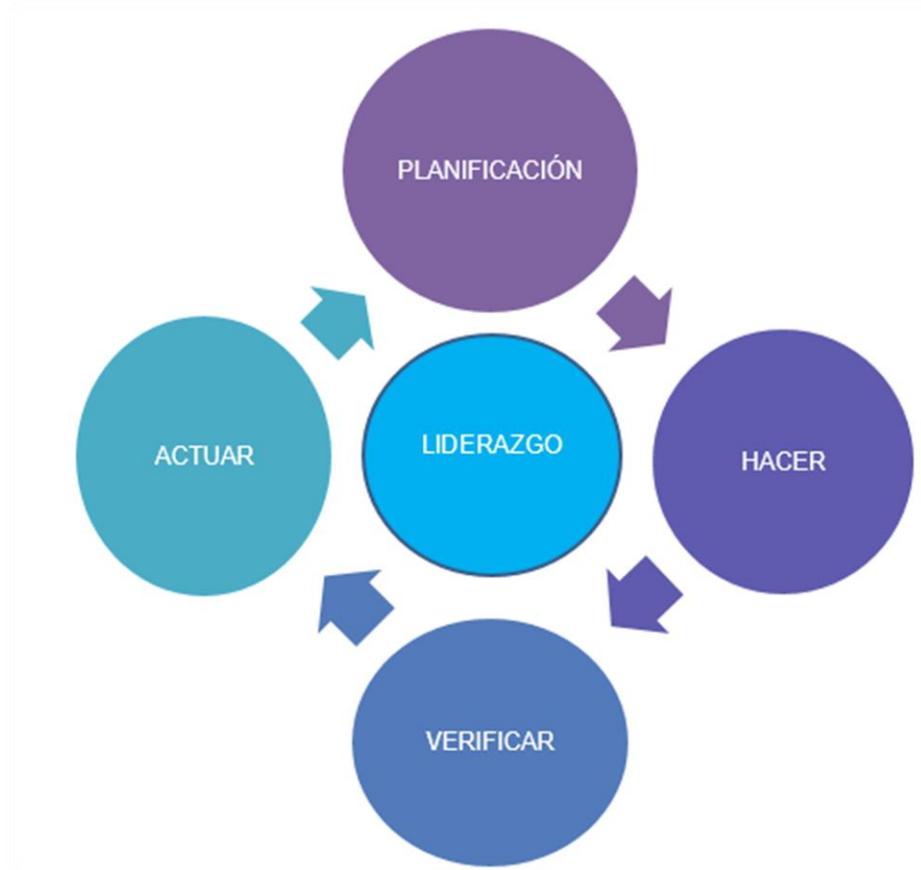
Hacer: se diseñó un software “Excel” en el cual se implementó el plan de mantenimiento propuesto, en el cual se aprecia la distribución de la información de los equipos de la Empresa.

Verificar: se llevo a cabo un control de la eficiencia del plan de mantenimiento a través de indicadores dando cumplimiento a todo lo referente del mismo y en qué momento debe ser sometido a mejoras los equipos de la empresa.

Actuar: dentro del plan de mantenimiento permite crear, modificar y eliminar mejorando los activos de la empresa.

Por esta razón que según la resolución 0312 del 2019 se establece que la empresa Equiaceros SAS es una empresa con riesgo de nivel V donde se establecieron los mínimos estándares de del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, es por esta razón que toda empresa debe afiliar a su personal al servicio de Seguridad Social Integral y dar cumplimiento a los 60 estándares que deben tener las empresas de nivel V.

Figura 3. CICLO PHVA



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 1. Proceso de SG-SST Pestañadora.

| PESTAÑADORA | | |
|---|---|---|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre- inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE) | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Mantenimiento periódico de los equipos, instalaciones, maquinas y herramientas. | Se modifica el diseño para eliminar el peligro; por ejemplo, la introducción de dispositivos de elevación mecánica para eliminar el peligro de la manipulación manual. | Todo el personal involucrado utilizara los elementos de protección personal acordes con la actividad y los riesgos existentes en el entorno. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Si es necesario obtener nuevos controles, decir, eliminar todos los riesgos siempre que sea posible, estableciendo la reducción del riesgo y adoptando diferentes equipos de protección individual como último recurso. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Formatos de registros de las inspecciones a las instalaciones, máquinas o equipos ejecutadas. | Los controles de ingeniería: se deben instalar sistemas de ventilación, protección de máquinas, enclavamientos, aislamiento de sonidos, etc. | Verificar antes del inicio del trabajo y periódicamente, el cumplimiento de la obligación de afiliación al Sistema General de Riesgos Laborales, considerando la rotación del personal por parte de los proveedores contratistas y subcontratistas, de conformidad con la normatividad vigente. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 2. Proceso de SG-SST Bombeadora Grande.

| BOMBEADORA GRANDE | | |
|---|---|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre- inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE). | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Mantenimiento periódico de los equipos, instalaciones, maquinas y herramientas. | Reporte de accidente de trabajo y enfermedades laborales. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Señalar, advertir y controles a señalización de zonas peligrosas, señales luminiscentes, maracas de pasarelas peatonales, advertir las sirenas, las alarmas, procedimientos de seguridad, inspecciones de equipos, control de acceso, etiquetado, permisos de trabajo, etc. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. |
| Formatos de registros de las inspecciones a las instalaciones, máquinas o equipos ejecutadas. | Implementación tradicional de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo es la automatización. | Planear, organizar, dirigir, desarrollar y aplicar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST, y como mínimo una (1) vez al año, realizar su evaluación. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 3. Proceso de SG-SST Bombeadora Pequeña.

| BOMBEADORA PEQUEÑA | | |
|---|--|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE) | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Todo el personal involucrado utilizara los elementos de protección personal acordes con la actividad y los riesgos existentes en el entorno. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Riesgos Físicos: variación de las condiciones climatológicas como lluvias tormentas, exposición directa a rayos del sol, temperaturas extremas (frio o calor), iluminación excesiva o deficiente en el área de trabajo, vibraciones, ruido. | Acciones de preventivas y correctivas. | Frecuencia del accidente. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 4. Proceso de SG-SST Compresor.

| COMPRESOR | | |
|---|--|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE). | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Planear, prevenir, preparación de respuestas ante enfermedades. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Formatos de registros de las inspecciones a las instalaciones, máquinas o equipos ejecutadas. | Acciones de preventivas y correctivas. | Registro y análisis de accidentes de trabajo y enfermedades laborales |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 5. Proceso de SG-SST Equipo de Soldadura.

| EQUIPO DE SOLDADURA | | |
|---|---|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE.) | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Todo el personal involucrado utilizara los elementos de protección personal acordes con la actividad y los riesgos existentes en el entorno. |
| El área destinada para la ejecución de tareas de soldadura debe mantenerse acordonada y señalizada, con el objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | Ropa de trabajo adecuada. <ul style="list-style-type: none"> • Protección visual (Gafas de Seguridad). • Guantes • Botas de Seguridad • Protector auditivo de inserción • Mascarilla (en caso de presencia de polvos) • Overol de dos piezas, peto mangas. • Protección auditiva • Protección Respiratoria • Protección Manos • Protección Visual, careta de soldar. • Casco de seguridad |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Planificación de la auditoria con el COPASST. | Mediciones ambientales |
| La verificación de la identificación de los peligros, evaluación y valoración de los riesgos, la cual debe ser anual. En la identificación de peligros deberá contemplar los cambios de procesos, instalaciones, equipos, maquinarias, entre otros. | Verificar antes del inicio del trabajo y periódicamente, el cumplimiento de la obligación de afiliación al Sistema General de Riesgos Laborales, considerando la rotación del personal por parte de los proveedores contratistas y subcontratistas, de conformidad con la normatividad vigente. | Evaluaciones medicas ocupacionales. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 6. Proceso de SG-SST Equipo de Soldadura MIG.

| EQUIPO DE SOLDADURA MIG | | |
|---|--|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE) | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Todo el personal involucrado utilizara los elementos de protección personal acordes con la actividad y los riesgos existentes en el entorno. |
| El área destinada para la ejecución de tareas de soldadura debe mantenerse acordonada y señalizada, con el objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | <ul style="list-style-type: none"> • Ropa de trabajo adecuada. • Protección visual (Gafas de Seguridad). • Guantes • Botas de Seguridad. • Protector auditivo de inserción • Mascarilla (en caso de presencia de polvos) • Overol de dos piezas, peto mangas • Protección auditiva • Protección Respiratoria • Protección Manos • Protección Visual, careta de soldar • Casco de seguridad |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Mediciones ambientales. |
| La verificación de la identificación de los peligros, evaluación y valoración de los riesgos, la cual debe ser anual. En la identificación de peligros deberá contemplar los cambios de procesos, instalaciones, equipos, maquinarias, entre otros; | Acciones de preventivas y correctivas. | Reporte de accidentes ye enfermedades laborales. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 7. Proceso de SG-SST Equipo de Taladro de Banco Grande.

| TALADRO DE BANCO GRANDE | | |
|---|--|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE). | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | El área destinada para la ejecución de tareas de soldadura debe mantenerse acordonada y señalizada, con el objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Riesgos Físicos: variación de las condiciones climatológicas como lluvias tormentas, exposición directa a rayos del sol, temperaturas extremas (frio o calor), iluminación excesiva o deficiente en el área de trabajo, vibraciones, ruido. | Brigada de prevención y respuestas ante emergencias. | Participar en las actividades de capacitación en seguridad y salud en el trabajo definido en el plan de capacitación del SG-SST. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 8. Proceso de SG-SST Taladro de Banco Pequeño.

| TALADRO DE BANCO PEQUEÑO | | |
|---|--|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE). | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Todo el personal involucrado utilizara los elementos de protección personal acordes con la actividad y los riesgos existentes en el entorno. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Riesgos Físicos: variación de las condiciones climatológicas como lluvias tormentas, exposición directa a rayos del sol, temperaturas extremas (frio o calor), iluminación excesiva o deficiente en el área de trabajo, vibraciones, ruido. | Acciones de preventivas y correctivas. | Participar en las actividades de capacitación en seguridad y salud en el trabajo definido en el plan de capacitación del SG-SST. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 9. Proceso de SG-SST Roladora.

| ROLADORA | | |
|---|--|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE). | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Mediciones ambientales. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Riesgos Físicos: variación de las condiciones climatológicas como lluvias tormentas, exposición directa a rayos del sol, temperaturas extremas (frio o calor), iluminación excesiva o deficiente en el área de trabajo, vibraciones, ruido. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE) | Participar en las actividades de capacitación en seguridad y salud en el trabajo definido en el plan de capacitación del SG-SST. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 10. Proceso de SG-SST Pórtico (Puente Grúa).

| PÓRTICO (PUENTE GRÚA) | | |
|---|--|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE). | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Mediciones ambientales. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Riesgos Físicos: variación de las condiciones climatológicas como lluvias tormentas, exposición directa a rayos del sol, temperaturas extremas (frio o calor), iluminación excesiva o deficiente en el área de trabajo, vibraciones, ruido. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE) | Suministrar Equipo de Protección Personal a los trabajadores, Mantener posturas adecuadas para levantamiento de cargas, para cargas mayores. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 11. Proceso de SG-SST Equipo de Oxicorte.

| EQUIPO DE OXICORTE | | |
|---|--|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE). | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Todo el personal involucrado utilizara los elementos de protección personal acordes con la actividad y los riesgos existentes en el entorno. |
| El área destinada para la ejecución de tareas de soldadura debe mantenerse acordonada y señalizada, con el objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | <ul style="list-style-type: none"> • Ropa de trabajo adecuada • Protección visual (Gafas de Seguridad). • Guantes • Botas de Seguridad. • Protector auditivo de inserción • Mascarilla (en caso de presencia de polvos) • Overol de dos piezas, peto mangas. • Protección auditiva • Protección Respiratoria • Protección Manos • Protección Visual, careta de soldar • Casco de seguridad |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Capacitación de los integrantes del COPASST. | <p>Registro y análisis de accidentes de trabajo y enfermedades laborales</p> <p>Mediciones ambientales</p> <p>Inspeccion a intalaciones de maquinaria o equipo.</p> |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 12. Proceso de SG-SST Equipo Taladro.

| TALADRO | | |
|---|---|--|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE). | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Todo el personal involucrado utilizara los elementos de protección personal acordes con la actividad y los riesgos existentes en el entorno. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. Identificación de trabajadores que se dediquen a actividades de alto riesgo de forma permanente. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Conformacion y funcionamiento del COPAST. | Registro y análisis de accidentes de trabajo y enfermedades laborales. |
| Riesgos Físicos: variación de las condiciones climatológicas como lluvias tormentas, exposición directa a rayos del sol, temperaturas extremas (frio o calor), iluminación excesiva o deficiente en el área de trabajo, vibraciones, ruido. | Controles de Ingeniería: Medidas técnicas para el control del peligro/riesgo en su origen (fuente) o en el medio, tales como el confinamiento (encerramiento) de un peligro o un proceso de trabajo, aislamiento de un proceso peligroso o del trabajador y la ventilación (general y localizada), entre otros. | Mediciones ambientales. |
| Formatos de registros de las inspecciones a las instalaciones, máquinas o equipos ejecutadas. | Mediciones ambientales. | Inspeccion a intalaciones de maquinaria o equipo. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 13. Proceso de SG-SST Tablero Eléctrico.

| TABLERO ELÉCTRICO | | |
|---|--|---|
| PROCESO | IMPLEMENTACIÓN | PERSONAL/ OPERARIO |
| Hacer pre-inspección de la operacional de los equipo a emplear. | Controles de ingeniería; Controles administrativos; Prácticas de trabajo; y Equipo de Protección Personal (PPE) | Todo el personal que este laborando para Equiaceros S.A.S estará afiliado al régimen de seguridad social, ARP, EPS, Fondo de Pensiones y se tendrá su respectiva inducción al momento del ingreso. |
| Los equipos destinados para la tarea deben ser inspeccionados antes de su uso, con el objeto de verificar que todos sus componentes se encuentren en buen estado. | Usar ventilación de presión negativa para procedimientos que generen aerosoles en instituciones del cuidado de la salud. | Todo el personal involucrado utilizara los elementos de protección personal acordes con la actividad y los riesgos existentes en el entorno. |
| Mantener las Hojas de datos de seguridad, al alcance de todos los operarios. | Establecer el compromiso de la empresa hacia la implementación del SST de la empresa para la gestión de los riesgos laborales. | Uso obligatorio la ropa de trabajo manga larga, casco, botas de seguridad, guantes y gafas de seguridad. |
| Riesgos Físicos: variación de las condiciones climatológicas como lluvias tormentas, exposición directa a rayos del sol, temperaturas extremas (frio o calor), iluminación excesiva o deficiente en el área de trabajo, vibraciones, ruido. | Procedimiento e instructivos internos de seguridad y salud en el trabajo. | Emergencia: Es aquella situación de peligro o desastre o la inminencia del mismo, que afecta el funcionamiento normal de la empresa. Requiere de una reacción inmediata y coordinada de los trabajadores, brigadas de emergencias y primeros auxilios y en algunos casos de otros grupos de apoyo dependiendo de su magnitud. |
| Mantenimiento periódico de instalaciones, equipos, maquinas y herramientas. | Aplicación de las medidas y control por parte de los trabajadores. | Prevención y Promoción de Riesgos Laborales: El empleador debe implementar y desarrollar actividades de prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales, así como de promoción de la salud en el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), de conformidad con la normatividad vigente. |
| Formatos de registros de las inspecciones a las instalaciones, máquinas o equipos ejecutadas. | Identificación del peligro y evaluación y valoración de riesgo. | Entregar los elementos de protección personal y capacitación de su uso. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

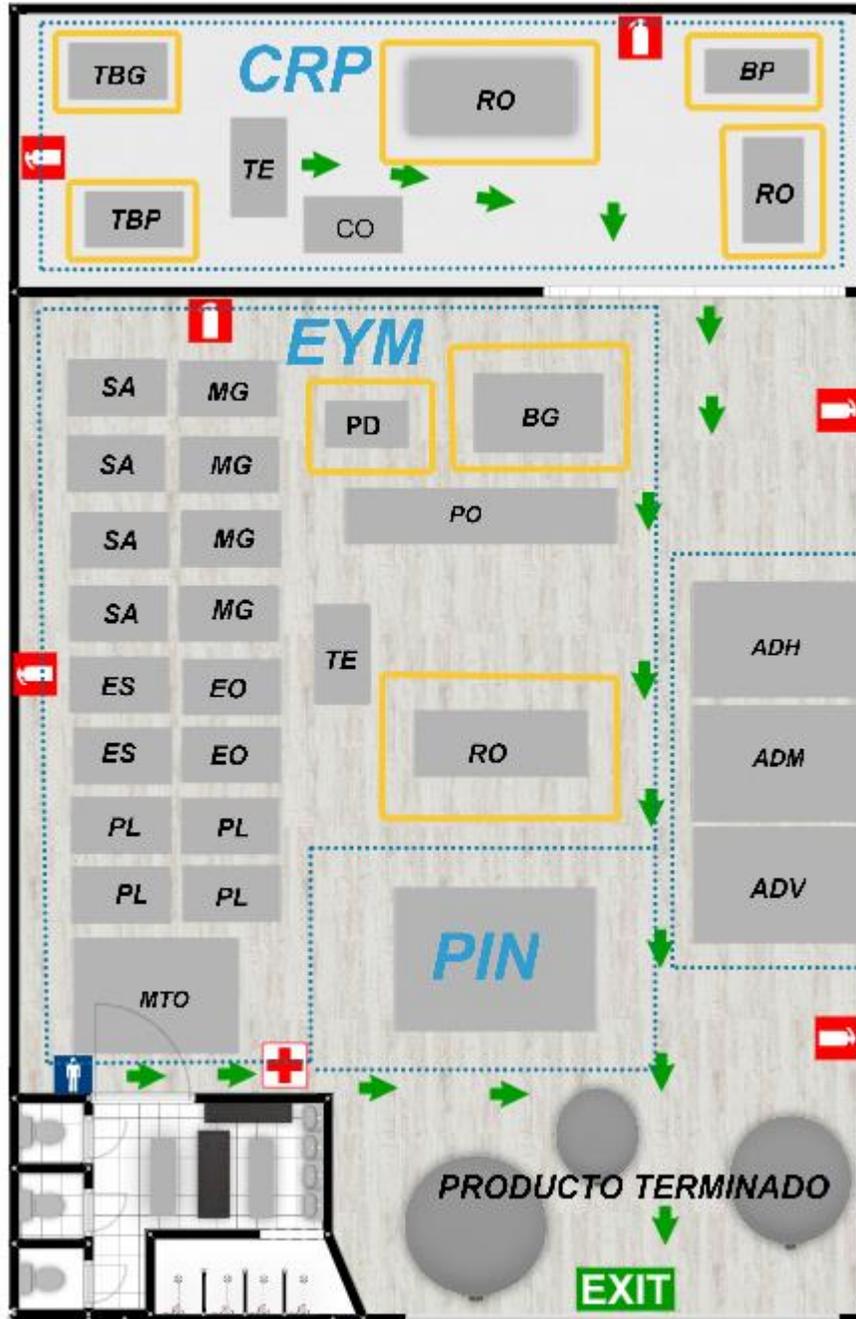
Tabla 14. Codificación Área de Producción

| Área de Producción | Código |
|-------------------------|--------|
| Almacén de herramientas | ADH |
| Almacén de materia | ADM |
| Carpintería. | CRP |
| Ensamble y montaje. | EYM |
| Pintura y acabado. | PIN |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

En la figura 4. se encuentra se ilustra la demarcación de seguridad que se debe utilizar en la empresa, para garantizar condiciones de seguridad durante la realización de las diferentes tareas.

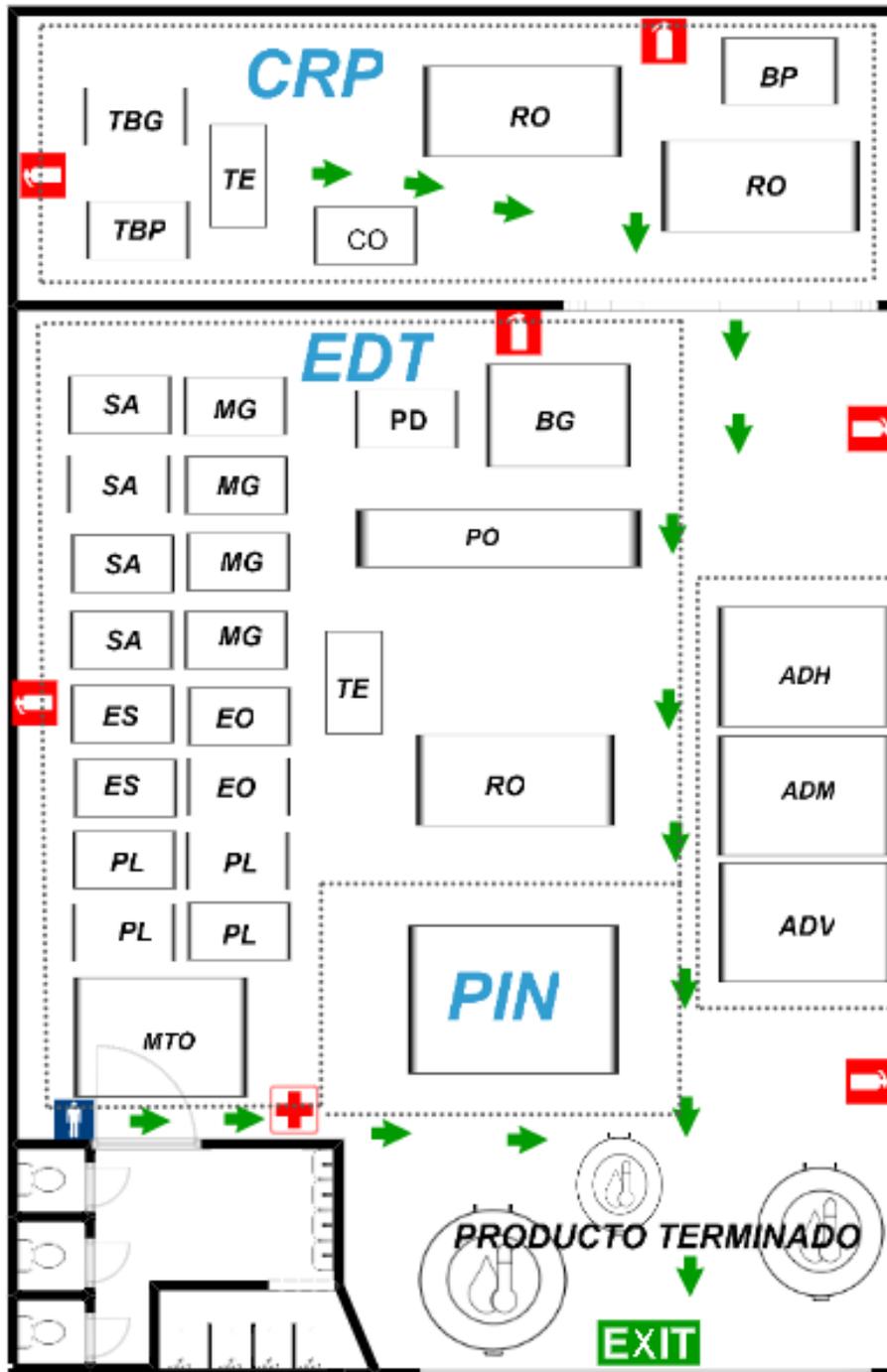
Figura 4. Layout demarcación de seguridad Empresa EQUIACEROS SAS



Fuente: Autores del proyecto 2019

En la figura 5. se presenta la distribución y organización de los diferentes equipos y máquinas de la empresa Equiaceros S.A.S

Figura 5 Layout Empresa EQUIACEROS SAS



Fuente: Autores del proyecto 2019.

10.4 Lista de Equipos EQUIACEROS SAS

La información recolectada se hizo dentro de la “Empresa Equiaceros SAS”, en donde se llevo a cabo la investigación de este proyecto de grado logrando concluir que el plan de mantenimiento realizado en la siguiente lista de los equipos industriales.

Tabla 15. Lista de Equipos.

| Equipos | Cantidad |
|--------------------------|-----------------|
| Pestañadora | 1 |
| Bombeadora Grande | 1 |
| Bombeadora Pequeña | 1 |
| Compresor | 1 |
| Equipo Soldadura | 4 |
| Equipo soldadura MIG | 1 |
| Taladro de Banco Grande | 1 |
| Taladro de Banco Pequeño | 1 |
| Roladora | 2 |
| Pórticos(Puente Grua) | 2 |
| Equipo de Oxicorte | 2 |
| Esmeril | 1 |
| Pulidoras | 6 |
| Tableros Eléctricos | 2 |
| Taladros | 8 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

10.5 Taxonomía De Sistemas y Componentes

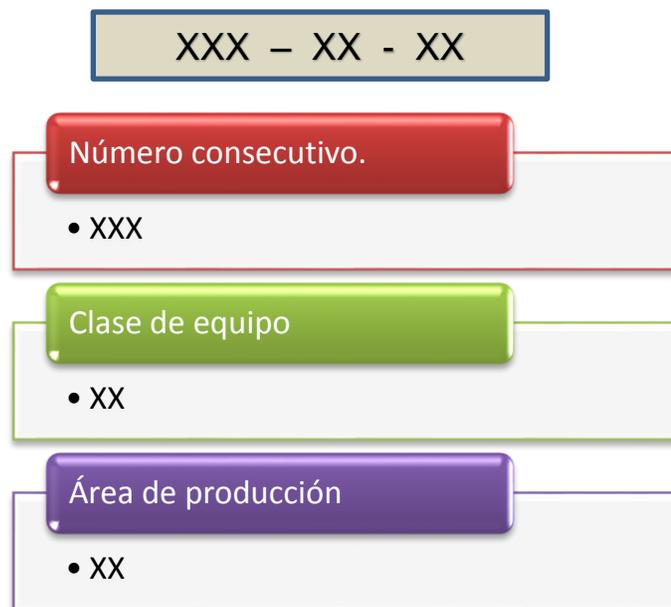
Para poder manejar la información sobre los equipos se establece una codificación de cada uno de los equipos la cual será útil para su respectivo reconocimiento, por esta razón es necesarios tener una codificación de los equipos que ya existen y que sea unica y exclusiva de la empresa, para asi facilitar los componentes, las partes mantenibles, los sub-sistemas; más conocido como la caracterización, que debe ser un lenguaje fácil de manejar por todo el personal de la empresa.

10.5.1 Taxonomía de Máquinas y Equipos

La codificación tiene como objetivo establecer un código para las máquinas y equipos de la planta de producción que permite identificar a cada uno de acuerdo a las diferentes áreas y características de los mismos.

El código correspondiente de cada equipo está constituido por un sistema alfanumérico, el cual está compuesto por el código del área de trabajo y la clase de la máquina o equipo, con su correspondiente consecutivo, se ilustra en la figura 6.

Figura 6. Taxonomía Equipo



Fuente: Autores del proyecto 2019

Entre las ventajas que se tienen al llevar a cabo la codificación de los equipos, es un punto de partida muy importante para la eliminación de muchos errores dentro del proceso. existen muchas formas para llevar a cabo la codificación, la que se uso dentro de este proyecto de investigación viene dada por el modelo de jerarquización.

El código entonces está definido por 4 niveles básicos las cuales son:
En ese orden de ideas la caracterización se realiza utilizando una combinación alfanumérica, como se indica a continuación en la figura 7:

Figura 7. Taxonomía Equipo



Fuente: Autores del proyecto 2019

En ese orden de ideas la caracterización se realiza utilizando una combinación alfanumérica, como se indica a continuación:

Tabla 16. Taxonomía de Equipos.

| Equipos | Código |
|---|--------|
| Taladro manual. | TM |
| Pestañadora | PD |
| Bombeadora Grande | BG |
| Bombeadora Pequeña | BP |
| Compresor | CO |
| Equipo Soldadura (Soldador de Arco eléctrico) | SA |
| Equipo soldadura MIG | MG |
| Taladro de Banco Grande | TBG |
| Taladro de Banco Pequeño | TBP |
| Roladora | RO |
| Equipo de Oxicorte | EO |
| Esmeril | ES |
| Pulidoras | PL |
| Tableros Eléctricos | TE |
| Portico | PG |
| Rodillo | RD |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 17. Área de Producción

| Área de Producción | Código |
|-------------------------|--------|
| Almacén de herramientas | ADH |
| Almacén de materia | ADM |
| Almacén de varios. | ADV |
| Carpentería. | CRP |
| Ensamble y montaje. | EYM |
| Mantenimiento. | MTO |
| Pintura y acabado. | PIN |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 18. Taxonomía de los Equipos.

| Código | Equipo | Fabricante |
|-------------|--------------------------|---------------|
| ADH -MG-01 | Soldador MIG | |
| ADH -MG-02 | Soldador MIG | |
| ADH -SA-01 | Soldador Arco eléctrico | LINCOLN |
| ADH -SA-02 | Soldador Arco eléctrico | LINCOLN |
| ADH -SA-03 | Soldador Arco eléctrico | LINCOLN |
| ADH -SA-04 | Soldador Arco eléctrico | LINCOLN |
| CRP -SA-05 | Soldador Arco eléctrico | LINCOLN |
| CRP -TAP-01 | Taladro de árbol Pequeño | JAGUA |
| CRP -TA-01 | Taladro de árbol. | DARSIN |
| CRP -DB-01 | Dobladora. | |
| CRP -DB-02 | Dobladora. | |
| CPR-MG-01 | Soldador MIG | FRANIUS |
| CPR-MG-02 | Soldador MIG | FRANIUS |
| CPR-CP-02 | Cortador de plasma. | |
| CPR-CP-02 | Cortador de plasma. | |
| PO-PG-01 | Portico | |
| PO-PG-02 | Portico | |
| CPR-ES-01 | Compresor de aire. | |
| ADH -PL-01 | Esmeril | BENCH GRINDER |
| ADH -PL-02 | Pulidora. | DEWALT |
| ADH -PL-03 | Pulidora. | DEWALT |
| ADH -TN-01 | Pulidora. | DEWALT |
| ADH -TN-02 | Taladro manual | DEWALT |
| ADH -TN-03 | Taladro manual | DEWALT |
| ADH -TN-04 | Taladro manual | DEWALT |
| ADH -TN-05 | Taladro manual | DEWALT |
| ADH -TN-06 | Taladro manual | DEWALT |
| ADH -TN-07 | Taladro manual | DEWALT |
| ADH -TN-08 | Taladro manual | DEWALT |
| CRP -BG-01 | Taladro manual | DEWALT |
| CRP -BP-01 | Bombeadora Grande | |
| PIN -CO-01 | Bombeadora Pequeña | JAGUA |
| MEC -TE-01 | Compresor | DARSIN |
| MEC -RO-01 | Tableros Eléctricos | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

10.6 Taxonomía De Falla De Los Equipos

Tabla 19. Fallas Taladro Manual.

| FALLA | CÓDIGO |
|----------------------------------|-----------|
| Motor eléctrico no funciona | TL-E-NO-F |
| Velocidad de perforación lenta | TL-E-VP-L |
| La filo de la broca a disminuido | TL-E-FI-D |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 20. Fallas Pestañadora.

| FALLA | CÓDIGO |
|----------------------|------------|
| Motor | PD-E-NO-F |
| Cilindro hidráulico | PD-HI-NO-F |
| La bomba | PD-B-NO-F |
| Válvulas de control | PD-VC-NO-F |
| El sistema eléctrico | PD-SE-NO-F |
| Panel de control | PD-PC-NO-F |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 21. Fallas Bombeadora Grande.

| FALLA | CÓDIGO |
|----------------------|------------|
| Motor | BG-M-NO-F |
| Cilindro hidráulico | BG-CH-NO-F |
| Pistones radiales | BG-PR-NO-F |
| La bomba | BG-B-NO-F |
| Válvulas de control | BG-VC-NO-F |
| El sistema electrico | BG-SE-NO-F |
| Panel de control | BG-PC-NO-F |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 22. Fallas Bombeadora Pequeña.

| FALLA | CÓDIGO |
|----------------------|------------|
| Motor | BP-M-NO-F |
| Cilindro hidráulico | BP-CH-NO-F |
| Pistones radiales | BP-PR-NO-F |
| La bomba | BP-B-NO-F |
| Válvulas de control | BP-VC-NO-F |
| El sistema electrico | BP-SE-NO-F |
| Panel de control | BP-PC-NO-F |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 23. Fallas Compresor.

| FALLA | CÓDIGO |
|------------------------------|----------|
| Sobrecalentamiento | CO-SC |
| Bajo voltaje | CO-BV |
| Falta de refrigeración | CO-FR |
| Obstrucción en el evaporador | CO-OB-EV |
| Por contaminantes | CO-CO |
| Aire y humedad | CO-AH |
| Ceras y resinas | CO-CR |
| Sobrecalentamiento | CO-S |
| Bajo voltaje | CO-V |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 24. Fallas Soldadora de Arco.

| FALLA | CÓDIGO |
|------------------------------------|--------|
| Arco inestable | SA-AI |
| La soldadura no penetra. | SA-SNP |
| Sonido fuerte de disparo del arco. | SA-SFD |
| Soldadura débil.. | SA-SD |
| Falta de penetración | SA-FP |
| Arco intermitente | SA-AI |
| Equipo no enciende | SA-ENE |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 25. Fallas Soldadora MIG.

| FALLA | CÓDIGO |
|---|-----------|
| El equipo no enciende | MG-ENE |
| El equipo está caliente | MG-EEC |
| Sin salida de gas, cuando se realiza el testeo | MG-SG |
| El carrete no funciona | MG-CN-F |
| Arco y sin tensión | MG-SA-T |
| Corriente de soldadura se eleva no puede ser controlada | MG-CSE-NC |
| La corriente de penetración no se puede regular | MG-CP-NR |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 26. Fallas Taladro de Banco Grande.

| FALLA | CÓDIGO |
|---|--------------|
| Falta Lubricación | TBG-FL |
| Falta tensión de banda | TBG-FTB |
| Eléctrico | TBG-E |
| Resorte | TBG-R |
| Ruido durante el trabajo | TBG-RDT |
| Broca quemada | TBG-BQ |
| Movimiento irregular de la broca | TBG-MIB |
| El motor no enciende | TBG-EMNE |
| Sobrecalentamiento del motor y falta de energía | TBG-SMFE |
| Presión de trabajo insuficiente | TBG-PTI |
| El casquillo del eje no regresa a su posición | TBG-CDEN-RAP |
| El eje no mueve hacia abajo | TBG-ENM-HA |
| Sobrecalentamiento del soporte de eje. | TBG-SSE |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 27. Fallas Taladro de Banco Pequeño.

| FALLA | CÓDIGO |
|---|--------------|
| Falta Lubricación | TBP-FL |
| Falta Tensión de banda | TBP-FTB |
| Eeléctrico | TBP-E |
| Resorte | TBP-R |
| Ruido durante el trabajo | TBP-RDT |
| Broca quemada | TBP-BQ |
| Movimiento irregular de la broca | TBP-MIB |
| El motor no enciende | TBP-EMNE |
| Sobrecalentamiento del motor y falta de energía | TBP-SMFE |
| Presión de trabajo insuficiente | TBP-PTI |
| El casquillo del eje no regresa a su posición | TBP-CDEN-RAP |
| El eje no se mueve hacia abajo | TBP-ENM-HA |
| Sobrecalentamiento del soporte de eje. | TBP-SSE |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 28. Fallas Roladora.

| FALLA | CÓDIGO |
|---|-----------|
| El ángulo al que se dobla la lámina es demasiado grande. | RO-AG |
| La velocidad de deformación de la lámina es demasiado grande. | RO-VG |
| La presión de los rodillos no es correcta. | RO-PRN-CO |
| La alineación de los rodillos a lo largo de la roladora no es correcta. | RO-ARN-CO |
| La falta de lubricación afecta el correcto | RO-FLA-CO |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 29. Fallas Equipo Oxicorte.

| FALLA | CÓDIGO |
|-----------------------|--------|
| Cilindros defectuosos | OX-CD |
| Reguladores dañados | OX-RD |
| Mangeras rotas | OX-MR |
| Manómetros | OX-M |
| Boquilla | OX-B |
| Mezclador | OX-M |
| Válvulas Check | OX-VC |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 30. Fallas Esmeril.

| FALLA | CÓDIGO |
|----------------------------------|--------|
| Motor eléctrico no funciona | ES-MNF |
| Velocidad de perforación lenta | ES-VPL |
| La filo de la broca a disminuido | ES-FD |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 31. Fallas Pulidora.

| FALLA | CÓDIGO |
|---|--------|
| Motor eléctrico no funciona | PU-MEF |
| Las escobillas de carbón | PU-EDC |
| Reducción la grasa en la carcaza de engranaje | PU-RGC |
| Sobrecalentamiento | PU-S |
| Bajo voltaje | PU-BV |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 32. Fallas Pórtico (Puente Grúa).

| FALLA | CÓDIGO |
|-------------------------|--------|
| Cadena de carga | PO-CDC |
| Ganchos | PO-G |
| Yugos del gancho | PO-YDG |
| Pasadores de suspensión | PO-PDS |
| Freno mecanico | PO-FM |
| Ruedas | PO-R |
| Estructura | PO-E |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 33. Fallas Rodillo.

| FALLA | CÓDIGO |
|-------------|--------|
| Lubricación | RO-L |
| Motor | RO-M |
| Control | RO-C |
| Electrica | RO-E |
| Pinoñes | RO-P |
| Cadena | RO-C |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

10.7 Mantenimiento Centrado En Confiabilidad “Rcm”

El RCM en los últimos años ha tomado un gran impulso, con respecto a los beneficios que se adquieren en los sistemas de producción que han adaptado, porque al tener una operación sin falla dentro de una empresa quiere decir que se tiene una buena Confiabilidad. La confiabilidad se se puede definir como la garantía que se obtiene de un equipo para que opere y cumpla sin falla en un tiempo determinado, por lo tanto, se hace un énfasis en que el mantenimiento estratégico se basa en la función de equipo más no en no en la preservación del equipo como se piensa.

Se cuantifica la frecuencia con que ocurren las fallas según la ocurrencia, en lo corrido del año 2018 y 2019 ya que no se llevaba algún registro de fallas antes, realizando un análisis de la confiabilidad y la estimación de los tiempos promedio entre fallas como se muestra en la tabla nuemro 34.

Tabla 34. Categoría de los Impactos.

| IMPACTO | PRODUCCIÓN | PERSONAS | MEDIO AMBIENTE | COSTOS DE REPARACIÓN |
|---------|--|--|--|---|
| 5 | Más de una semana de días de paros. Daños a las instalaciones Pérdidas mayor a \$350,000,000 COP. | Lesiones graves con daños irreparables; incapacidad total.(5) | Daño irreparable de la flora y la fauna. Incumplimiento de las normas permitidas. | Imposición de multas por un valor de uno y medio (1.5) a cuarenta (40) salarios mínimos legales mensuales vigentes, es decir, \$29.508.680. por los salarios impuestos. |
| 4 | De 4 días a una semana. Daños a las instalaciones y pérdidas de la producción hasta \$300,000,000 COP. | Una o más fatalidades; Lesionados graves con daños irreversibles; Incapacidad parcial o total permanentes. (4) | Daño a cuerpos de agua; Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua. | Imposición de multas por un valor de uno y medio (1.5) a cuarenta (40) salarios mínimos legales mensuales vigentes, es decir, \$1.106.575 * los salarios impuestos. |
| 3 | De 1 día a 4 días. Daños a las instalaciones y pérdidas de producción hasta \$250,000,000 COP. | Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial ; efectos moderados a la salud. (2) | Contaminación de un gran Volumen de agua. Incumplimiento de normas permitida. | Imposición de multa mensual vigente, es decir \$1106575 según los Salarios Mínimos legales mensuales vigentes, que sean impuestos. |
| 2 | De 1 día a 12 horas de paro. Daños a las instalaciones y pérdidas de producción hasta \$60000000 COP. | Atención Médica; Lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles. (2) | Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. | Entre (1) y (40) salarios mínimos vigentes, por el número de meses multado. |
| 1 | Menos de 6 horas de paro. Daños a las instalaciones y pérdidas de producción \$30000000 COP. | Sin lesiones; primeros auxilios. (2) | Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable. | Entre \$3.500.000 y el doble del valor del recibo de agua por cada dos meses que se paga o según la multa de los salarios mínimos vigentes. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 35. Criterio para Cuantificar la Frecuencia.

| FRECUENCIA | NÚMERO DE FALLAS POR AÑO | INTERPRETACIÓN |
|------------|--------------------------|---|
| 5 | $TPEF < 1$ | Es probable que ocurran varias fallas al año. |
| 4 | $1 \leq TPEF < 3$ | Es probable que tenga una ocurrencia de falla en 3 años |
| 3 | $5 \leq TPEF < 10$ | Es probable que ocurran varias fallas en 5 años; poco probable que ocurra en 10 años. |
| 2 | $10 \leq TPEF < 20$ | Es probable que ocurran varias fallas en 10 años; poco probable que ocurra en 20 años |
| 1 | $TPEF \geq 100$ | Es probable que ocurran varias fallas en 20 años. Probable que ocurra en 100 años |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Se evidencia que 12 tipos de máquinas son susceptibles de mantenimiento: las cuales son:, Pestañadora, Bombeadora Grande, Bombeadora Pequeña, Compresor, Equipo de soldadura por Arco eléctrico, Equipo de soldadura MIG, Taladro de Banco Grande, Taladro de Banco Pequeño, Roladora, Equipo de Oxycorte, Portico y Rodillos utilizadas simultáneamente, ya que la empresa cuenta con siete (33) equipos en total; pero estos son los equipos que han tenido mas utilidad y aparte de esto son los más antiguos, los cuales han sido reparados por los operarios de forma artesanal, porque no cuentan con personal idoneo para este tipo de reparaciones debido a esto, la frecuencia de falla es alta-media además las fallas que se presentan tienen un alto impacto en la producción; es por esta razón que se realizó el cálculo de la criticidad a cada activo según las tablas anteriores para posteriormente relacionarlos en la matriz de criticidad.

Tabla 36. calculo criticidad de equipos(activos).

| Código | Equipo | Impacto Ambiental | Impacto Personal | Impacto a la población | Daños a las instalaciones | Impacto de Producción | Impacto Total | Impacto | Criticidad |
|-------------|--------------------------|-------------------|------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|---------|------------|
| ADH -MG-01 | Soldador MIG | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 14 | 4 | 56 |
| ADH -MG-02 | Soldador MIG | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 14 | 4 | 56 |
| ADH -SA-01 | Soldador Arco eléctrico | 4 | 5 | 4 | 2 | 1 | 16 | 4 | 64 |
| ADH -SA-02 | Soldador Arco eléctrico | 4 | 5 | 1 | 2 | 1 | 13 | 4 | 52 |
| ADH -SA-03 | Soldador Arco eléctrico | 4 | 5 | 1 | 2 | 1 | 13 | 4 | 52 |
| ADH -SA-04 | Soldador Arco eléctrico | 4 | 5 | 1 | 2 | 1 | 13 | 4 | 52 |
| CRP -SA-05 | Soldador Arco eléctrico | 4 | 5 | 1 | 2 | 1 | 13 | 4 | 52 |
| CRP -TAP-01 | Taladro de árbol Pequeño | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 15 | 4 | 60 |
| CRP -TA-01 | Taladro de árbol. | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 15 | 4 | 60 |
| CRP -DB-01 | Dobladora. | 1 | 5 | 1 | 2 | 3 | 12 | 4 | 48 |
| CRP -DB-02 | Dobladora. | 1 | 5 | 1 | 2 | 3 | 12 | 4 | 48 |
| CPR -CP-02 | Cortador de plasma. | 5 | 5 | 1 | 2 | 4 | 17 | 4 | 68 |
| CPR -CP-02 | Cortador de plasma. | 5 | 5 | 1 | 2 | 4 | 17 | 4 | 68 |
| PO -PG-01 | Pórtico | 5 | 5 | 1 | 2 | 3 | 16 | 4 | 64 |
| PO -PG-02 | Pórtico | 5 | 5 | 1 | 2 | 3 | 16 | 4 | 64 |
| CPR -ES-01 | Compresor de aire. | 5 | 5 | 1 | 2 | 4 | 17 | 4 | 68 |
| ADH -PL-01 | Esmantil | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 15 | 2 | 30 |
| ADH -PL-02 | Pulidora. | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 15 | 2 | 30 |
| ADH -PL-03 | Pulidora. | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 15 | 2 | 30 |
| ADH -TN-01 | Pulidora. | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 15 | 2 | 30 |
| ADH -TN-02 | Taladro manual | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 14 | 2 | 28 |
| ADH -TN-03 | Taladro manual | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 14 | 2 | 28 |
| ADH -TN-04 | Taladro manual | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 14 | 2 | 28 |
| ADH -TN-05 | Taladro manual | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 14 | 2 | 28 |
| ADH -TN-06 | Taladro manual | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 14 | 2 | 28 |
| ADH -TN-07 | Taladro manual | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 14 | 2 | 28 |
| ADH -TN-08 | Taladro manual | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 14 | 2 | 28 |
| CRP -BG-01 | Taladro manual | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 14 | 2 | 28 |
| CRP -BP-01 | Bombeadora Grande | 5 | 5 | 1 | 2 | 4 | 17 | 4 | 68 |
| PIN -CO-01 | Bombeadora Pequeña | 5 | 5 | 1 | 2 | 4 | 17 | 4 | 68 |
| MEC -RO-01 | Tableros Eléctricos | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 15 | 3 | 45 |
| MEC -RO-02 | Tableros Eléctricos | 5 | 5 | 1 | 2 | 2 | 15 | 3 | 45 |

Fuente: Autores del proyecto 2019

Tabla 37 Matriz de Criticidad

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 5 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 |
| 4 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 76 | 80 | 84 | 88 | 96 | 100 | 100 |
| 3 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 48 | 51 | 54 | 57 | 60 | 63 | 66 | 69 | 72 | 75 |
| 2 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 |
| 1 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |

Fuente: Metodología y Análisis de Criticidad 2019 Empresa Mexicana PDEX.

10.8 Análisis de Criticidad

La criticidad se da entre la frecuencia y el impacto total. El impacto total es el resultado de la suma de los valores de todas las consecuencias. Este resultado se ubica en la matriz de criticidad y de acuerdo al valor, se determina el valor de criticidad.

1. Baja (color verde) $5 \leq \text{Criticidad} \leq 29$

- 2. Media (color amarillo) $30 \leq \text{Críticidad} \leq 49$
- 3. Alta (color Rojo) $50 \leq \text{Críticidad} \leq 125$



El cálculo de la criticidad da como resultado:

Impacto Total = Impacto Ambiental + Impacto Personal + Impacto a la población + Daños a las instalaciones + Impacto de Producción
 $5+4+2+2+2=15$

Críticidad = Impacto Total x Frecuencia Críticidad = 15×5 Críticidad = 75

La criticidad da como resultado 75, que al ubicarlo en la matriz de criticidad nos arroja como resultado criticidad 75 (Rojo). Cuando se hizo la descripción del problema, en la que plantea solucionar la problemática que hay actualmente; dentro de la empresa EQUIACEROS SAS, dado que en las plantas Metalmecánicas es muy importante la planificación de la producción de la planta, se debe tener una inspección basada en riesgos para que estos equipos no lleguen hasta la condición de fallo, porque el beneficio inmediato de mantener una producción constante viene de la mano con adecuados programas de mantenimiento que mejoren los y la productividad futura en los equipos a mediano y largo plazo.

10.9 Jerarquización De Equipos

El objetivo de la jerarquización de equipos, se desarrolló siempre con el enfoque de la optimización del mantenimiento. Por lo cual se realiza una tabla de equipos para conocer los componentes de cada uno y además las posibles falla que pueden presentar cada uno, y así poder planear el mantenimiento adecuado.

Tabla 38. Jerarquización Taladro.

| Sistema | | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|----------------------------|---------|-----------------|--------------------------|--|
| Sistema de Corte y acabado | Taladro | Eléctrico | Motor | <ul style="list-style-type: none"> • Circuito magnético • Cilindro • Rotor • Bobinado del motor • Tapas • Estator • Carcasa |
| | | | Cable | <ul style="list-style-type: none"> • Cable |
| | | Electromecánico | | <ul style="list-style-type: none"> • Gatillo. • Selector de funcionamiento. • Selector de giro. |
| | | Mecánico | Cabezal Botón bloqueo | Mango de fuerza |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 39. Jerarquización Bombeadora Grande

| Sistema | | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|-----------------------|------------------|------------|------------|--|
| Sistema de conformado | Bombedora Grande | Mecánicas | Corredera | <ul style="list-style-type: none"> • Punzón • Bielas |
| | | Armazón | Cama, mesa | matriz |
| | | Eléctricas | Motor | <ul style="list-style-type: none"> • Circuito magnético • Cilindro • Rotor • Tapas • Estator • Carcasa |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 40. Jerarquización Bombeadora Pequeña

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|-----------------------|--------------------|------------|------------|--|
| sistema de conformado | Bombeadora pequeña | Mecánicas | Corredera | <ul style="list-style-type: none"> Punzón Bielas Trasmisión Volante de inercia |
| | | Armazón | Cama, mesa | matriz |
| | | Eléctricas | Motor | <ul style="list-style-type: none"> Circuito magnético Cilindro Rotor Bobinado del motor Tapas Estator Carcasa |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 41. Jerarquización Compresor

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|--------------------|-----------|------------------|---------------------------------------|--|
| sistema de pintura | Compresor | Bloque compresor | Tubo colector, Toma aire, | |
| | | Deposito | Válvula purga Válvula anti retornó | Manómetro salida Manómetro deposito |
| | | Presostato | Botón on/off Reductor presión | |
| | | Eléctrico | Cable | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 42. Jerarquización Equipo de soldadura Arco electrico

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|-------------------|------------------|-----------------|---------------|--|
| sistema de armado | Equipo Soldadura | Eléctrico | Cable | <ul style="list-style-type: none"> Tierra. Neutro. |
| | | | Bornes | <ul style="list-style-type: none"> Porta Electrodo. |
| | | Electromecánico | Potenciómetro | Potenciómetro para regulación del amperaje |
| | | Mecánico | | Pinza de masa |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 43. Jerarquización equipo de Soldadura MIG

| Sistema | | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|-------------------|----------------------|-----------------|------------------------------------|--|
| sistema de armado | Equipo Soldadura Mic | Eléctrico | Fuente energía | <ul style="list-style-type: none"> • Amperímetro • Voltímetro • Cable potencia • Cable retorno • Pinza masa |
| | | Electromecánico | Alimentador del alambre consumible | Antorcha o pistola de soldadura Electrodo (hilo) |
| | | Mecánico | | Pinza de masa, |
| | | | Cilindro de gas protector | Manguera de suministro de gas. Regulador de presión. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 44. Jerarquización Taladro de Banco

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|----------------------------|---------------|-------------|-----------------------------------|---|
| Sistema de Corte y acabado | Taladro banco | Mecánico | Mecanismo de Movimiento Principal | <ul style="list-style-type: none"> • Cabezal. • polea escalonada. • correa trapezoidal. |
| | | | Mecanismo Movimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Husillo • Cremallera • Piñón • Manivela • Polea • correa |
| | | Eléctrico | Motor | <ul style="list-style-type: none"> • Circuito magnético • Cilindro • Rotor • Bobinado del motor • Tapas • Estator • Carcasa • Cojinetes • Caja de conexiones • Escobillas • Base |
| | | Parte fijas | | <ul style="list-style-type: none"> • Columna, • Mesa • Base |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 45. Jerarquización Roladora

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|---------|----------|------------|------------|--|
| Doblado | Roladora | Mecánico | Rodillos | Engranajes |
| | | Eléctrico | Motor | <ul style="list-style-type: none"> • Circuito magnético • Cilindro • Rotor • Bobinado del motor • Tapas |
| | | Armazon | Estructura | |
| | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 46. Jerarquización Equipo de Oxicorte

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|----------------------------|--------------------|------------|---------------------------------|---|
| Sistema de Corte y acabado | Equipo de Oxicorte | Mecánico | Soplete | <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas apertura. • Válvula de cierre. • Cámara mezcladora. • Boquilla. |
| | | Presión | Cilindro de oxigeno y acetileno | <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas apertura. • Válvula de cierre. • Regulador de presión. |
| | | Presión | | Mangueras |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 47. Jerarquización Taladro Banco Pequeño

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|----------------------------|--------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| Sistema de Corte y acabado | Taladro de Banco Pequeño | Mecánico | Mecanismo de Movimiento Principal | <ul style="list-style-type: none"> • Cabezal • polea escalonada • correa trapezoidal |
| | | | Mecanismo Movimiento | <ul style="list-style-type: none"> • Husillo • Cremallera • Piñón • Manivela • polea • correa |
| | | Eléctrico | Motor | <ul style="list-style-type: none"> • Circuito magnético • Cilindro • Rotor, Tapas • Estator, Carcasa • Cojinetes • Caja de conexiones • Escobillas Y Base |
| | | Armazon | | <ul style="list-style-type: none"> • Columna • Mesa • Base |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 48. Jerarquización Esmeril

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|----------------------------|---------|------------|--|------|
| Sistema de Corte y acabado | Esmeril | Mecánico | Soporte para la herramienta. Protector de ojos. tornillo | |
| | | Eléctrico | Interruptor de encendido | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 49. Jerarquización Pulidora

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|----------------------------|-----------|------------|------------|---|
| Sistema de Corte y acabado | Pulidoras | Armazon | carcasa | <ul style="list-style-type: none"> Mango auxiliar Bonete o almhoadilla |
| | | Eléctrico | | <ul style="list-style-type: none"> Interruptor Botón bloqueo Cable |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 50 Jerarquización Pórtico (Puente Grúa).

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|----------------------------|---------|------------|--------------|-------------------------|
| Sistema de Corte y acabado | Pórtico | Mecanico | Tecla manual | Cadena de carga |
| | | | | Ganchos |
| | | | | Yugos del gancho |
| | | | | Pasadores de suspensión |
| | | | | Freno mecanico |
| | | | | Ruedas |
| | | | | Estructura |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 51. Jerarquización Rodillo

| Sistema | Equipo | Subsistema | Componente | ÍTEM |
|----------------------------|---------|------------|------------|---|
| Sistema de Corte y acabado | Rodillo | Mecanico | Engranages | Pinoñes |
| | | Eléctrico | Control | Interuptores |
| | | | Motor | <ul style="list-style-type: none"> Circuito magnético Cilindro Rotor Bobinado del motor Tapas Estatore Carcasa Cojinetes Caja de conexiones Escobillas Y Base |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

10.10 Análisis De Resultados AMEF

Para la determinación de la criticidad de las fallas del sistema de maquinas de estudio se empleó la metodología de análisis modal de fallos, efectos y su criticidad, la cual incluye factores determinantes dentro de la evaluación como la severidad de las fallas, detectabilidad y frecuencia de las mismas, para finalmente brindar un valor correspondiente al número de prioridad de riesgo (NPR).

- Establecer las reglas básicas para el AMEF, planificar y programar tiempos y conocimientos para hacer el análisis.
- Realizar hojas de trabajo u otros medios como diagramas lógicos o árboles de fallo.
- Información del análisis, para incluir las recomendaciones y conclusiones.
- primordial es evaluar fallos individuales que puedan inducir en accidentes.
- Riesgo que representa para el operario y la población circundante.
- Confiabilidad en la operatividad de la maquinaria.
- Fallas que conlleven a altos gastos de reparación.

10.11 Impacto Dentro De La Organización

Tabla 52. Valoración de las matrices AMEF

| | | | |
|------------|----------------|---|--|
| SEVERIDAD | NO | 1 | No existe defecto en el cliente, medio ambiente o usuario de la tecnología |
| | MODERADO | 3 | Cliente o Usuario de la tecnología experimenta alguna insatisfacción. Daño Moderado al medio Ambiente |
| | PELIGROSO | 5 | La seguridad del cliente, ambiente o usuario de la tecnología se ve afectada, la falla ocurrió sin aviso |
| OCURRENCIA | CASI NUNCA | 1 | Falla improbable |
| | MEDIA | 3 | Las fallas son medianamente probables |
| | ALTA | 5 | Las fallas son casi seguras |
| DETECCION | CASI SEGURA | 1 | El control actual detecta la existencia del defecto |
| | MEDIA | 3 | Los controles actuales tienen una media eficacia |
| | CASI IMPOSIBLE | 5 | No existe ninguna técnica de control conocido o el control actual no detecta la existencia del defecto. |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 53. AMEF

| CÓDIGO | | ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | |
|--|--|---|-----------|---|------------|--|-----------|-----|----------------------------|
| Bombedadora Pequeña | | BP | | Fecha de Elaboración | | | | | |
| RESPONSABLES | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada (s) |
| Realiza mediante presión de Tapas planas para tanques. | Falla en cilindro hidráulico | Deteccion del proceso, retraso en entregas, deterioro de equipo | 5 | La válvula está atascada o los orificios de las válvulas se obstruyen | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | Cilindros hidráulicos de la placa inferior | | 5 | Falta depresión | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | Motor de pistones radiales | | 5 | Deterioro conexiones | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | Bomba y el tanque | | 5 | Fluidos | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | El sistema eléctrico | | 5 | Deterioro, falta de comunicación | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | Panel de control | | 5 | Deterioro de las conexiones | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

10.12 Análisis de Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad (RAM)

El análisis que se brinda con respecto a la confiabilidad (C), la mantenibilidad (M) y la disponibilidad (A) osea el RAM de los equipos lo que sirve como criterio cuando se va a tomar decisiones. Con el fin de mencionar la relación de de los tiempos de intervenciones obtenidos en las distintas fallas de los equipos, ocurridas durante los años 2018 y 2019 los cuales fueron los tiempo tomados para el desarrollo de este proyecto, estos tiempos de paradas se obtuvieron de la siguiente forma: 8 horas de operaciones diarias, por los 24 dias trabajados durante el mes, por el número de meses trabajados durante cada falla; esta información sirvió como base para poder obtener los tiempos promedios entre fallas (MTBF), tiempos medios de reparación (MTTR) y los indicadores que fueron utilizados para definir las frecuencias de intervención.

Cabe destacar que los tiempos de falla no existían dentro de la empresa ya que estas máquinas son demasiados antiguas, nunca se llevo a cabo un plan de mantenimiento, nunca hubo anotaciones de los registros de fallas de los equipos, es por esta razón que se realizo lo mencionado anteriormente, para la obtención de las distintas fallas de los mismo.

Tabla 54. Fallas Modelo PD.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|---------------------------------|-----------------|----------------------|
| 17-01-2018 | PD | El sistema eléctrico | 2 | 2304 |
| 14-07-2018 | PD | Panel de control | 1 | 1152 |
| 11-03-2019 | PD | Cilindro hidráulico No funciona | 1 | 1152 |
| 8-04-2019 | PD | La bomba no funciona | 2 | 2304 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 1.5 | 1728 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 55. Fallas Modelo BG.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|----------------------|-----------------|----------------------|
| 29-01-2018 | BG | La bomba | 1 | 192 |
| 22-02-2018 | BG | Válvulas de control | 3 | 576 |
| 13-02-2019 | BG | El sistema eléctrico | 2 | 1152 |
| 11-04-2019 | BG | Panel de control | 2 | 768 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 2 | 672 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 56. Fallas Modelo BP.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|---------------------|-----------------|----------------------|
| 7-03-2018 | BP | Motor | 1 | 768 |
| 11-07-2018 | BP | Cilindro hidráulico | 2 | 1536 |
| 13-02-2019 | BP | Pistones radiales | 2 | 1536 |
| 6-06-2019 | BP | La bomba | 1 | 768 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 1.5 | 902 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 57. Fallas Modelo CO.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|------------------------------|-----------------|----------------------|
| 17-04-2018 | CO | Sobrecalentamiento | 4 | 1536 |
| 28-06-2018 | CO | Bajo voltaje | 2 | 768 |
| 7-03-2019 | CO | Falta de refrigeración | 2 | 384 |
| 26-04-2019 | CO | Obstrucción en el evaporador | 4 | 768 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 3 | 864 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 58. Fallas Modelo SA.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|------------------------------------|-----------------|----------------------|
| 8-02-2018 | SA | Falta de penetración | 4 | 5376 |
| 14-09-2018 | SA | Arco intermitente | 3 | 4032 |
| 9-02-2019 | SA | Equipo no enciende | 4 | 1536 |
| 17-04-2019 | SA | Sonido fuerte de disparo del arco. | 4 | 1536 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 2.75 | 3120 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 59. Fallas Modelo MG.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|--|-----------------|----------------------|
| 16-11-2018 | MG | El equipo no enciende | 3 | 576 |
| 14-12-2018 | MG | El equipo está caliente | 4 | 768 |
| 30-04-2019 | MG | Sin salida de gas, cuando se realiza el testeo | 2 | 768 |
| 15-06-2019 | MG | El carrito no funciona | 4 | 1536 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 3.25 | 912 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 60. Fallas Modelo TBG.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|----------------------------------|-----------------|----------------------|
| 24-01-2018 | TBG | Falta Lubricación | 5 | 3840 |
| 31-05-2018 | TBG | El eje no mueve hacia abajo | 3 | 2304 |
| 27-03-2019 | TBG | Broca quemada | 1 | 768 |
| 11-07-2019 | TBG | Movimiento irregular de la broca | 4 | 3072 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 3.25 | 2496 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 61. Fallas Modelo TBP.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|---|-----------------|----------------------|
| 12-02-2018 | TBP | Sobrecalentamiento del motor y falta de energía | 2 | 384 |
| 21-03-2018 | TBP | Presión de trabajo insuficiente | 3 | 576 |
| 2-02-2019 | TBP | El casquillo del eje no regresa a su posición | 1 | 384 |
| 12-04-2019 | TBP | El eje no se mueve hacia abajo | 3 | 1152 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 2.25 | 624 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 62. Fallas Modelo RO.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|---|-----------------|----------------------|
| 17-05-2018 | RO | La velocidad demasiado grande. | 1 | 1152 |
| 14-11-2018 | RO | La presión de los rodillos no es correcta. | 3 | 3456 |
| 1-03-2019 | RO | La alineación de los rodillos no es correcta. | 2 | 1536 |
| 9-07-2019 | RO | La falta de lubricación afecta el correcto | 1 | 768 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 1.75 | 1728 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 63. Fallas Modelo EO.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|---------------------|-----------------|----------------------|
| 9-02-2018 | EO | Reguladores dañados | 1 | 960 |
| 4-07-2018 | EO | Mangueras rotas | 1 | 960 |
| 23-05-2019 | EO | Manómetros | 1 | 384 |
| 13-07-2019 | EO | Boquilla | 1 | 384 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 1 | 672 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 64. Fallas Modelo PO.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACION (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|-------------------------|-----------------|----------------------|
| 17-04-2018 | PO | Pasadores de suspensión | 1 | 960 |
| 14-09-2018 | PO | Freno mecánico | 1 | 960 |
| 11-02-2019 | PO | Ruedas | 1 | 384 |
| 27-04-2019 | PO | Cadena | 1 | 384 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 1 | 673 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 65. Fallas Modelo RD.

| FECHA | ACTIVO | DESCRIPCIÓN | DURACIÓN (días) | TIMPO DE PARADAS (h) |
|--------------------------------------|--------|---|-----------------|----------------------|
| 17-05-2018 | RD | La velocidad demasiado grande. | 2 | 1920 |
| 14-10-2018 | RD | La presión de los rodillos no es correcta. | 1 | 960 |
| 19-02-2019 | RD | La alineación de los rodillos no es correcta. | 1 | 768 |
| 21-06-2019 | RD | La falta de lubricación afecta el correcto | 2 | 1536 |
| TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN | | | 1.5 | 912 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Tabla 66. MTBF Modelos de Equipos.

| ACT | AV | F1 | DUR | TF | TBF1 | F 2 | DUR | TBF2 | F3 | DUR | TBF3 | F4 | TBF4 | DUR | MTTR | MTBF |
|---------------------------------|----|------------|-----|------|--|------------|-----|------|------------|-----|------|------------|------|------|---------|------|
| PD | 2 | 17/04/2018 | 2 | 1152 | 2304 | 14/07/2018 | 1 | 1152 | 11/03/2019 | 1 | 1152 | 08/04/2019 | 2 | 2304 | 1,5 | 576 |
| BG | 3 | 29/01/2018 | 1 | 2160 | 192 | 22/02/2018 | 3 | 576 | 13/02/2019 | 2 | 1152 | 11/04/2019 | 2 | 672 | 2 | 720 |
| BP | 3 | 07/03/2018 | 1 | 2160 | 768 | 11/07/2018 | 2 | 1536 | 13/02/2019 | 2 | 1536 | 06/06/2019 | 1 | 768 | 1,5 | 720 |
| CO | 4 | 17/04/2018 | 4 | 2016 | 1536 | 28/06/2018 | 2 | 768 | 07/03/2019 | 2 | 384 | 26/04/2019 | 4 | 768 | 3 | 504 |
| SA | 3 | 08/02/2018 | 4 | 1680 | 5376 | 14/09/2018 | 3 | 4032 | 09/02/2019 | 4 | 1536 | 14/04/2019 | 4 | 1536 | 3,75 | 560 |
| MG | 2 | 16/11/2018 | 3 | 672 | 576 | 14/12/2018 | 4 | 768 | 30/04/2019 | 2 | 768 | 15/06/2019 | 4 | 1536 | 3,25 | 336 |
| TBG | 2 | 24-01-201 | 5 | 1728 | 3840 | 31/05/2018 | 3 | 2304 | 27/03/2019 | 1 | 768 | 11/07/2019 | 4 | 3072 | 3,25 | 864 |
| TBP | 2 | 12/02/2018 | 2 | 2016 | 384 | 21/03/2018 | 3 | 576 | 02/02/2019 | 1 | 384 | 12/04/2019 | 3 | 1152 | 2,25 | 1008 |
| RO | 1 | 17/05/2018 | 1 | 1152 | 1152 | 14/11/2018 | 3 | 3456 | 01/03/2019 | 2 | 1536 | 09/07/2019 | 1 | 768 | 1,75 | 1152 |
| EO | 2 | 09/02/2018 | 1 | 2040 | 960 | 04/07/2018 | 1 | 960 | 23/05/2019 | 1 | 384 | 13/07/2019 | 1 | 384 | 1 | 1020 |
| PG | 2 | 14/04/2018 | 1 | 1728 | 960 | 14/09/2018 | 1 | 960 | 11/02/2019 | 1 | 384 | 27/04/2019 | 1 | 384 | 1 | 864 |
| RD | 3 | 17/05/2018 | 2 | 2184 | 1920 | 14/10/2018 | 1 | 960 | 21/06/2019 | 1 | 768 | 21/06/2019 | 2 | 1536 | 1,5 | 728 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | | | | | | 754,333 | |
| ACTIVO | | | | ACT | MTRR= Tiempo total inactividad /Numero de averias | | | | | | | | | | | |
| AVERIAS | | | | AV | | | | | | | | | | | | |
| DURACION | | | | DUR | | | | | | | | | | | | |
| FECHA AVERIA | | | | F | MTTF= Tiempo total Funcionamiento /Numero de averias | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO PARADAS(Horas) | | | | TBF | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO(horas) | | | | TF | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Usando las siguientes formulas se estimó la confiabilidad (R), Disponibilidad (A) y mantenibilidad (M) para cada modelo:

$$r(t) = e^{-\left(\frac{t}{MTBF}\right)^B}$$

$$M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{MTBF}\right)^B}$$

$$MTTR = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Donde:

t=tiempo promedio de operación

t=tiempo promedio previsto de reparación

$\beta = 3$, porque son equipos antiguos

Parámetro de forma tomado del manual de datos OREDA porque las máquinas son muy antiguas.

Tabla 67. Cálculo de RAM.

| MODELO | MTTR | MTBF | Tiempo promedio Operación | Tiempo Promedio Reparación | β | R(t) | A(t) | M(T) | landa |
|--------|------|------|---------------------------|----------------------------|---------|-------------|------------|------------|------------|
| PD | 1,5 | 576 | 1500 | 4 | 3 | 0,073964749 | 0,9974026 | 0,99999998 | 0,00173611 |
| BG | 2 | 720 | 1500 | 5 | 3 | 0,124514471 | 0,99722992 | 0,9998817 | 0,00138889 |
| PG | 1,5 | 720 | 1500 | 4 | 3 | 0,124514471 | 0,997921 | 0,9998817 | 0,00138889 |
| CO | 3 | 504 | 1000 | 2 | 3 | 0,137500602 | 0,99408284 | 0,99959476 | 0,00198413 |
| SA | 3,75 | 560 | 1000 | 2 | 3 | 0,167677249 | 0,99334812 | 0,99663471 | 0,00178571 |
| MG | 3,25 | 336 | 1000 | 2 | 3 | 0,050986699 | 0,99042004 | 1 | 0,00297619 |
| TBG | 3,25 | 864 | 1000 | 3 | 3 | 0,314299977 | 0,99625252 | 0,78784828 | 0,00115741 |
| TBP | 2,25 | 1008 | 1000 | 3 | 3 | 0,370810736 | 0,99777283 | 0,62332741 | 0,00099206 |
| RO | 1,75 | 1152 | 1200 | 4 | 3 | 0,352866081 | 0,99848321 | 0,6770574 | 0,00086806 |
| EO | 1 | 1020 | 1200 | 2 | 3 | 0,308365168 | 0,99902057 | 0,80374354 | 0,00098039 |
| PG | 1 | 864 | 1000 | 3 | 3 | 0,314299977 | 0,99884393 | 0,78784828 | 0,00115741 |
| RD | 1,5 | 728 | 1000 | 3 | 3 | 0,253187142 | 0,9979438 | 0,92511683 | 0,00137363 |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

11. PLAN DE MANTENIMIENTO

La implementación del plan de mantenimiento en los equipos de producción, se constituye como una de las principales herramientas para lograr la mejora continua en la empresas EQUIACEROS SAS. Es por esta razón por la cual se entrega a la empresa EQUIACEROS SAS, los archivos necesarios para empezar a llevar a cabo los registros correspondientes y donde se e incluyen llos formatos de:

- Hoja de inspección
- Fichas técnicas
- Hojas de vida
- Ordenes de trabajo
- Plan de mantenimiento

También se incluyen las posibles actividades a realizar además de la frecuencia con la que se debe realizar. Se incluye en el anexo 48 (Plan de mantenimiento).

12. APLICACIONES EXCEL EMPRESA EQUIACEROS

Se diseñaron dos aplicaciones a través de programa Excel para que la empresa realice los registros de las actividades de mantenimiento que incluyan lo siguiente:

- Realizar un registro con el código del equipo.
- Fecha en la que se debe realizar algún tipo de revisión o mantenimiento.
- Persona que debe estar encargado de realizar la actividad en el equipo.
- Descripción de las operaciones realizadas en el equipo.
- Materiales utilizados en el proceso.

Este registro de actividades se puede observar en la Figura No. 8 de donde se ilustra el registro de mantenimiento.

Figura 8 Registro actividades de mantenimiento

| EQUIACEROS SAS | | | | | | |
|--|--------|-------|-----------|-----------|-------------|-----------------------|
| REGISTRO ACTIVIDADES MANTENIMIENTO | | | | | | |
| CÓDIGO | EQUIPO | FECHA | ENCARGADO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | MATERIALES A UTILIZAR |
| <input type="button" value="GUARDAR"/> | | | | | | |

| EQUIACEROS SAS | | | | | | |
|---------------------|--------------|-------|-----------|-----------|-------------|-----------------------|
| INFORMACIÓN EQUIPOS | | | | | | |
| CÓDIGO | EQUIPO | FECHA | ENCARGADO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | MATERIALES A UTILIZAR |
| ADH-MG-01 | Soldador MIG | | y | | | |
| ADH-MG-01 | Soldador MIG | | | | | |
| ADH-MG-02 | Soldador MIG | | | | | |
| CPR-MG-01 | Soldador MIG | | | | | |
| CPR-MG-02 | Soldador MIG | | | | | |

| EQUIACEROS SAS | | | | | | |
|----------------|--------------------------|-------|-----------|-----------|-------------|-----------------------|
| REGISTRO DATOS | | | | | | |
| CÓDIGO | EQUIPO | FECHA | ENCARGADO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | MATERIALES A UTILIZAR |
| ADH-MG-01 | Soldador MIG | | | | | |
| ADH-MG-01 | Soldador MIG | | | | | |
| ADH-MG-02 | Soldador MIG | | | | | |
| ADH-SA-01 | Soldador Arco eléctrico | | | | | |
| ADH-SA-02 | Soldador Arco eléctrico | | | | | |
| ADH-SA-03 | Soldador Arco eléctrico | | | | | |
| ADH-SA-04 | Soldador Arco eléctrico | | | | | |
| CRP-SA-05 | Soldador Arco eléctrico | | | | | |
| CRP-TAP-01 | Taladro de árbol Pequeño | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

La otra aplicación permite realizar una búsqueda de acuerdo a la codificación de los equipos, y de las actividades recomendadas para la solución de posibles problemas

que puedan presentar, se pueden observar en la figura No. 9 donde se observa el aplicativo.

Figura 9 Información de Equipos.

| EQUIACEROS SAS | | |
|--------------------------|--------|---|
| INFORMACIÓN EQUIPOS | | |
| EQUIPO | CÓDIGO | ACCIÓN(ES) RECOMENDADA(S) |
| DATO | | |
| BUSCAR | | |
| EQUIACEROS SAS | | |
| INFORMACIÓN EQUIPOS | | |
| EQUIPO | CÓDIGO | ACCIÓN(ES) RECOMENDADA(S) |
| EQUIPO | CÓDIGO | ACCIÓN(ES) RECOMENDADA(S) |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Revisar la columna y la cremallera |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Ajustar tornillos fijadores |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Banda en la cabeza del taladro |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Revisión |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Ajuste |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Ajuste y lubricación |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Ajuste |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Revisión |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Revisión |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Ajuste |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Revisar y Ajustar |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Revisar y Ajustar |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Revisar temperatura |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Lubricar |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Análisis de vibraciones |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Vibración debida al Desequilibrio (maquinaria rotativa). |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Vibración debida a la Falta de Alineamiento (maquinaria rotativa) |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Vibración debida a la Excentricidad (maquinaria rotativa). |
| Taladró de banco pequeño | TBP | Vibración debida a la Falta de Rodamientos y cojinetes. |

| EQUIACEROS SAS | | |
|---------------------|--------|---|
| INFORMACIÓN EQUIPOS | | |
| EQUIPO | CÓDIGO | ACCIÓN(ES) RECOMENDADA(S) |
| Rodillo | RO | Lubricar |
| Rodillo | RO | Revisar |
| Pórtico | PO | lubricación |
| Pórtico | PO | revisión |
| Pórtico | PO | revisión y ajuste |
| Pórtico | PO | revisión y ajuste |
| Pulidora | PL | verificar la fuente de alimentación, verificar y apretar todos los conectores |
| Pulidora | PL | Reemplazar el protector de sobre corriente. |
| Pulidora | PL | Aumentar la tensión de alimentación |
| Pulidora | PL | Limpiar la broca, aumentar la presión |
| Esmeril | ES | verificar la fuente de alimentación, verificar y apretar todos los conectores |
| Esmeril | ES | Reemplazar el protector de sobre corriente. |
| Esmeril | ES | Aumentar la tensión de alimentación |
| Esmeril | ES | Limpiar la broca, aumentar la presión |
| Equipo Oxicorte | EO | Revisar |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

13. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de mantenimiento es considerado como apoyo a los procesos operativos realizados dentro de la empresa Equiaceros SAS, el proceso de producción de un tanque inicia con la llegada de las láminas de acero inoxidable a la planta, donde se le da la disposición con los puente grúas en el sitio que se haya seleccionado para la ejecución de la respectiva tarea como se observa en la figura 10.

Dependiendo del tipo de proceso que se realiza a el material, pasando por corte, embombado, pestañado y soldadura.

Figura 10 Planta de Producción Puesto Grúa.



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019.

Uno de los equipos mas comunes dentro de las empresas de metalmecánica es la el rolado en la fabricación de tanques, es una de las actividades mas importantes, ya que es la que le da la curva a las láminas de acero inoxidable, que posteriormente son soldadas para crear el respectivo tanque, donde se puede observar en la figura No.11, donde se ilustra parte de este proceso de la empresa Equiaceros SAS.

Figura 11 Planta de Producción Área de Rolado



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019.

En la figura No. 12 se presenta la Embombadora, la cual se usa para dar la forma curva de las tapas.

Figura 12 Planta de Producción Embombadora.



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019.

La pestañadora este equipo se utiliza para rebordear las tapas, para que puedan ser pegadas con las paredes del tope como se observa en la figura No 13.

Figura 13 Planta de Producción Pestañadora



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019.

El taladro de banco grande esta diseñado para trabajos ligeros, en los que se deben perforar orificios pequeños, los cuales requieren de una alta velocidad y movimiento manual de avance, se puede observar en la se figura No14.

Figura 14. Planta de Producción Taladro Grande.



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019.

Otro de los equipos mas comunes dentro de la empresa metalmecánica son los electrosoldadores, de los cuales la empresa tiene un total de cinco equipos los cuales son: Oxicorte, MIG, y TIG. Como se observa en la figura No 15.

Figura 15 Planta de Producción Equipo de Soldadura.



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019.

En las figuras número 16, 17, 18 y 19 se presentan los procesos de soldadura y armados de los tanques para así poder llegar a el producto final.

Figura 16. Planta de Producción Soldadura.



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019.

Figura 17 Planta de Producción soldadura del Tanque.



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019..

Figura 18. Planta de Producción del Tanque.



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019..

Figura 19. Planta de Producción Tanque Terminado.



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019.

Existe una área donde son depositados todos los residuos de corte de lámina, para ser chatarrizados o vendidos y pueden servir como nuevos ingresos para la empresa. Este se observa en la figura No 20 a continuación.

Figura 20 Planta de Producción Área de reciclaje de los cortes.



Fuente: Tomadas por los autores del proyecto 2019.

CONCLUSIONES

Dando cumplimiento con los objetivos específicos que se mencionaron al inicio de este trabajo de investigación (proyecto de opción de grado), se dan las siguientes conclusiones:

- Se pudo establecer un sistema de operaciones de Seguridad en el Trabajo dentro del proceso de la Equiaceros SAS, que se basó en la Norma ISO 45001 del 2018, del Decreto 1072 y la Resolución 0312 de 2019 teniendo en cuenta que se debe ser conciente del beneficio que traerá la implementación de este plan de Seguridad en el Trabajo para la empresa. La implementación del sistema de gestión de la calidad garantiza el hecho que las características del producto o del servicio cumplan con los requisitos del cliente, por eso se concluye que la implementación del sistema de gestión de la calidad garantiza la sustentabilidad de la empresa y el cumplimiento de la regulación en Colombia.
- Por medio del análisis de un diagnóstico de las condiciones de los equipos, se realizó una matriz de riesgo a través de la cual se observó la criticidad de los mismos, y es así como se pudieron generar los formatos de fichas técnicas, jerarquización de los equipos, códigos de los equipos, las fallas, frecuencias de fallas, hojas de vida e impactos, para así poder llevar un registro de los activos que se incluyeron en el plan de mantenimiento.
- La metodología empleada dentro del plan de mantenimiento para este sector o empresa Metalmecánica se enmarcó con la aplicación de diversas técnicas de ingeniería de confiabilidad.
- El plan de mantenimiento que se creó dentro de esta investigación tuvo un referente importante basado en los modos de falla que fueron identificados dentro de la creación del AMEF (Análisis Modal de Fallos y Efectos), que se realizó a cada uno de los equipos de la empresa, brindando una configuración de cómo fallan los mismos generando las acciones correctivas que se indican en forma preventiva y predictiva en el plan de mantenimiento.
- El plan de mantenimiento propuesto muestra una herramienta de trabajo necesaria para la empresa caso estudio, favoreciendo la organización; logrando organizar las actividades que venían realizando los operarios, y optimizando los tiempos de operación, lo que lleva a la aplicación de prácticas de mantenimiento más efectivas dentro de la empresa.

- El cálculo del RPN, fue fundamental para en el diseño de las actividades del plan de mantenimiento, ya que por medio de éste, se pudieron determinar cuáles eran los modos de falla más recurrentes e importantes, estableciendo equipos, herramientas, recursos, repuestos e insumos que requiere las tareas del plan de mantenimiento.
- La aplicación del análisis de mantenimiento RAM permitió establecer las base para el cálculo de los indicadores, y de esta forma, controlar la implementación del plan de mantenimiento de los equipos de la empresa caso estudio, permitiendo de esta manera mejoran los índices de disponibilidad de los equipos permitiendo tomar decisiones acertadas que mejoran la operación.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que dejamos a consideración de los resultados obtenidos de esta investigación (proyecto de opción de grado) son las siguientes:

- Se recomienda a la empresa Equiaceros SAS realizar un diagnóstico o auditoría del plan de mantenimiento, para verificar a mediano plazo si los resultados obtenidos de esta implementación son viables desde el punto de vista operativo y si representan un beneficio financiero para la empresa.
- El modelo del plan de mantenimiento se puede aplicar en la empresa Equiaceros SAS, e incluso replicarse a otras sedes, si llegara a contar con más personal, este plan puede mejorarse en su diseño para un número mayor de operarios y de maquinaria.
- La aplicación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, es de vital importancia en el marco regulatorio colombiano, ya que mejoras las condiciones tanto del trabajador, como de la misma empresa son requeridas de forma obligatoria. Este tipo de empresa enfrenta el reto de poner en marcha las propuestas indicadas en este proyecto de opción de grado.
- Es importante que la empresa caso estudio de a conocer el plan de seguridad y salud ocupacional a los nuevos trabajadores, dando capacitaciones en periodos cortos y reforzando a los que ya estaba dentro de la empresa de forma obligatoria e incluso crear el COPASS. Es conveniente dar a conocer técnicas de mejora continua al personal, con el fin de lograr sentido de pertenencia y compromiso.
- La carencia de información sobre el número exacto de intervenciones de los equipos, así como también la realización de las tareas, hace que la empresa equiceros SAS, ejecute un número de intervenciones al año que se consideran elevadas, lo cual hace que se comprometa la confiabilidad de los equipos a partir del análisis RAM, llegando a ejecutar un número alto de intervenciones en el año, comprometiendo la disponibilidad, por esta razón se deben ajustar las frecuencias de mantenimiento, de tal manera que, aminoren el número de intervenciones. Se debe llevar un control estricto de la información recopilada con los reportes de hojas de vida de los mantenimientos realizados, con el fin de mejorar los indicadores de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad. Llevar un control constante de los indicadores de mantenimiento para tomar decisiones. Es necesario realizar el análisis de criticidad y análisis funcional para asignar de forma eficiente los recursos.

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- [1] Mantenimiento Industrial. Tomado de: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>
- [2] Mantenimiento Industrial. Tomado de: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>
- [3] GÓMEZ LOZANO, Iván Darío; introducción al mantenimiento estratégico; Libro
- [4] Belloví, M. B., Ramos, R. M. O., Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, París, C. M., & SEAT, S. A. (2004). Análisis modal de fallos y efectos. AMEF Introducción. *English*, 1–10.
- [5] Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Tomado de: <https://www.invima.gov.co/images/pdf/tecnovigilancia/memorias/SISTEMA-GESTI%C3%93N%20RIESGO%20OCL%C3%8DNICO%20-%20AMFE.pdf>
- [6] Mantenimiento mecánico de máquinas. Fallo mecánico. Página 22
- [7] Enrique Muñoz. Tomado de: <http://blog.enrimusa.com/que-es-el-numero-de-prioridad-del-riesgo-npr/>
- [8] Chiltworth a Dekra Company. Tomado de: <http://www.chilworth.es/archivos/145archivo.pdf>
- [9] Ingeniería del Mantenimiento. Tomado de: <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/26-articulos-destacados/17-plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm>
- [10] Mantenimiento mundial. Tomado de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/calculos/clase-mundial.asp>
- [11] Mantenimiento mundial. Tomado de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/calculos/clase-mundial.asp>
- [12] Decreto 1070 de 2015 Ministerio del Trabajo, desde la página 95 hasta la página 120.

- Diseño e implementación de un sistema de gestión de calidad en la industria metalmecánica acero & metal basado en la norma iso 9001:2008. .
- ORTIZ SÁNCHEZ ; PINZÓN Candelario M, MESA Grajales DH. La confiabilidad, la disponibilidad y la Mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et Technical*. 2006;1(30):155-160.
- CÁRCEL-CARRASCO Francisco Javier. Ingeniería del mantenimiento industrial y gestión del conocimiento. Mejora en la eficiencia de las empresas industrial maintenance engineering and knowledge management. improvement in business efficiency. .
- SÁNCHEZ – RODRÍGUEZ. Ángel P. La gestión de los activos físicos en la función de mantenimiento. *Ingeniería Mecánica*. 2011;13(2):72-78.
- Grupo de investigación: Detecal proyecto de investigación: Análisis del impacto de la ingeniería de confiabilidad en mantenimiento. .
- MORELOS GÓMEZ, José Tomás; FONTALVO José Herrera. Caracterización y análisis del riesgo laboral en la pequeña y mediana industria metalmecánica en Cartagena-Colombia. *Revista Soluciones de Postgrado EIA*. 2013(10):17.
- IBR- IMAGEMAN+PDF
- CÁRDENAS Walter Introducción a la industria petroquímica- ING
- Clave para la gestión de riesgo- Antonio Velasco.
- Norma técnica colombiana. (2008). Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación.
- OREDA. (2002) Offshore Reliability data handbook (base de datos de consulta).
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 1486. (2008). REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. CONTENIDO, FORMA Y ESTRUCTURA
- SIERRA, Gabriel A; 2004; Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AMV S.A.; Universidad industrial de Santander.
- JIMÉNEZ, A. Análisis RAM. Artículo de información. Chrome WEB [en línea], (2013). Disponible en internet:
<https://maintenancela.com.co/2013/01/analisisram.html>

- BEDOYA, Carlos Mario; 2014; ISO 55000 Gestión de activos; congreso técnico FICEM; Republica Dominicana.
- ROMERO, Nela; 2015; INTRODUCCION A LA NORMATIVA OHSAS 18000; artículo.
- GÓMEZ LOZANO, Iván Darío; introducción al mantenimiento estratégico; Libro.
- Resolución 0322 del 2018

ANEXOS

Hoja De Vida De Los Equipos

Dentro de esta investigación se implemento un formato de hojas de vida con el fin de llevar un registro de la operación y mantenimiento de los equipos. La hoja de vida está conformada con las características de los equipos además de incluir el inventario necesario que se requiere para su intervención, así mismo, información del historial de mantenimientos realizados.

A continuación se relaciona la documentación para la planeación de mantenimiento de los activos contenidos en este proyecto de investigación proyecto.

Anexo 1. Hoja de Vida Taladro Manual.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|---|---|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| Código Equipo | TM | | | | |
| Nombre equipo | Taladro Eléctrico | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Se utiliza para realizar perforaciones se en los materiales | | | | |
| Ubicación del Equipo | Almacén de Herramientas | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | 120V | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> X | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 2. Hoja de Vida Pestañadora y Bombeadora o "Cejadora y Abombadora"

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|---|--|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | PD | | | | |
| Nombre equipo | PESTAÑADORA Y BOMBEADORA o "Cejadora y abombadora " | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permite la elaboración de los bordes del fondo de los tanques y la concavidad de las tapas | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | | |
| FECHA | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 3. Hoja de Vida Bombeadora Grande.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|------------------|---|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSION: | |
| | | | | FECHA: | |
| Código Equipo | BG | | |  | |
| Nombre equipo | bombeadora grande "abombadora" | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permite crear las tapas de los diferentes tanques | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | Documento | | |
| Responsable Equipo | | | Ubicación manual | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 4. Hoja de Vida Bombeadora Pequeña.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|---|---|--------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | BP | | | | |
| Nombre equipo | bombeadora pequeña "abombadora" | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permite crear las tapas de los diferentes tanques | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de pintura y acabados | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | P | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 5. Hoja de Vida Compresor.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | CO | | | | |
| Nombre equipo | compresor | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Función principal es la de hacer aumentar la presión de un gas para Vaporizan las Pinturas, las lacas o el barniz . | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de pinturas y acabados | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | x | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 6. Hoja de Vida Soldadura de Arco Eléctrico.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | SA | | | | |
| Nombre equipo | Soldador Arco eléctrico | | | | |
| Funcionalidad Equipo | La RX 450 es una fuente de poder trifásica para el proceso de soldadura con electrodo | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | LINCOLIN | | | | |
| Modelo | RX 450 | | | | |
| Serie | RX | | | | |
| Voltaje | 220-440 V | | | | |
| Potencia | 20.7 KW | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 7. Hoja de Vida Soldadura MIG.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|---|--|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | MIG | | | | |
| Nombre equipo | Soldador MIG | | | | |
| Funcionalidad Equipo | La soldadura MIG/MAG es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran Velocidad y en todas las posiciones. | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | Fronius TransSteel Compact | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | 240 V | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 8. Hoja de Vida Taladro de árbol Grande.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | TBG | | | | |
| Nombre equipo | Taladro de árbol grande. | | | | |
| Funcionalidad Equipo | eres gracias a la posibilidad de realizar en ellas los más variados trabajos, incluso de s | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | DARSIN | | | | |
| Modelo | DS1000S | | | | |
| Serie | 88263 | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 9. Hoja de Vida Taladro de árbol Pequeño.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|---|--|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | TBP | | | | |
| Nombre equipo | Taladro de árbol Pequeño | | | | |
| Funcionalidad Equipo | son las más usadas en talleres gracias a la posibilidad de realizar en ellas los más variados trabajos, incluso de serie, con útiles adecuados.1 | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | JAGUAR | | | | |
| Modelo | ZJ4132A | | | | |
| Serie | DRILL PRESS | | | | |
| Voltaje | 220 V | | | | |
| Potencia | 1500 W | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 10. Hoja de Vida Roladora.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|---|---|--------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | RO | | | | |
| Nombre equipo | Roladora | | | | |
| Funcionalidad Equipo | consiste en deformar plásticamente láminas o perfiles metálicos pasados por medio rodillos. | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 11. Hoja de Vida Equipo de Oxicorte.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | EO | | | | |
| Nombre equipo | Equipo de Oxicorte | | | | |
| Funcionalidad Equipo | se utiliza para la preparación de los bordes de las piezas a soldar y para realizar el corte de chapas, barras de acero al carbono de baja aleación u otros elementos | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | x | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 12. Hoja de Vida Esmeril.

| EQUIACEROS SAS | | | | | | |
|---|---|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | | |
| | | | | | CODIGO: | |
| | | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | | |
| Código Equipo | Es | | | | | |
| Nombre equipo | Esmeril | | | | | |
| Funcionalidad Equipo | la industria se ocupa para darle un mejor acabado a piezas metálicas, afilar otras herramientas que se ocupan para ciertas funciones, cortar metales, desbastar o | | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | | |
| Marca | BENCH GRINDER | | | | | |
| Modelo | MD-200A | | | | | |
| Serie | | | | | | |
| Voltaje | 110 V | | | | | |
| Potencia | 3/4 HP | | | | | |
| Año adquisición | | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | Documento | | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | | |
|  | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 13. Hoja de Vida Pulidora.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | PL | | | | |
| Nombre equipo | Pulidora | | | | |
| Funcionalidad Equipo | se utiliza para pulir salientes o bordes, así como soltar remaches, redondear ángulos, cortar metales | | | | |
| Ubicación del Equipo | | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 14. Hoja de Vida Tablero Eléctrico.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|------------------|---|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | |  | |
| Código Equipo | TE | | | | |
| Nombre equipo | | | | | |
| Funcionalidad Equipo | | | | | |
| Ubicación del Equipo | | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | Documento | | |
| Responsable Equipo | | | Ubicación manual | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 15. Hoja de Vida Pórtico.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | PO | | | | |
| Nombre equipo | Portico | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permite el mover de los tanque permitiendo elevarlos desde el nivel del suelo | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 16. Hoja de vida Rodillo.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|---|--|--------------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| DATOS GENERALES DEL EQUIPO | | | | | |
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | | |
| Código Equipo | RD | | | | |
| Nombre equipo | RODILLOS | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permitir girar los tanques con una mayor facilidad para poder soldar con mayor facilidad | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería y de acabados | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | | Documento | |
| Responsable Equipo | | | | Ubicación manual | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO | | | | | |
| FECHA | ENCARGADO MANTENIMIENTO | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | PERIODICIDAD | MATERIALES A UTILIZAR |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| FECHA | HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS | | | | |
| | OBSERVACIONES SOBRE EL ESTADO DE LA MAQUINARIA O EQUIPO | AVERIA O DAÑO ENCONTRADO | REPUESTOS | NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL MTO. | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 17. Ficha Técnica Taladro Eléctrico.

| EQUIACEROS SAS | | | | | | |
|--------------------------------|-----------|--|-----------|--|-----------------|---|
| | | | | | CODIGO: | |
| | | | | | VERSIÓN: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | FECHA: | |
| Código Equipo | TE | | | | |  |
| Nombre equipo | | | | | | |
| Funcionalidad Equipo | | | | | | |
| Ubicación del Equipo | | | | | | |
| Marca | | | | | | |
| Modelo | | | | | | |
| Serie | | | | | | |
| Voltaje | | | | | | |
| Potencia | | | | | | |
| Año adquisición | | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | | NO | | | |
| Responsable | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 18. Ficha Técnica Pestañadora y Bombeadora o "Cejadora y "Abombadora".

| EQUIACEROS SAS | | | | | | |
|--------------------------------|---|----|---|--|-----------------|--|
| | | | | | CODIGO: | |
| | | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | | |
| Código Equipo | FD | | | | | |
| Nombre equipo | PESTAÑADORA Y BOMBEADORA o "Cejadora y abombadora " | | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permite la elaboración de los bordes del fondo de los tanques y la concavidad de las tapas | | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | | |
| Marca | | | | | | |
| Modelo | | | | | | |
| Serie | | | | | | |
| Año adquisición | | | | | | |
| Potencia | | | | | | |
| año adquisición | | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | X | | | |
| Responsable | | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 19. Ficha Técnica Bombeadora Grande "Abombadora".

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------|-------------------------------------|-----------------|--|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Código Equipo | BG | | | | |
| Nombre equipo | bombeadora grande "abombadora" | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permite crear las tapas de los diferentes tanques | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Responsable | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 20. Ficha Técnica Bombeadora Pequeña.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------|--|-----------------|--|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| HOJA DE VIDA EQUIPOS | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permite crear las tapas de los diferentes tanques | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de pintura y acabados | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | | | |
| Responsable | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 21. Ficha Técnica Compresor.

| EQUIACEROS SAS | | | | | | |
|--------------------------------|---|--|----|-------------------------------------|-----------|---|
| | | | | | CODIGO: | |
| | | | | | VERSIÓN: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | FECHA: | |
| Código Equipo | CO | | | | |  |
| Nombre equipo | compresor | | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Función principal es la de hacer aumentar la presión de un gas para Vaporizan las pinturas, las lacas o el barniz . | | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de pinturas y acabados | | | | | |
| Marca | | | | | | |
| Modelo | | | | | | |
| Serie | | | | | | |
| Voltaje | | | | | | |
| Potencia | | | | | | |
| Año adquisición | | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | Documento | |
| Responsable | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 22. Ficha Técnica Soldador Arco eléctrico.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------|--|-----------------|--|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Código Equipo | SA | | | | |
| Nombre equipo | Soldador Arco eléctrico | | | | |
| Funcionalidad Equipo | La RX 450 es una fuente de poder trifasica para el proceso de soldadura con electrodo | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpinteria | | | | |
| Marca | LINCOLIN | | | | |
| Modelo | RX 450 | | | | |
| Serie | RX | | | | |
| Voltaje | 220-440 V | | | | |
| Potencia | 20.7 KW | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> X | | |
| Responsable | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 23. Ficha Técnica Soldador MIG.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|--|----|-------------------------------------|-----------------|--|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Código Equipo | MIG | | | | |
| Nombre equipo | Soldador MIG | | | | |
| Funcionalidad Equipo | La soldadura MIG/MAG es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones. | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | Fronius TransSteel Compact | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | 240 V | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Responsable | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 24. Ficha Técnica Taladro de árbol grande.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|--|----|---------------------------------------|-----------------|---|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | FECHA: | |
| Código Equipo | TBG | | | |  |
| Nombre equipo | Taladro de árbol grande. | | | | |
| Funcionalidad Equipo | son las más usadas en talleres gracias a la posibilidad de realizar en ellas los más variados trabajos, incluso de serie, con útiles adecuados | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | DARSIN | | | | |
| Modelo | DS1000S | | | | |
| Serie | 88263 | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> X | | |
| Responsable | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 25. Ficha Técnica Taladro de árbol Pequeño.

| EQUIACEROS SAS | | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------|----------|--|-----------------|---|
| | | | | | CODIGO: | |
| | | | | | VERSIÓN: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | FECHA: | |
| Código Equipo | TBP | | | | |  |
| Nombre equipo | Taladro de árbol Pequeño | | | | | |
| Funcionalidad Equipo | son las más usadas en talleres gracias a la posibilidad de realizar en ellas los más variados trabajos, incluso de serie, con útiles adecuados.1 | | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | | |
| Marca | JAGUAR | | | | | |
| Modelo | ZJ4132A | | | | | |
| Serie | DRILL PRESS | | | | | |
| Voltaje | 220 V | | | | | |
| Potencia | 1500 W | | | | | |
| Año adquisición | | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | X | | | |
| Responsable | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 26. Ficha Técnica Roladora.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|---|-----------|--|-----------------|--|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Código Equipo | RO | | | | |
| Nombre equipo | roladora | | | | |
| Funcionalidad Equipo | consiste en deformar plásticamente láminas o perfiles metálicos pasados por mediorodillos. | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | | | |
| Responsable | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 27. Ficha Técnica Oxicorte.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|---|-----------|-------------------------------------|-----------------|--|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Código Equipo | EO | | | | |
| Nombre equipo | | | | | |
| Funcionalidad Equipo | se utiliza para la preparación de los bordes de las piezas a soldar y para realizar el corte de chapas, barras de acero al carbono de baja aleación u otros elementos | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Responsable | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 28. Ficha Técnica Esmeril.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------|----------|-----------------|---|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | FECHA: | |
| Código Equipo | Es | | | |  |
| Nombre equipo | Esmeril | | | | |
| Funcionalidad Equipo | la industria se ocupa para darle un mejor acabado a piezas metálicas, afilar otras herramientas que se ocupan para ciertas funciones, cortar metales, desbastar o | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | BENCH GRINDER | | | | |
| Modelo | MD-200A | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | 110 V | | | | |
| Potencia | 3/4 HP | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | X | | |
| Responsable | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 29. Ficha Técnica Pulidora.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|--|-----------|-------------------------|-----------------|--|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Código Equipo | PL | | | | |
| Nombre equipo | pulidora | | | | |
| Funcionalidad Equipo | se utiliza para pulir salientes o bordes, así como soltar remaches, redondear ángulos, cortar metales | | | | |
| Ubicación del Equipo | | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | Documento | | |
| Responsable Equipo | | | Ubicación manual | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 30. Ficha Técnica.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|-----------|-----------|--|-----------------|---|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Código Equipo | TE | | | |  |
| Nombre equipo | | | | | |
| Funcionalidad Equipo | | | | | |
| Ubicación del Equipo | | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | | | |
| Responsable | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 31. Ficha Técnica Pórtico.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|---|--|-----------|-------------------------------------|-----------------|--|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Código Equipo | PO | | | | |
| Nombre equipo | portico | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permite el mover de los tanque permitiendo elevarlos desde el nivel del suelo | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Responsable | | | | | |
|  | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 32. Ficha Técnica Rodillos.

| EQUIACEROS SAS | | | | | |
|--------------------------------|---|-----------|--|------------------|--|
| | | | | CODIGO: | |
| | | | | VERSIÓN: | |
| | | | | FECHA: | |
| FICHA TÉCNICA DE EQUIPO | | | | | |
| Código Equipo | RD | | | | |
| Nombre equipo | RODILLOS | | | | |
| Funcionalidad Equipo | Permitir girar los tanques con una mayor facilidad para poder soldar con mayor facilidad | | | | |
| Ubicación del Equipo | zona de carpintería y de acabados | | | | |
| Marca | | | | | |
| Modelo | | | | | |
| Serie | | | | | |
| Voltaje | | | | | |
| Potencia | | | | | |
| Año adquisición | | | | | |
| Cuenta con Manual | SI | NO | | Documento | |
| Responsable | | | | | |



Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 33. Orden de trabajo para mantenimiento.

| ORDEN DE TRABAJO PARA MANTENIMIENTO EQUIACEROS SAS | | |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| | | código |
| Área solicitante | | Fecha |
| Mantenimiento a Realizar | Correctivo <input type="checkbox"/> | Preventivo <input type="checkbox"/> |
| Mantenimiento Equipo: | | código equipo |
| Servicio Ejecutado | Interno <input type="checkbox"/> | Externo <input type="checkbox"/> |
| ¿Descripción del Problema a Encontrado? | | |
| Tipo de servicio a realizar | | |
| ¿Lista de Insumos que se requieren? | | |
| Reporte técnico del servicio | Informe y observaciones del Técnico? | |
| Rutina de Mantenimiento <input type="checkbox"/> | | |
| Defecto de la pieza <input type="checkbox"/> | | |
| Desgaste <input type="checkbox"/> | | |
| Nombre del Solicitante | | Firma |
| Nombre del Ejecutante | | Firma |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 34. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Taladro.

| CÓDIGO | | ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|----------------------------------|---|---|---|---------------------|---------------------------------|---------------------------|---------|---------|---------|
| Taladro | | TM | | Fecha de Elaboración | | | | | | | | |
| RESPONSABLES | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) | | | |
| Aprovechar la energía eléctrica (TALADRO) para realizar perforaciones | Motor eléctrico no funciona | No presta el servicio para el cual fue diseñado, deterioro del equipo | 1 | No está conectado a la Fuente de alimentación | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar | | | |
| | | | 1 | El protector de sobrecorriente no se ha restablecido después de la acción | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar | | | |
| | | | 1 | El protector de sobrecorriente esta dañado | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar | | | |
| | Velocidad de perforación lenta | | 1 | La vida útil de la broca se termino | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar | | | |
| | | | 1 | La alimentación del taladro es demasiado baja | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar | | | |
| | | | 1 | La superficie de la broca es adherida por los polvos finos | 5 | N/A | 5 | 25 | limpiar | | | |
| | | | 1 | Hay deslizamiento al cortar la barra de acero gruesa. | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar | | | |
| | | | 1 | Hay acumulación de polvos dentro del agujero | 5 | N/A | 5 | 25 | limpiar | | | |
| | | | La filo de la broca a disminuido | 1 | El filo desaparece | 5 | Atasco de la broca: | 5 | N/A | 5 | 25 | cambiar |
| | | | | 1 | La superficie no está fijado bien y tiene desplazamiento. | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar | | |
| | | | | La pared de la broca tiene un desgaste rápido | 1 | El eje principal del taladro no está no posición correcta | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar | |
| | | | 1 | | La broca no está en posición correcta. | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 35. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Bombeadora Pequeña.

| CÓDIGO | | ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | |
|--|---|---|--------------------------|---|------------|---|---------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| Bombeadora Pequeña | | BP | | | | | | Fecha de Elaboración | |
| RESPONSABLES | | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso- Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada (s) |
| Realiza mediante presión de Tapas planas para tanques. | Falla en cilindro hidráulico | Deteccion del proceso, retraso en entregas,deterior oequipo | 5 | La válvula está atascada o los orificios de las válvulas se obstruyen | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | Cilindros hidráulicos de la placa inferior | | 5 | Falta depresión | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | Motor de pistones radiales | | 5 | Deterioro conexiones | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | Bomba y el tanque | | 5 | Fluidos | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | El sistema eléctrico | | 5 | Deterioro,falta comunicación | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |
| | Panel de control | | 5 | Deterioro de las conexiones | 3 | N/A | 5 | 75 | Revisar |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 36. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Bombeadora Grande.

| CÓDIGO | | ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | |
|--|--|---|-----------|---|------------|--|-----------|-----|---------------------------|
| Bombeadora Grande | | BG | | Fecha de Elaboración | | | | | |
| RESPONSABLES | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) |
| Realiza mediante presión de Tapas planas para tanques. | Falla en cilindro hidráulico | Deteccion del proceso, retraso en entregas,deterioroe quipo | 5 | La válvula está atascada o los orificios de las válvulas se obstruyen | 5 | N/A | 5 | 125 | Revisar |
| | Cilindros hidráulicos de la placa inferior | | 5 | Contaminación del aceite | 5 | N/A | 5 | 125 | Revisar |
| | Motor de pistones radiales | | 5 | Falta de energia | 5 | N/A | 5 | 125 | Revisar |
| | Bomba y el tanque | | 5 | Falta de fluidos | 5 | N/A | 5 | 125 | Revisar |
| | El sistema eléctrico | | 5 | Falta de suministro eléctrico mala conexión | 5 | N/A | 5 | 125 | Revisar |
| | El rodillo de conformación | | 5 | Desgaste de la pieza | 5 | N/A | 5 | 125 | Revisar |
| | El rodillo de rebordeado | | 5 | Desgaste de la pieza | 5 | N/A | 5 | 125 | Revisar |
| | Panel de control | | 5 | Deterioro de las conexiones | 5 | N/A | 5 | 125 | Revisar |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 37. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Compresor.

| CÓDIGO | | ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | | |
|---|------------------------------|---|--------------------------|---|------------|--|---------------------------------|-----|---|--|
| Compresor | | Co | | | | | | | Fecha de Elaboración | |
| | | RESPONSABLES | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| | | RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) | |
| No enciende el compresor | Sobrecalentamiento | El proceso no se cumplió, demora en procedimientos | 1 | La temperatura del gas de succión resulta elevada. | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar las conexiones | |
| | Bajo voltaje | | 1 | La pérdida de potencia, dificulta en el encendido y relación de aire en el combustible desmedida. | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar tomas y el cableado. | |
| | Falta de refrigeracion | | 1 | El refrigerante no es suficiente para el compresor y se sobrecalienta. | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar nivel el aceite y el tipo de coloración del mismo | |
| | Obstrucción en el evaporador | | 1 | Hay variación en la presión y la temperatura de descarga resultara excesiva. | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar el evaporador y la ventilación | |
| | Por contaminantes | | 1 | Existen contaminado por agua o acidez, lo cual produce que se quemé el equipo. | 5 | N/A | 5 | 25 | Drenar el tanque | |
| | Aire y humedad | | 1 | El vacío reacciona con el aire y el refrigerante generando ácido dentro sistema | 5 | N/A | 5 | 25 | Drenar el tanque | |
| | Ceras y resinas | | 1 | Se obstruye la válvula de expansión del tubo capilar, ocasionando pérdida de compresión y hace que se obstruyan los orifios con aceite. | 5 | N/A | 5 | 25 | Revisar los tubos | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 38. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Soldador de Arco.

| ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | | | |
|--|--|---|-----------|-----------------------------|------------|--|-----------|-----|--|
| CÓDIGO | | | | | | | | | |
| Soldador de Arco | | SA | | Fecha de Elaboración | | | | | |
| RESPONSABLES | | | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso- Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección y prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) |
| Equipo Soldadura (Soldador de Arco eléctrico) Es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material mediante un fundente | Arco inestable, se mueve, el arco se apaga. Salpicadura distribuida sobre el trabajo | El Arco es demasiado largo. | 1 | Mala manipulación | 3 | N/A | 5 | 15 | Corte el arco para la penetración correcta. |
| | La soldadura no penetra. El arco se apaga con frecuencia. | La corriente es insuficiente para el tamaño del electrodo. | 1 | Mala manipulación | 3 | N/A | 5 | 15 | Aumentar corriente. Use electrodo más pequeño. |
| | Sonido fuerte de disparo del arco. El fundente se derrite rápidamente. Cordón ancho y delgado. Salpicadura en gotas grandes. | Demasiada corriente para tamaño del electrodo. También podría haber humedad en revestimiento del electrodo. | 1 | Mala manipulación | 3 | N/A | 5 | 15 | Reducir corriente. Use electrodo más grande. |
| | Es difícil establecer el arco. Penetración, dando una soldadura inadecuada. | La polaridades es incorrecta en el portaelectrodo, el metal no esta limpio y la corriente es insuficiente. | 1 | Mala manipulación | 3 | N/A | 5 | 15 | Cambie polaridad o use corriente CA en vez de CD. O, aumente la corriente. |
| | Arco intermitente. Puede que cause arcos en grapa para puesta a tierra. | La puesta a tierra es inadecuada. | 1 | Mala manipulación | 3 | N/A | 5 | 15 | revisar conexiones |
| | Arco inestable, se mueve, el arco se apaga. Salpicadura distribuida sobre el trabajo | Arco es demasiado largo. | 1 | Mala manipulación | 3 | N/A | 5 | 15 | Revisar |
| | Arco intermitente. Puede que cause arcos en grapa para puesta a tierra. | La puesta a tierra es inadecuada. | 1 | Mala manipulación | 3 | N/A | 5 | 15 | revisar conexiones |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 39. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) MIG.

| CÓDIGO | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|----------------------|---------------------------------|-----------|-------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | | | |
| Soldador MIG | | MG | | | Fecha de Elaboración | | | | |
| RESPONSABLES | | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) |
| Es un proceso de fijación en donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material mediante un fundente | El equipo no enciende | Interruptor dañado | 1 | El equipo no enciende al accionar el interruptor de encendido | 3 | N/A | 5 | 15 | cambiar el interruptor |
| | El equipo no enciende | Fusible dañado | 1 | El equipo no enciende al accionar el interruptor de encendido | 3 | N/A | 5 | 15 | Cambiar el fusible |
| | El equipo no enciende | Fuente dañada | 1 | El equipo no enciende al accionar el interruptor de encendido | 3 | N/A | 5 | 15 | Cambiar la fuente |
| | El equipo esta caliente | Ventilador dañado | 1 | Porque Al finalizar una soldadura, el equipo está caliente y el ventilador no se enciende | 3 | N/A | 5 | 15 | Cambiar el ventilador |
| | El equipo esta caliente | El cable de conexión del ventilador hace falso contacto o esta desconectado | 1 | Porque Al finalizar una soldadura, el equipo está caliente y el ventilador no se enciende. | 3 | N/A | 5 | 15 | Ajustar el cable |
| | Sin salida de gas, cuando se realiza el testeo | No hay gas en el cilindro | 1 | El alimentador del carrete no funciona | 3 | N/A | 5 | 15 | Cambiar cilindro |
| | Sin salida de gas, cuando se realiza el testeo | Perdida de gas en el circuito | 1 | El alimentador del carrete no funciona | 3 | N/A | 5 | 15 | Cambiar |
| | Sin salida de gas, cuando se realiza el testeo | Válvula electromagnética dañada | 1 | El alimentador del carrete no funciona | 3 | N/A | 5 | 15 | Cambiar |
| | salida de gas, cuando se realiza el testeo | Switch de control dañado | 1 | El alimentador del carrete no funciona | 3 | N/A | 5 | 15 | Reparar switch |
| | salida de gas, cuando se realiza el testeo | Circuito de control dañado | 1 | El alimentador del carrete no funciona | 3 | N/A | 5 | 15 | Chequear |
| | El carrete no funciona | Motor dañado | 1 | El alimentador del carrete no funciona | 3 | N/A | 5 | 15 | Controle y cambie |
| | El carrete no funciona | Circuito de control dañado | 1 | El alimentador del carrete no funciona | 3 | N/A | 5 | 15 | Controle |
| El carrete si funciona | La rueda esta suelta o patina el alambre | 1 | El alimentador del carrete no funciona | 3 | N/A | 5 | 15 | Ajuste nuevamente | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 40. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Taladro de Banco Grande.

| CÓDIGO | | ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | |
|---|---|---|-----------|--|------------|---|-----------|-----|------------------------------------|
| Grande | | TBG | | Fecha de Elaboración | | | | | |
| RESPONSABLES | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Acción(es) Recomendada(s) |
| Aprovechar la energía eléctrica para realizar perforaciones | Lubricación | Detiene el servicio | 3 | La mesa pierde movilidad y se frena | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar la columna y la cremallera |
| | Tensión de banda | | 3 | Pierde velocidad y estabilidad para taladrar | 3 | N/A | 5 | 45 | Ajustar tornillos fijadores |
| | tensión banda | | 3 | presenta desgaste y porosidades en la banda | 3 | N/A | 5 | 45 | Banda en la cabeza del taladro |
| | Eléctrico | | 3 | Presenta fluctuaciones en el trabajo falta de fuerza al taladrar | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisión |
| | Resorte | | 1 | La broca se mueve o queda suelta | 3 | N/A | 5 | 15 | Ajuste |
| | Ruido durante el trabajo | | 3 | Porque presenta giro del eje seco. Broca enbotada | 3 | N/A | 5 | 45 | Ajuste |
| | Broca quemada | | 3 | No se removio el material del orificio. Poco líquido refrigerante | 1 | N/A | 5 | 15 | Ajuste y lubricación |
| | Movimiento irregular de la broca | | 3 | Material solido en la pieza de trabajo. Longitudes irregularesdel espiral en piezas de trabajo brocas deformadas | 3 | N/A | 5 | 45 | Ajuste |
| | El motor no enciende | | 3 | El motor no esta conectado correctamente ,fusible | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisión |
| | Sobrecalentamiento del motor y falta de energía | | 3 | El motor esta sobrecargado. Hay caída de tensión. | 5 | N/A | 5 | 75 | Revisión |
| | Presión de trabajo insuficiente | | 3 | Pieza de trabajo irregular o torcida. Posición horizontal inexacta del soporte de la pieza | 5 | N/A | 5 | 75 | Ajuste |

Fuente: Autores del proyecto 2019

.Anexo 41. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Taladro de Banco Pequeño.

| CÓDIGO | | ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | |
|---|---|---|-----------|--|------------|--|-----------|----------------------|------------------------------------|
| Pequeño | | TBP | | RESPONSABLES | | | | Fecha de Elaboración | |
| | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| | | RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) |
| Aprovechar la energía eléctrica para realizar perforaciones | Lubricación | Detiene la prestación del servicio | 3 | La mesa pierde movilidad y se frena | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar la columna y la cremallera |
| | Tensión de banda | | 3 | Pierde velocidad y estabilidad para taladrar | 3 | N/A | 5 | 45 | Ajustar tornillos fijadores |
| | Tensión banda | | 3 | Presenta desgaste y porosidades en la banda | 3 | N/A | 5 | 45 | Banda en la cabeza del taladro |
| | Eléctrico | | 1 | Presenta fluctuaciones en el trabajo falta de fuerza al taladrar | 3 | N/A | 5 | 15 | Revisión |
| | Resorte | | 1 | La broca se mueve o queda suelta | 1 | N/A | 5 | 5 | Ajuste |
| | Ruido durante el trabajo | | 3 | Presenta giro del eje seco. Broca embotada | 3 | N/A | 5 | 45 | ajuste |
| | Broca quemada | | 3 | No se removio el material del orificio. Poco líquido refrigerante | 1 | N/A | 5 | 15 | Ajuste y lubricación |
| | Movimiento irregular de la broca | | 3 | Material sólido en la pieza de trabajo. Longitudes irregularesdel espiral en piezas de trabajo brocas deformadas | 1 | N/A | 5 | 15 | Ajuste |
| | El motor no enciende | | 3 | El motor no esta conectado correctamente , fusible defectuoso | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisión |
| | Sobrecalentamiento del motor y falta de energía | | 1 | El motor esta Sobrecargado. Hay caída de tensión. | 1 | N/A | 5 | 5 | Revisión |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 42. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Roladora.

| CÓDIGO | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------|--|------------|--|-----------|-----|---------------------------|
| ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | | | |
| Roladora | | RO | | Fecha de Elaboración | | | | | |
| RESPONSABLES | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) |
| Sirve para curvar placas de acero en los radios que requiere el usuario, trabaja a base de tres rodillos los cuales están predisuestos en triángulo. | Desgaste Mecánico | Para la prestación del servicio y presenta demora en la entrega del producto | 3 | Las superficies mecánica de la máquina se desgastan una sobre la otra | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | Desgasta por abrasivo | | 3 | La contaminación por partículas causa el mayor desgaste. | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar y Lubricar |
| | Desgaste Adhesivo | | 3 | Se presenta en áreas donde el lubricante no puede presentar la carga o en áreas donde hay escases de lubricante. | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar y Lubricar |
| | Corrosión | | 3 | La lámina esta con agua ocasiona la aceleración de la oxidación del aceite, generando un ambiente ácido dentro del componente. | 3 | N/A | 5 | 45 | Limpieza |
| | Degradación de la superficie de los componente internos | | 3 | Evidencia : sí, porqué causa la perdida de función de la máquina, debido al desgaste mecánico y la corrosión. | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar y Lubricar |
| | Perdida de función | | 3 | Funcionar por tres razones: obsolescencia, accidente y degradación. | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | Descompostura | | 3 | Deja de hacer la función de diseño. | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 43 Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Equipo Oxicorte.

| CÓDIGO | | ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------|--|------------|---|---------------------------------|-----|--------------------------------|
| Oxicorte | | EO | RESPONSABLES | | | | Fecha de Elaboración | | |
| | | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | |
| | | | RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Control s Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(e s) Recomen dada(s) |
| Sirven para ejecutar trabajos de corte , soldadura y calentamiento de metales | Petardeo, retorno de llama, o llama errática | Se detiene proceso, retraso en la elaboración productos | 3 | Boquilla o mezclador dañados | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Flujo inadecuado | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Presión o flujo de gas insuficientes | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Boquilla o mezclador flojos | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Boquilla sucia o deformada | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Boquilla demasiado cerca del trabajo, o sobrecalentado | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | Fuga de gas | | 3 | Boquilla o cabeza del soplete no se asienta (Soplete de Corte) | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | No se purgó, o se deben utilizar válvulas check | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Tuerca floja en la boquilla o el soplete | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Superficies de asiento sucias o dañadas entre el soplete y la boquilla | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Tuerca de empaque floja | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Empaquetadura o anillo "O" gastados | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Cuerpo de válvula gastado | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| | | | 3 | Asiento de válvula sucia o dañada, o flexión en el vástago de la válvula | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar |
| Fuga de oxígeno o combustible a través del vástago de la válvula | 3 | Cuerpo dañado | 3 | N/A | 5 | 45 | Revisar | | |
| Fugo de oxígeno o combustible a través del asiento de la válvula | | | | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 44. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Esmeril.

| CÓDIGO | | ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | |
|--|-----------------------------|---|-----------|---|------------|--|-----------|---------------------------------|--|
| Esmeril | | ES | | | | | | Fecha de Elaboración | |
| | | RESPONSABLES | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | |
| | | RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | |
| Descripción del Proceso- Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) |
| Herramienta que consiste en un motor eléctrico a cuyo eje de giro se acoplan en uno o ambos extremos discos sobre los que se realizan diversas | Motor eléctrico no funciona | No permite el pulido | 1 | No esta conectado ala Fuente de alimentación , presenta conector suelto y/o desprendido | 1 | N/A | 5 | 5 | Verificar la fuente de alimentación, verificar y apretar todos los |
| | Motor eléctrico no funciona | | 1 | El protector de sobrecorriente esta dañado | 1 | N/A | 5 | 5 | Reemplazar el protector de sobrecorriente. |
| | Velocidad lenta | | 1 | Alimentación es demasiado baja | 1 | N/A | 5 | 5 | Aumentar la tensión de alimentación |
| | | | 1 | La superficie tien adherida polvos finos | 1 | N/A | 5 | 5 | Limpiar la broca, aumentar la presión |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 45. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Pulidora.

| CÓDIGO | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|------------------------------|-----------|--|------------|--|-----------|-----|--|
| ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | | | |
| Pulidora | | PL | | Fecha de Elaboración | | | | | |
| RESPONSABLES | | | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso- Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) |
| Herramienta que consiste en un motor eléctrico a cuyo eje de giro se acoplan en uno discos con el cual se realizan diversas tareas | Motor eléctrico no funciona | No permite cortar y pulir | 2 | No esta conectado ala Fuente de | 1 | N/A | 5 | 10 | Verificar la fuente de alimentación, verificar y apretar |
| | | | 2 | El protector de sobrecorriente es dañado | 1 | N/A | 5 | 10 | Reemplazar el protector de sobrecorriente. |
| | Velocidad lenta | | 1 | Alimentación es demasiado baja | 1 | N/A | 5 | 5 | Aumentar la tension de alimentación |
| | | | 1 | La superficie tien adherida polvos finos | 1 | N/A | 5 | 5 | Limpiar la broca, aumentar la presión |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 46. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Pórtico.

| CÓDIGO | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---------------------------------|-----------|--|------------|--|-----------|-----|---------------------------|
| ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | | | |
| Portico | | PO | | Fecha de Elaboración | | | | | |
| RESPONSABLES | | | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) |
| Permite elevar el tanque para su traslado | No se puede levantar el tanque | No se puede mover | 1 | No se mueve Cadena de carga | 3 | N/A | 3 | 9 | Lubricacion |
| | | | | Mal colocado los pasadores de suspensión | | | | | Revisión |
| | | No se puede trasladar el tanque | 1 | Falla del freno mecánico | 3 | N/A | 3 | 9 | Revisión y ajuste |
| | | | | Falla de las ruedas | | | | | Revisión y ajuste |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

Anexo 47. Análisis del modo y efecto de falla (AMEF) Rodillo.

| CÓDIGO | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|-----------|---|------------|--|-----------|-----|---------------------------|
| ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA (AMEF) EQUIACEROS SAS | | | | | | | | | |
| Rodillo | | RO | | Fecha de Elaboración | | | | | |
| RESPONSABLES | | HENRY LÓPEZ-BRENDA PEREA | | | | Fecha de Revisión: 10 -07- 2019 | | | |
| RESPONSABLE (DPTO/AREA) | | | | | | | | | |
| Descripción del Proceso-Propósito del Proceso | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) de Falla Potencial | Severidad | Causa(s) de Falla Potencial | Ocurrencia | Controles Actuales: detección prevención | Detección | NPR | Accion(es) Recomendada(s) |
| Facilita la rotación de los tanques para su manipulación. | El Rodillo no gira | No se puede efectuar la soldadura | 1 | Falta de lubricación | 3 | N/A | 5 | 15 | Lubricar |
| | | | 1 | El Motor no gira | 3 | N/A | 5 | 15 | Revisar |
| | | | 1 | El Control esta dañado | 3 | N/A | 5 | 15 | Revisar |
| | | | 1 | No esta conectado a la fuente eléctrica | 3 | N/A | 5 | 15 | Revisar |
| | | | 1 | Pinoñes desgastados estan | 3 | N/A | 5 | 15 | Revisar |
| | | | 1 | Cadena no esta ajustada | 3 | N/A | 5 | 15 | Revisar |

Fuente: Autores del proyecto 2019.

| Equipo | Codigo Equipo | Tipo de Mantenimiento | | Frecuencia | Actividad | AÑO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------|-----------------------|------------|------------|---|----------|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|--|--|--|
| | | Correctivo | Predictivo | | | ENE | | | | FEB | | | | MAR | | | | ABR | | | | MAY | | | | JUN | | | | JUL | | | | AGO | | | | SEP | | | | OCT | | | | NOV | | | | DIC | | | |
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| ROLADORA | RO | | | semanal | Limpieza de la maquina | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | semanal | Lubricación | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Mensual | Revisión del nivel de aceite | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Mensual | Revisión Engrase general revisión de rodamientos del motor | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Anual | Revisión del estado de las correas | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oxicorte | EO | | | Diaria | Revisar calentamiento anormal | [Blue] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Diaria | Revisar que el ventilador | [Blue] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Diaria | Revisar si los interruptores | [Blue] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Diaria | Revisar si el cable esta | [Blue] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Diaria | Limpieza de boquillas. Limpieza interna al circuito | [Blue] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esmeril | ES | | | Mensual | Inspeccion General | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Trimestra | Inspeccion Electrica | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Trimestra | Inspeccion mecanica | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Semanal | limpieza | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pulidora | PL | | | Mensual | Inspeccion General | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Trimestra | Inspeccion Electrica | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Trimestra | Inspeccion mecanica | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Semanal | limpieza | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tablero Electrico | TE | | | Mensual | Manténgalo limpio | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Anual | se aconseja que el tablero soporte No altere su configuración de fábrica | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Mensual | Reisar el estado conecciones elec | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Mensual | revisar la condiciones de las tomas | [Orange] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Portico | PO | | | trimestral | Revisión de aceite | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | trimestral | Verificar estado y ajustar freno | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | trimestral | Limpieza general de reductores | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | semestral | Engrase de estructura | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rodillo | RD | | | Trimestral | Revisión Engrase general | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Trimestral | Revisión del estado de la cadena | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Semanal | Revisar si los interruptores | [Yellow] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Semanal | Revisar el cableado | [Yellow] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | trimestral | Revisión Motor | [Green] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Autores del proyecto 2019.



EL SUSCRITO DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

H A C E C O N S T A R

Que, HENRY NOHORLEY LÓPEZ SUÁREZ, identificado(a) con cédula de ciudadanía No. 80090913 expedida en Bogotá, D. C., con código estudiantil No. 065062037 cursó y aprobó en esta universidad los 10 semestres del programa de Ingeniería Mecánica (Snies 5023) Res. 20250 (26/10/2016) vigencia 7 años - duración 10 semestres en los periodos académicos de segundo periodo 2006 a primer periodo 2018 . Inclusive

QUEDANDO ACADEMICAMENTE AL DIA .

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado en la ciudad de Bogotá, D. C. a los veintinueve (29) días del mes de julio de dos mil diecinueve (2019). DEBIDAMENTE FIRMADA Y SELLADA SIN BORRONES NI ENMENDADURAS.


 MARTHA ROCÍO SANCHEZ TORRES
 SECRETARIO ACADÉMICO
 Facultad de Ingeniería


 MARTHA RUBIANO GRANADA
 DECANO
 Facultad de Ingeniería





UNIVERSIDAD LIBRE®

Personería Jurídica No. 192 de 1946 (junio 27) de Mingobierno
NIT: 860.013.798-5
Domicilio principal Bogotá, D.C. Calle 8 No. 5-80

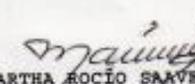
EL SUSCRITO DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

H A C E C O N S T A R

Que, **BRENDA YASNEIR PEREA LOZANO**, identificado(a) con cédula de ciudadanía No. 52725182 expedida en Bogotá, D. C., con código estudiantil No. 065042015 cursó y aprobó en esta universidad los 10 semestres del programa de Ingeniería Mecánica (Snies 5023) Res. 20250 (26/10/2016) vigencia 7 años - duración 10 semestres en los periodos académicos de segundo periodo 2004 a primer periodo 2019 . Inclusive

QUEDANDO ACADEMICAMENTE AL DIA .

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado en la ciudad de Bogotá, D. C. a los veintinueve (29) días del mes de julio de dos mil diecinueve (2019). **DEBIDAMENTE FIRMADA Y SELLADA SIN BORRONES NI ENMENDADURAS.**


MARTHA ROCÍO SAAVEDRA TORRES
SECRETARIO ACADÉMICO



MARTHA RUBIANO GRANADA
DECANO




REGISTRADA N.º 0001 DEL 22 DE JULIO DE 2014. 16 AÑOS