



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

“Diseño de un plan de mantenimiento basado en la criticidad para
aumentar la disponibilidad de los equipos de geosintéticos de la
Empresa El Aliso SS.GG S.R.L.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Ramírez Chucchucan, José Luis (ORCID:0000-0002-8537-2932)

ASESORES:

Mg. Reyes Tassará, Pedro Demetrio (ORCID: 0000-0002-0395-7065)

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Sistemas y Planes de Mantenimiento

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Ti mi Dios por permitirme despertar siempre con vida, salud, fuerza y empeño para alcanzar mis metas y por darme fortaleza en los momentos difíciles.

José Luis Ramírez Chucchucan

A mis padres, Elena y Corpus por su motivación constante y su inmenso amor que me ha permitido seguir adelante, a mi familia por su apoyo incondicional en todo momento.

José Luis Ramírez Chucchucan

Agradecimiento

Agradecer al Ing. Oscar Tejada, por su apoyo incondicional y los consejos brindados durante muchos años quien es y será un gran mentor.

A la Universidad Cesar Vallejo y en especial a la Facultad de Ingeniería, por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

José Luis Ramírez Chucchucan

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÒRICO.....	5
III. MÈTODOLÒGIA.....	27
3.1 Diseño de investigación.....	27
3.2. Variables, Operacionales.....	27
3.3 Población y muestra.....	29
3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	29
3.5 Procedimientos.....	30
3.6 Métodos de análisis de datos.....	30
3.7 Aspectos éticos.....	30
IV. RESULTADOS.....	31
V. DISCUSIÓN.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS	75

Índice de tablas

Tabla 1: Criterios para realizar análisis de criticidad	12
Tabla 2: Criterios de evaluación	13
Tabla 3: Información para el análisis de criticidad.....	15
Tabla 4: Acciones por filosofía para gestión de mantenimiento	17
Tabla 5.- Personal sugerido para integrar el departamento de mantenimiento. ...	19
Tabla 6: Tipificación de la investigación según los criterios más importantes	27
Tabla 7: Matriz de Operacionalizacion de variables	28
Tabla 8: Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	29
Tabla 9: El Aliso Servicios Generales	31
Tabla 10: Tabla de Codificación de la empresa El Aliso S.R.L	35
Tabla 11: Detalle de la empresa El Aliso S.R.L.....	36
Tabla 12: Inventario de equipos 2019 - El Aliso servicios generales S.R.L.....	37
Tabla 13: Evaluación De La Disponibilidad Actual de Los Equipos	39
Tabla 14: Matriz de frecuencia por consecuencia (referencia general)	42
Tabla 15: Frecuencia De Fallas.....	43
Tabla 16: Impacto operacional	43
Tabla 17: Factor de flexibilidad operacional	43
Tabla 18: Costos de mantenimiento.....	44
Tabla 19: Impacto seguridad salud ocupacional	44
Tabla 20: Impacto al medio ambiente	44
Tabla 21: Impacto operacional	45
Tabla 22: Análisis y cálculo de parámetros de criticidad alta ,media y baja	47
Tabla 23: Leyenda de rango de criticidad	48
Tabla 24: Costos de repuestos críticos para el plan de mantenimiento.	64
Tabla 25: Costo de implementación de plan de mantenimiento	66
Tabla 26: Formato de control de mantenimiento	67

Índice de figuras

Figura 1: Modelo Básico de análisis de criticidad.....	12
Figura 2: Matriz de criticidad	13
Figura 3: niveles de análisis para evaluar criticidad	14
Figura 4: Modelo de maquina cuña	22
Figura 5: Modelo de termofusora	23
Figura 6: Modelo de máquinas extrusora	24
Figura 7: Modelo de Maquina tensiómetro	24
Figura 8: Ubicación de la empresa el aliso S.S.G.G.S.R.L	32
Figura 9: Organigrama de la empresa el aliso SS.GG.S.R.L	34
Figura 10: Matriz de ponderación de criticidad.....	40

Resumen

La presente investigación es Diseño de un plan de mantenimiento preventivo, basado en el análisis de criticidad que esta nos ayudara a jerarquizar y tomar prioridades con los equipos de criticidad alta, y realizar un listado de repuestos más críticos para un stock de repuestos que se aplicaran a los equipos y/o máquinas de la empresa el Aliso SSGG SRL.

Teniendo como objetivo como aumentar la disponibilidad mediante la evaluación de un análisis de criticidad, fueron evaluados los indicadores de mantenimiento así como la disponibilidad y la confiabilidad, actual antes de aplicar el plan obteniendo los más bajos en porcentaje de 83 %, 60 %, y el análisis de criticidad realizado a los 66 equipos y dio como resultado 32 equipos de criticidad alta, 16 equipos de criticidad media y 17 equipos criticidad baja, esta evaluación se dio mediante la ponderación de 6 criterios frecuencia de fallas ,impacto operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento ,impacto a la seguridad y salud ocupacional, impacto al medio ambiente ,a través de estos resultados se elaboró un plan de mantenimiento para cada equipo de Geosinteticos, de alta criticidad, lo que permitirá aumentar la disponibilidad de los equipos, reduciendo el porcentaje de mantenimiento correctivo, ya que esta produce atrasos en la producción, alteraciones con la calidad de trabajo.

La pérdida de tiempo por la demora de repuestos Teniendo en cuenta que actualmente existen problemáticas implicadas por déficit en el mantenimiento, es necesario mencionar que una de las causas principales es la falta de un plan de mantenimiento preventivo.

Palabras claves: Mantenimiento, criticidad, disponibilidad, Geosinteticos.

Abstract

The present investigation is Design of a preventive maintenance plan, based on the critical analysis that will help us prioritize and take priorities with the high criticality teams, and make a list of more critical spare parts for a stock of spare parts that will be applied to the equipment and / or machines of the company the Aliso SSGG SRL.

With the objective of increasing availability through the evaluation of a criticality analysis, maintenance indicators were evaluated as well as availability and reliability, current before applying the plan, obtaining the lowest percentage of 83%, 60%, and the criticality analysis performed on the 66 teams and resulted in 32 high criticality teams, 16 medium criticality teams and 17 low criticality teams, this assessment was made by weighing 6 criteria, frequency of failures, operational impact, operational flexibility, maintenance costs, impact on occupational health and safety, impact on the environment, through these results, a maintenance plan for each high-critical geosynthetic equipment was developed, which will increase the availability of the equipment, reducing the percentage of corrective maintenance, since this produces production delays, alterations with The quality of work.

The loss of time due to the delay of spare parts Given that there are currently problems involved in maintenance deficits, it is necessary to mention that one of the main causes is the lack of a preventive maintenance plan.

Keywords: Maintenance, criticality, availability, Geosynthetics.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Internacional

El mantenimiento de los equipos y maquinaria juega un papel muy importante actualmente en las empresas, diversos especialistas coinciden en que la seguridad, alto rendimiento, capacidad de carga, mínimo consumo de insumos y mayor vida útil, son elementos técnicos fundamentales en la toma de decisión sobre adquirir una máquina. Para ello, en las unidades mineras se realizan diferentes programas de mantenimiento. Por ejemplo, Luis Villegas, gerente de Operaciones de la Unidad Minera Cerro Lindo, comenta que en la operación llevan a cabo la gestión del mantenimiento, apoyados en una plataforma que les permite garantizar su funcionamiento y alargar su vida útil en base a un trabajo preventivo (Horizonte Minero, 2017)

El mantenimiento es vital para mantener una operación óptima en los equipos y maquinaria, sea cual sea su función, diseño y operación. “El propósito del mantenimiento es predecir averías, manteniendo sistemas y equipos en niveles óptimos, para evitar pérdidas de tiempo por reparaciones. Las características principales de un buen mantenimiento son: las inspecciones, detectar las fallas en su etapa inicial, subsanar en el momento oportuno. Frente aquello, es posible otorgar confiabilidad, seguridad, disminución de tiempos muertos por detención de equipos en procesos de producción, proyectar vida útil en equipos, disminuir existencias de almacén (repuestos), un menor costo en reparaciones. Por lo tanto, es de vital realizar mantenimiento preventivo para lograr ahorros de costos y seguridad” (Maquinaria pesada en constante innovación., 2017)

La integración regional y el mundo sin frontera obligan a las empresas Latinoamericanas a lograr la competitividad de las empresas de clase mundial. Por lo tanto, es importante aplicar la excelencia gerencial y empresarial en el área de mantenimiento como una práctica sistemática e integral que busca mejorar resultados constantes, utilizando todos los recursos disponibles al menor costo, teniendo en cuenta que cada empresa y sus sistemas tienen un nivel de desarrollo diferente y tienen sus características propias que la diferencian de las demás. Actualmente no es razonable creer que una instalación completa deba someterse a algún tipo de mantenimiento (por ejemplo, correctivo o preventivo). Cada equipo ocupa un puesto diferente en el proceso industrial y tiene unas características propias que lo distinguen del resto, incluso de otros equipos similares. Esto significa que una bomba o un motor pueden requerir tareas de (Nuñez Ingaroca, 2016)mantenimiento, mientras que una bomba y un motor similares pueden requerir tipo de tareas muy diferentes. Si se desea optimizar, ya no es basta con pensar en el tipo de instalación o en las características del equipo. Es necesario tener en cuenta toda una cadena de factores, como el costo de una parada de producción, su influencia en la seguridad, el costo de una reparación, etc., que determinaran las tareas de mantenimiento más prácticas para cada equipo (Fernandez Campuzano, s.f. pág. 4).

Para lograr optimizar recursos en mantenimiento es necesario establecer estrategias de mantenimiento en los activos, siendo aquellas las que mejoren los resultados de los planes de mantenimiento. Para establecer estas nuevas estrategias es necesario priorizar y clasificar a los equipos en base a su contexto operacional. Es así que la metodología de análisis de criticidad ayudaran a jerarquizar , Por tal motivo es la necesidad de realizar el estudio de las ocurrencias de falla y su consecuencia para determinar su nivel de criticidad y poder realizar su clasificación que mejore la eficiencia en los trabajos de mantenimiento (Guanquiza, 2017 pág. 1)

Nacional.

En el municipio provincial de Yauli - Región La Oroya Junín, cuenta con una flota de equipo pesado, lo que permite la construcción de nuevas vías y el mantenimiento de vías existentes, la falta de programas mantenimiento y planificación provocó su indisponibilidad, resultando en los consiguientes retrasos en las obras por las diversas fallas parciales y totales de los equipos con el consecuente aumento de los costos de operación y mantenimiento, convirtiéndose en un grave problema para la administración municipal. Por tal motivo, fue imprescindible la realización del estudio y la implementación de un plan de mantenimiento que permita planificar, programar y controlar las tareas de mantenimiento preventivo de los equipos con el fin de cumplir con su funcionalidad de manera efectiva y eficiente en trabajo programados, mayor disponibilidad de los mismos y menores costos de operación y mantenimiento, complementado con una mejor gestión de la logística de mantenimiento tales como: mano de obra, materiales, repuestos y las herramientas (Quispe, 2016 pág. 15)

Para optimizar los recursos de mantenimiento, es necesario establecer estrategias de mantenimiento en los activos, siendo aquellas que mejoran los resultados de los planes de mantenimiento. Para establecer estas nuevas estrategias, es necesario priorizar y clasificar a los equipos según su contexto operativo. Así, la metodología de análisis de criticidad ayudará a priorizar, por lo que es necesario estudiar las ocurrencias de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas para determinar su nivel de criticidad y realizar su clasificación que mejore la eficiencia de mantenimiento (Guanoquiza, 2017 pág. 1)

Para citar un ejemplo, las empresas mineras bajo la presión de la competencia, se ven obligadas a alcanzar altos valores de producción, exigiendo niveles de calidad y entrega a tiempo, las paradas inesperadas frecuentes afectaron en gran medida la disponibilidad de dichos equipos y en consecuencia afectaron los trabajos planificados. Lo expuesto condujo a una

baja disponibilidad mecánica de los tractores debido al mal control y ejecución del mantenimiento y la programación aplicada, por lo que hubo una necesidad urgente de mejora lo cual fue el objetivo primordial del estudio realizado (Nuñez Ingaroca, 2016 pág. 3).

Local.

El Aliso servicios generales SRL, es una empresa dedicado al rubro, de instalación de geomembranas, y soldado de tuberías plásticas HDP, prestando servicios en el sector Minero Debido a los grandes estándares de calidad que requieren estas empresas, han generado que la empresa cada vez sea más competitiva y busque mejorar sus procesos y áreas internas de la empresa. Para poder cumplir con estos requerimientos la empresa requiere contar con equipos que garantice su proceso productivo y esto será a través de contar con un área de mantenimiento y es por eso que falta un plan de mantenimiento.

La empresa no tiene un plan de mantenimiento planificado de acuerdo con las condiciones de operación actuales, surgen problemas de paradas imprevistas en plena producción, Y solo se corrige cuando la falla se presenta en la máquina. y la demora por falta de repuestos, esto conlleva a grandes pérdidas de producción por los tiempos muertos durante su operación.

Para encontrar la solución a este problema se plantea el sistema de gestión de un plan de mantenimiento basado en la criticidad, en la cual nos ayudara a analizar y determinar las fallas potenciales y frecuentes de cada máquina y los repuestos más utilizados, para tener un stock mínimo de repuestos, de esta forma tener más disponibilidad de equipos.

II. MARCO TEÒRICO

2.1 Trabajos previos.

En la tesis “Análisis de criticidad de equipos para el mejoramiento del sistema de gestión del mantenimiento en la empresa de Aluminios CEDAL” cuyo objetivo fue realizar un análisis crítico de los equipos en el sistema de gestión de mantenimiento en la empresa de aluminios CEDAL para optar el título de Magíster en Gestión del Mantenimiento Industrial, concluye que el análisis de criticidad permite establecer prioridades de acuerdo a su indicie y establece estrategias de acuerdo al tratamiento de resultados que se determinen por factores mantenibles, bajo la normativa Norsok-Z008, EN-16646, ISO-3100 y ISO-14224. Establece una metodología para el análisis de criticidad en la empresa donde desarrolla la investigación en ella determina un orden lógico y una sistematización de la aplicación de un modelo constituido por 6 etapas, primero mediante la organización por convección según la ISO-14224 se determinó el objeto de estudio y su alcance, segundo se realiza un estudio para conocer el entorno de los activos fijos y la gestión y manutención de estos para establecer un diagnóstico del contexto operacional de los mismo, en tercer lugar en base a la frecuencia con que ocurren las fallas y las consecuencias de estas se define los recursos disponibles y criterios argumentados en la información de su contexto operacional, en cuarto lugar se calculan los parámetros establecidos, quinto se parametriza una matriz de criticidad y como sexta etapa se determinan las estrategias de mantenimiento según el nivel de criticidad establecido (Tandalla Guanoquiza, 2017 pág. 87).

En la tesis “Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la chancadora 60”x113” de minera Chinalco” cuyo objetivo fue establecer un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la chancadora de la minera Chinalco centra su investigación en encontrar la criticidad de los equipos en ella concluye que la criticidad debe ser identificada para establecer un buen plan de mantenimiento aunque este esté centrado en la confiabilidad, recomienda guiarse de acuerdo al AMEF y por medio de NPR (registros de numero de prioridad de riesgo)

establecer porcentajes que determinen las fallas inaceptables, de reducción deseable y aceptables. El mejorar el estudio de criticidad según lo planteado por el investigador establece aumentar la vida útil de los equipos (Torres Raymundo , 2017 pág. 123).

En el artículo científico “Plan de Mantenimiento Preventivo Basado en la Criticidad de los Equipos Biomédicos de la Clínica Sánchez Ferrer, Para Aumentar su Confiabilidad”, donde analizan los equipos de la clínica Sánchez Ferrer en Trujillo para establecer un aumento de la confiabilidad realizando un análisis de la criticidad, confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad concluye determinando las horas de fallas no previstas, el tiempo útil neto de los equipos, así como las intervenciones de los mantenimientos para determinar el tiempo útil entre fallas en 8.058 h y el tiempo de reparación de 0.511 h lo que determina que generan pérdidas económicas en relación a la producción de equipos, la compra de repuestos y mano de obra externa (Zagarra Tanchiva, 2016).

En la tesis “plan de mantenimiento basado a la criticidad para aumentar la disponibilidad de los equipos del área de producción de la empresa Danper Trujillo S.A.C.” La presente encuesta se realizó y ejecutó con una muestra de 52 equipos del área de producción de la fábrica de conservas y se analizaron las condiciones en su estado actual en base al indicador de disponibilidad, tal resultado equivale al 90%, El análisis de criticidad realizado en los 52 equipos resultó en 7 equipos críticos, 17 de criticidad media y 13 no críticos La evaluación se realizó ponderando los criterios, luego se realizó el plan de mantenimiento de los equipos críticos propuesto, logrando un aumento del 97% en el tiempo de actividad. De esta forma, se corrobora la hipótesis e indica que un plan de mantenimiento basado en la criticidad mejora la disponibilidad; lo que indica que la propuesta ha valido la pena para el área de producción de la empresa (Franklin, 2019 pág. 9)

2.3. Teoría relacionados al tema

2.3.1 Definición de mantenimiento.

Este es una serie de medidas tomadas por una organización con la finalidad de conservar sus equipos e instalaciones en buenas condiciones y mantener su rendimiento en condiciones fiables y respetando la seguridad, salud y el cuidado del medio ambiente (Análisis y diagnóstico de Los tipos de mantenimiento en la pequeña y gran Minería Aurífera en La sub región del bajo cauca. Antioquia, 2018)

2.3.2 Objetivos de mantenimiento

Según el compromiso fundamental del Mantenimiento, se trata de contribuir al logro de los objetivos de la empresa o entidad la cual forma parte. Para este propósito los objetivos del Mantenimiento deben establecerse en la estructura de los objetivos generales de la empresa. Los objetivos del mantenimiento son (Integra Markets, Grupo America Factorial SAC, 2018)

- Maximizar la disponibilidad de máquinas y equipos necesario para la actividad productiva.
- Preservar o mantener el “valor” de la planta y de su equipo, minimizando el deterioro.
- Alcanzar estos objetivos de la manera más económica posible.

2.3.3 Funciones de mantenimiento

La función principal de mantenimiento es cumplir ciertos objetivos, como respaldar a la operación y asegurar la máxima disponibilidad de los equipos. Las funciones están dirigidas principalmente a administrar los recursos utilizados para su implementación, investigar la tecnología y ejecutarlas, podemos dividir las en dos grandes grupos (Castela, 2017)

Funciones primarias.

- Verificar, conservar, reparar las maquinas e instalaciones existentes.
- Producir servicios para las instalaciones.
- Reemplazar, instalar equipos e instalaciones
- Desarrollar un programa de mantenimiento.
- Elegir y entrenar al personal de mantenimiento.

Funciones secundarias.

- Asesorar al personal en el uso de nuevos equipos.
- Solicite repuestos y suministros.
- Ejecutar y controlar un inventario de repuestos y suministros.
- Mantener sistemas de protección y equipos de seguridad en condiciones favorables.

Por lo tanto, el mantenimiento se considera una parte fundamental de una organización.

2.3.4 Tipos de mantenimiento.

a) Mantenimiento correctivo.

Correspondiente a todas las actividades destinadas a corregir las fallas y resolver las fallas, en este caso esperamos a que ocurra el problema para brindar la solución adecuada. (Tecsa, 2018)

Asimismo, la aplicación de este tipo de mantenimiento en una empresa debe evaluarse de acuerdo con sus necesidades y teniendo en cuenta las siguientes características intrínsecas del mantenimiento correctivo (Integra Markets, Grupo America Factorial SAC, 2018 pág. 6)

- Se aprovecha la vida útil de los componentes en su totalidad.
- Los costos de administración son mínimos.
- El personal necesario para realizar las actividades de mantenimiento es limitado.

- Las paradas de producción tienen una alta frecuencia.
- La calidad obtenida durante los trabajos de mantenimiento no es óptima.
- El personal de mantenimiento está mal distribuido y coordinado.
- Las reparaciones se realizan a toda prisa y contra el tiempo.
- No se puede garantizar la disponibilidad y seguridad de los equipos técnicos.

b) Mantenimiento Preventivo.

Compuesto por todas las actividades que buscan anticipar la ocurrencia de un problema, una falla o avería, estas actividades se planifican en el tiempo y el espacio, buscando reforzar los puntos frecuentes de falla, localizar vulnerabilidades, reemplace los componentes viejos o gastados. (Integra Markets, Grupo America Factorial SAC, 2018 pág. 6)

- Inspecciones de rutina. Se llevan a cabo inspecciones en equipos importantes de la planta para determinar si está funcionando correctamente y para determinar si es necesaria o no una intervención.
- Reemplazo de piezas y reparaciones planificadas. Después de un cierto período de funcionamiento, los componentes de la máquina deben reemplazarse y deben realizarse reparaciones para garantizar un funcionamiento correcto.
- Administración organizada y adecuada.
- Existe una buena comunicación entre el área de producción y el área de mantenimiento.
- Existe un adecuado control de los repuestos utilizados en las actividades de mantenimiento.
- Buena disponibilidad y seguridad de equipos técnicos.
- Se reduce el tiempo de inactividad no planificado.
- Los costos asociados con el mantenimiento de información actualizada para cada máquina son altos.
- La vida útil de los componentes no se utiliza por completo.
- La creación de tablas de fallos para cada máquina es un proceso complejo.

c) Mantenimiento predictivo.

Esta encargado de recolectar y analizar la información que permite determinar el momento y el lugar adecuados para realizar las tareas de mantenimiento preventivo, conociendo y reportando constantemente el estado de los equipos, lo que requiere contar con instrumentos adicionales que permitan adquirir dicha información, esto permite reducir los costos de mantenimiento mediante el uso eficiente de los recursos (Gomez, 2017 pág. 22)

Algunas herramientas se muestran a continuación.

- Subsistema tecnológico: Lo constituyen los equipos e instalaciones sujetos a mantenimientos, el conocimiento, procedimientos, métodos, prácticas operativas, parámetros e indicadores.
- Subsistema humano: Lo constituyen el sujeto de mantenimiento, la cultura, habilidades y destrezas, filosofía de liderazgo, comunicaciones, normas de comportamiento.
- Subsistema administrativo: consiste con la estructura organizativa, políticas, la toma de decisiones, procedimientos administrativos, funciones, flujos de trabajo.
- Subsistema de soporte: que consiste en instrumentos de mantenimiento, materiales, herramientas, equipos de prueba, repuestos, información técnica e información de rendimiento.
- Medio externo: Está conformado por las políticas de la empresa, el mercado laboral, la comunidad y el ambiente en general.
- Objetivos y metas: forman el derecho de la organización y las estrategias para lograrlo.

d) Mantenimiento en uso:

Es la realización de las tareas diarias que realiza el mismo operador del equipo, es principalmente limpieza, inspección visual, recolección de datos, lubricación, apriete de tornillos, etcétera. (Integra Markets, Grupo America Factorial SAC, 2018)

e) Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)

Es este mantenimiento programado para llevar el equipo a un punto como si recién saliera de fábrica, lo que implica reemplazar componentes críticos, renovar partes y reparar partes, etcétera. (Integra Markets, Grupo America Factorial SAC, 2018)

1.3.5 Criticidad.

El propósito de un análisis de criticidad es crear un método que sirva como herramienta para ayudar a determinar la jerarquía de procesos, sistemas y equipos en una planta compleja, permitiendo que los elementos se subdividan en secciones que se pueden administrar de manera controlada y auditable (Ramirez, y otros, 2017)

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia} \times \textit{Consecuencia}$$

Donde la frecuencia es el número de eventos o fallas en el sistema o proceso, la consecuencia se determina como el impacto o flexibilidad operacional, los costos de reparación y los efectos de seguridad y medio ambiente (Rojas, 2018 pág. 26)

$$\textit{Consecuencia} = \textit{Impacto operacional} + \textit{impacto mantenimiento}$$

$$+ \textit{costo mantenimiento} + \textit{impacto seguridad} + \textit{impacto ambiental}$$

Los criterios básicos para establecer un análisis de criticidad son los mencionados en la ecuación de consecuencia.

Tabla 1: Criterios para realizar análisis de criticidad

Criterio	Símbolo
Seguridad	IO
Ambiente	IMA
Producción	IS
Costos	CM
Tiempo de reparación	FO

Fuente: Ramírez y otros, 2017, p. 24

Para la selección del método de evaluación, se tienen en cuenta los criterios técnicos, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido es necesario cumplir con la guía de aplicación que se ha elaborado. finalmente, la lista jerárquica es el producto obtenido que se obtiene del análisis (Ramírez, y otros, 2017 pág. 25)

Figura 1:Modelo básico de análisis de criticidad



Fuente: Ramírez y otros, 2017, p. 25

Para determinar la criticidad de una unidad o un dispositivo, se utiliza una matriz de frecuencias por consecuencia de falla. Un eje muestra la frecuencia de fallas y otro

muestra los efectos o consecuencias que tendrá el dispositivo o equipo investigado en caso de falla (Ramirez, y otros, 2017 pág. 26)

Figura 2: Matriz de criticidad.



Fuente: Guía SCO análisis de criticidad, Pemex

2.3.5 Criterios de evaluación.

Se debe generar un registro para determinar la puntuación de cada criterio empleado en el análisis de criticidad, bajo este contexto se debe definir cada criterio (Soto Castillo, 2016 pág. 37).

Tabla 2: Criterios de evaluación

Criterio	Definición
Frecuencia de falla	Número de Veces que falla el sistema o equipo.
Impacto operacional	Porcentaje de producción afectado por fallas
Tiempo Promedio para reparación	Tiempo que demora la reparación de la maquina o equipo
Costo de Reparación	Costo que demanda reparar la falla

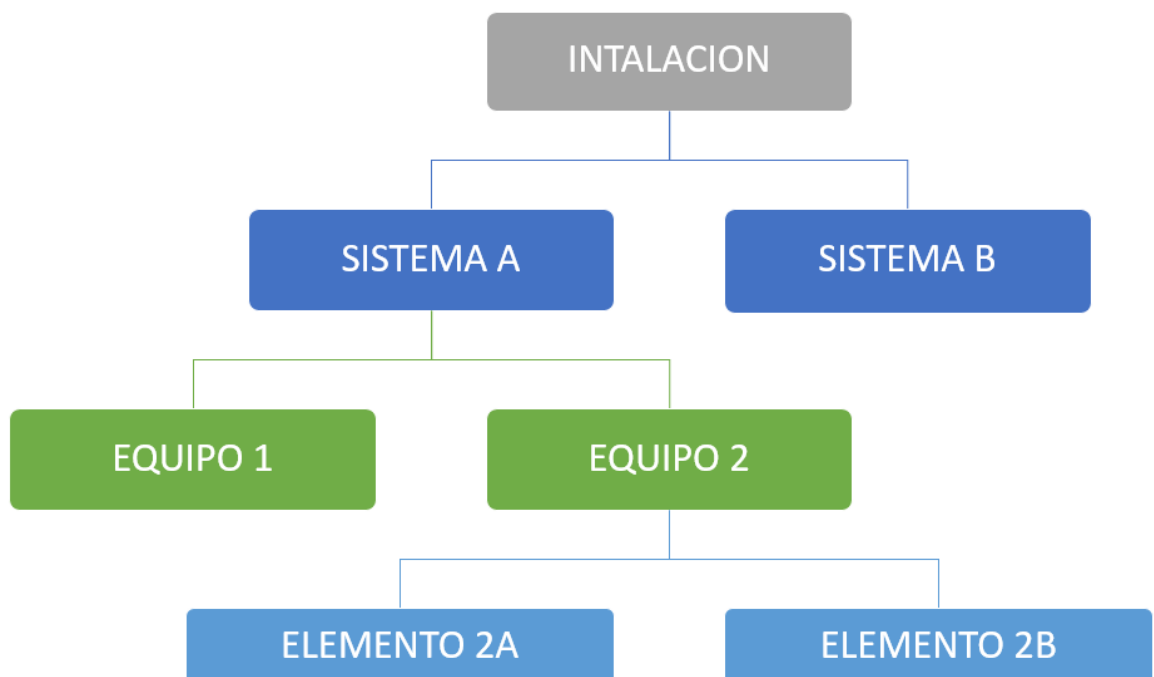
Impacto de seguridad	Eventos no deseados con daños a las personas
Impacto ambiental	Eventos no deseados con daños al medio ambiente

Fuente: Soto Castillo, 2016, p. 36

2.3.6 Definir el nivel de análisis

Se debe definir el nivel en el cual se realiza el análisis (instalación, sistema, equipo o elemento) debe estar de acuerdo a las necesidades o requerimientos de jerarquización de activos (Soto Castillo, 2016 pág. 39).

Figura 3: niveles de análisis para evaluar criticidad



Fuente: Soto Castillo, 2016, p. 39.

Para determinar el nivel de análisis se requiere de cierta información:

Tabla 3: Información para el análisis de criticidad

Información	Descripción
Relación de instalaciones	Tipo de instalaciones con las que cuenta
Relación de equipos o maquinas	Lista de diferentes tipos de equipos
Ubicación	Área, geografía, región , etc.
Registros disponibles de eventos no deseados	frecuencia de ocurrencia de fallas para el análisis
Registro de impactos a la producción	porcentaje de perdida de producción debido a la falla del equipo.
Registros de impacto de seguridad	Impactos generados por la falla

Fuente: Soto castillo, 2016, p. 40.

2.3.7 Definir criticidad

La estimación de impacto total o consecuencias de falla se realiza utilizando rangos y criterios establecidos, estimando la frecuencia de la falla de sus funciones para cada máquina o equipo, sabiendo que puede aparecer más de una falla, el de mayor impacto será el más representativo del sistema o proceso. La frecuencia de ocurrencia de los eventos se debe determinar por año (Soto Castillo, 2016 pág. 41).

Para los impactos por falla se emplean rangos y criterios también ya establecidos:

Los impactos en la producción (IP) se cuantifican de acuerdo a las consecuencias de los eventos no deseados sobre el negocio en sí, considerando el Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) (Soto Castillo, 2016 pág. 42).

$$IP = Produccion\ diferida \times TPPR \times Costo\ unitario\ del\ producto$$

Los impactos asociados con los Daños a las Instalaciones (DI) se evalúan teniendo en cuenta.

$$ID = \text{Costo de Reparacion} + \text{Costos de reposicion de equipos}$$

También es necesario tener en cuenta los daños al personal, impactos al ambiente y población.

Confiabilidad

Es la probabilidad y la capacidad de un equipo para realizar una función requerida, bajo condiciones específicas y establecidas durante un período determinado. El estudio de confiabilidad se basa a los fallos de equipos o componentes. Si se tiene un equipo si fallas se dice que el equipo es confiable. Al realizar un análisis de confiabilidad en un equipo o sistema, obtenemos información valiosa sobre su estado: probabilidad de falla, tiempo promedio de falla, tiempo de vida del equipo. La fiabilidad de un sistema y sus componentes es de suma importancia para el mantenimiento (Mena, 2016 pág. 39)

Gestión de mantenimiento.

Para el control del mantenimiento correctivo y la introducción de estrategias del mantenimiento preventivo se requiere tener organizado de manera adecuada la gestión del mantenimiento, siendo esto fundamental en el objetivo de lograr optimizar la disponibilidad de los equipos del sistema productivo. El requerimiento de una organización que esté orientada al control de costos se acentúa debido al requerimiento de toda empresa de minimizarlos. La otra cara de la moneda es la exigencia actual de la industria de mantener todos los aspectos de manera óptima, como los propios costos pero también la calidad y flexibilidad, lo cual conduce a que se cree la necesidad de realizar análisis de forma sistemática a las mejoras que son ingresadas a la gestión tanto económica como técnicamente del mantenimiento (García Urriaga, 2014 pág. 11).

a) **Gestión de equipos.**

El primer paso de la gestión de equipos corresponde a conocer la base instalada (equipos, máquinas, instrumentos, herramientas), por lo que es necesario tener una lista ordenada o un inventario de dicha base instalada. Además, para contar con información útil, es necesario complementar la información inventariada con datos que indiquen la relación entre los diferentes elementos y su función en el proceso productivo. Los equipos se pueden ordenar según su ubicación, el área operativa según su importancia, según su uso. y según su costo entre otros (Integra Markets, Grupo America Factorial SAC, 2018 pág. 10)

Tabla 4: Acciones por filosofía para gestión de mantenimiento

Filosofía	Actividades
Mantenimiento correctivo	Destinadas a corregir a solucionar defectos y fallas Cuando se presentan
Mantenimiento en uso	Actividades cotidianas que brinda el mismo operador de la maquina
Mantenimiento preventivo	Actividades planificadas en tiempo y espacio que buscan anteponerse a las fallas
Mantenimiento predictivo	Permite prever donde se debe aplicar el mantenimiento preventivo a base de recopilar y analizar información de la máquina .permite reforzar vulnerabilidades de la misma.
Mantenimiento periódico	Actividades que se realizan durante un periodo cíclico de tiempo sin importar las condiciones del equipo, deja en condiciones de soporte otro ciclo de trabajo
Mantenimiento cero Horas	Actividad programadas que buscan llevar al equipo a un estado de “recién salido de fábrica”
mantenimiento de verificación	Actividades que se realizan para confirmar el estado de una pieza cambiada en un equipo
Mantenimiento de calibración	Actividades para ajustar el equipo para que este en un estado óptimo de funcionamiento.

Mantenimiento integrado	Actividades en conjunto de todos los equipos involucrados en el mantenimiento directo o indirectamente
-------------------------	--

Fuente: Integra Markets, 2018, p. 8

b) Gestión de repuestos.

Esta consiste en la planificación de la adquisición de estos a fin de mantener un almacén con el stock más óptimo posible, en función del nivel de criticidad de cada uno, se aconsejan algunas categorías como según la necesidad en planta y su facilidad de adquisición. Aparte de la criticidad también se deben tomar en cuenta el consumo, atención del proveedor, plazo de entrega, costo de la parada del equipo por falta de repuesto, costo del respuesta y las alternativas que ofrece el mercado (Integra Markets, Grupo America Factorial SAC, 2018 pág. 11).

c) Gestión de fallas.

La gestión de falla permite establecer una metodología sobre experiencias pasadas mediante el registro y análisis posteriores de ellas. Así se puede concebir una lista de ayuda al diagnóstico de fallas aplicada como una metodología de trabajo, en la cual se detallen las causas probables de las fallas, sus síntomas y las acciones que se pueden tener para solucionarlas. Con esto se puede establecer un registro económico asociado con la ocurrencia de la falla que debe estar en el registro de información de la maquina (Integra Markets, Grupo America Factorial SAC, 2018 pág. 12).

d) Gestión de recursos humanos.

Es evidente ya que ellas son las ejecutan y realizan las tareas de mantenimiento, son vitales para este por lo que es muy esencial contar con el recurso adecuado tanto en calidad como en cantidad, mucho personal incurre a gastos sobre dimensionados y si se cuenta con poco personal del adecuado se realizan trabajos ineficientes, que incurren en problemas en las máquinas

y como resultado afectan al rendimiento. En cuanto a la calidad esta se da por la instrucción que tiene el personal, experiencia, proactividad, conocimientos empíricos, etc. la gestión debe identificar los rendimientos altos para ponerlos de ejemplo y los rendimientos deficientes para mejorarlos. Otro recurso es las cabezas de áreas, departamentos o directivos que son responsables de la organización que se dé del personal en la asignación de responsabilidades y tareas al personal idóneo (Integra Markets, Grupo America Factorial SAC, 2018 pág. 13)

Tabla 5.- Personal sugerido para integrar el departamento de mantenimiento.

Cargo	Perfil	Tareas
Gerente De Mantenimiento	Gestionar todo el departamento desde un punto de vista técnico organizativo y económico	Establece objetivos del departamento y brinda lineamientos para cumplirlos
		Elabora presupuestos y aprueba el uso del mismo sobre los encargados de cada área
		Define políticas de trabajo y aprueba los procedimientos de trabajo
		Define las los jefes que lideraran las diversas áreas
		Aprueba planes de trabajo y proyectos de mejora
Jefe Técnico	Jefe de técnicos con conocimiento de la planta en profundidad lo que le da experiencia sobre las vulnerabilidades del proceso y equipos instalados	Elaborar plan de mantenimiento (aspecto técnico)
		Prepara informes técnicos
		Brindar recomendaciones sobre tecnología y proveedores
		Gestionar información sobre maquinaria
		Coordinar con ingeniería y proyectos
		Liderar la implementación de proyectos
Jefe De Planeamiento	Está a cargo de planificar las operaciones que se desarrollan dentro del departamento	Elaborar plan de mantenimiento (aspecto económico)
		Planifica actividades de mantenimiento
		Prevé recursos
		Planifica compras
		Preara planes de capacitación
		Lidera equipo operativo de planta

Jefe De Mantenimiento	Responsable de ejecutar el plan de mantenimiento	Gestiona las tareas técnica y económicamente
		Organiza agenda de trabajos (turnos del personal)
		Soluciona problemas del día a día
		Lidera y coordina supervisiones
Supervisor De Área	Encargado de supervisar cada área en la que se divide el departamento de mantenimiento	Lidera equipos de trabajo por área
		Gestiona recursos y presupuestos por área
		Garantiza disponibilidad de los equipos por área
		Coordina e integra las tareas con otras áreas
Personal De Campo	técnicos de mantenimiento	Funciones de mantenimiento dentro de la planta

Fuente: Integra Markets, 2018, p. 13

Disponibilidad

Es un factor que empieza a tener realce a partir de la tercera generación de la evolución del mantenimiento ya que en esta etapa la industria alcanza altas velocidades de producción y se refirió a esta característica como objetivo del mantenimiento, así como el incremento de seguridad al ambiente y mejor calidad de producto (Ramos Sparrow, 2017 pág. 19)

La disponibilidad (D) es el parámetro fundamental asociado con el mantenimiento teniendo en cuenta que es el limitante para la capacidad de producción de la empresa. Se define como la posibilidad de que una máquina esté dispuesta para su funcionamiento en un intervalo de tiempo establecido, lo que quiere decir que este indisponible por ajustes o averías (Ramos Sparrow, 2017 pág. 27)

Los periodos no incluyen paradas que se hayan planificado por producción o mantenimiento debido a que estas no involucran falla en la máquina o equipos, aunque la definición natural de disponibilidad es la mencionada se puede establecer otra mucho más práctica debido a tiempos medios reparación y fallas (Ramos Sparrow, 2017 pág. 27).

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

$$D(T) = \frac{\Sigma \text{Tiempo disponible para la producci\u00f3n}}{\Sigma \text{Tiempo disponible para la producci\u00f3n} + \Sigma \text{tiempos en mantenimiento}}$$

Donde MTBF es el tiempo promedio entre fallas condicionado para sistemas donde el tiempo de reparaci\u00f3n es significativo en consideraci\u00f3n al tiempo de operaci\u00f3n.

$$MTBF = \frac{\text{Numero de horas de operacion}}{\text{numero de paradas correctivas}}$$

Adem\u00e1s, MTTR es el tiempo promedio de reparaci\u00f3n que es el tiempo promedio que le tomara a la maquina a tener las condiciones f\u00edsicas y operacionales disponibles despu\u00e9s de una falla funcional (Ramos Sparrow, 2017 p\u00e1g. 28).

Tiempo Promedio Entre Fallas (MTBF)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones correctivas}}{\text{numero de reparaciones correctivas}}$$

Tiempo promedio para la falla (MTTF) - (Mean Time To Fail)

$$MMTF = \frac{\text{N\u00b0 de horas de operacion}}{\text{N\u00b0 de fallas.}}$$

Tiempo promedio para reparaci\u00f3n (MTTR) - (Mean Time To Repair)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total reparacion correctivo}}{\text{Numero reparaciones correctivas}}$$

Equipos de la empresa el Aliso S.R.L

Maquina cuña.

Esta máquina realiza soldadura por termofusión superpuesta, donde se superponen las láminas y una máquina automática de dos rodillos realiza la soldadura. La fusión se realiza por contacto con una cuña calefactora y se realiza antes del paso de los rodillos. Este es el método de unir la membrana de polietileno. A medida que avanza la máquina accionada por rodillos, las áreas calentadas se ajustan, obteniendo dos líneas de soldadura separadas por un canal de aire que se utilizará para el control de la soldadura (Cesla, 2019 pág. 8)

Figura 4: Modelo de maquina cuña



Fuente: Demtech

Maquina termofusora.

La termofusión es un método de soldadura rápido y fácil, para unir tuberías de polietileno, la superficie de las piezas a unir se calienta a la temperatura de fusión y se une por presión, con acción mecánica o hidráulica, dependiendo del tamaño de la tubería.

Figura 5: Modelo de termofusora



Maquina extrusora

La soldadura por extrusión es aquella que se realiza con aporte de material. Esta soldadura se realiza con una máquina extrusora. Está compuesta de una cámara de fusión, una boquilla de precalentado y un teflón que finalmente será la que dará la forma de la soldadura. El material de relleno es varilla de HDP. Este se introduce en la cámara de extrusión, se calienta allí y a través de un tornillo sin fin es empujada hacia fuera. cuando el operador coloca la máquina sobre las láminas que va realizando la soldadura mientras un flujo de aire caliente va precalentando la zona a ser soldado. Las láminas a soldar deben haber sido pulidas para que la soldadura se adhiera perfectamente (Cesla, 2019 pág. 11)

Figura 6: Modelo de máquinas Extrusora



Fuente: Demtech

Maquina Tensiómetro

El Pro-Tester Tensiómetro realiza las pruebas de campo de muestras de soldaduras de unión proveyendo una configuración de doble prueba. Esta configuración combinada con controles electrónicos de alta tecnología y un interfaz de uso fácil hace la tarea de realizar mucho más eficiente.

Figura 7: Modelo de maquina Tensiómetro



Fuente: Demtech.

2.2. formulación del problema

¿De qué manera influye el diseño de un plan de mantenimiento basado en la criticidad para aumentar la disponibilidad de los equipos de Geosintéticos de la empresa el Aliso SSGG.SRL?

2.3. Justificación del estudio

Social

El diseño de un plan de mantenimiento basado en la criticidad, permitirá ejecutar trabajos programados y organizados de los equipos dentro de la empresa. Con esto se podrá lograr un buen desempeño de los equipos y una buena satisfacción laboral por parte de los trabajadores.

Ambiental

Este proyecto de diseño del plan de mantenimiento para los equipos de Geosintéticos permitirá realizar los mantenimientos programados a tiempo esto permitirá bajar los índices de contaminación ambiental, es decir que reducir la contaminación de cualquier tipo es uno de los objetivos principales del mantenimiento.

Económico

Al aplicar este diseño de plan de mantenimiento, se disminuirá los costos por mantenimiento correctivos, disminuirán las paradas imprevistas de los equipos, esto se verán reflejadas en la producción y/o productividad de la empresa.

Seguridad

Con el diseño del plan de mantenimiento basado en la criticidad, se asegurará el buen funcionamiento del equipo previniendo accidentes o condiciones que afecten al personal.

2.4. Hipótesis

Hipótesis general.

Si se diseña un plan de mantenimiento basado en la criticidad incrementara la disponibilidad de los equipos de Geosinteticos de la empresa el Aliso SRL.

2.5. Objetivos

2.5.1 objetivos generales.

Diseño de un plan de mantenimiento basado en la criticidad para aumentar la disponibilidad de los equipos de Geosinteticos de la empresa el Aliso SS.GG. SRL.

2.5.2 Objetivos específicos

- a) Realizar el inventario de equipos de la empresa el Aliso S.R.L
- b) Determinar la disponibilidad actual de los equipos.
- c) Realizar un análisis de criticidad a fin de jerarquizar labores de mantenimiento.
- d) Diseñar un plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria. Que funcione como herramienta para aumentar la disponibilidad de las máquinas, reducir costos de mantenimiento correctivos y aumentar la producción de la empresa el Aliso S.R.L.

III. METODOLOGÍA.

3.1 Diseño de investigación.

Esta investigación es descriptiva

- **Tipo de investigación.**

Aplicada.

- **Diseño**

No experimental

Tabla 6: Tipificación de la investigación según los criterios más importantes

Criterio	Tipo de Investigación
Finalidad	Aplicativo
Estratégica o enfoque teórico metodológico	Cualitativa
Fuente de datos	Primaria (datos de la empresa)
Control en el diseño de la prueba	No experimental
Contexto donde se realizará	Empresa EL ALISO S.R.L
Intervención disciplinaria	Multidisciplinaria

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Variables, Operacionales.

3.2.1 Variable independiente:

- Plan de mantenimiento basado en la Criticidad.

3.2.2 Variable dependiente:

- Incrementar la disponibilidad de los equipos.

Operacionalización de las variables

Tabla 7: Matriz de Operacionalización de variables

Variable Independiente: Criticidad De Equipos

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
Criticidad de Equipos	La criticidad ayuda a priorizar equipos, sistemas, instalaciones reduciendo cuellos de botella, y también apoya en la toma de decisiones para gestionar esfuerzos en la gestión de mantenimiento, la ejecución de proyectos de mejora, rediseños basados en la confiabilidad operacional.	Criticidad de equipos	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia de fallas (tiempo) - Impacto operacional - factor flexibilidad operacional - Costo de reparación - Impacto en la seguridad - Impacto ambiental

Fuente: Elaboración Propia

Variable Dependiente: Disponibilidad De Equipos

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
Disponibilidad de equipos	Posibilidad de que un equipo este operativo para su uso, durante un tiempo determinado.	Disponibilidad de equipos.	$I.D = \frac{TTO - TTR}{TTO} \times 100\%$ <p>Donde:</p> <p>TTO: Tiempo total de operaciones.</p> <p>TTR: Tiempo para reparar.</p>

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Población y muestra.

Constituyen todas las maquinarias que actualmente tiene la empresa.

- **Población:** La maquinaria de la empresa El Aliso Servicios Generales S.R.L
- **Muestra:** 66 equipos de Maquinaria que actualmente tienen.

3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

En los análisis de datos, se relacionan de acuerdo a las fichas de análisis del cuaderno de registro y las fichas de análisis de catálogo, manuales de equipos

Tabla 8: Técnica e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Objetivo
Encuesta	Ficha de encuesta	Exponer el funcionamiento de cada máquina, así como sus características directamente de los encargados o responsables de la maquina
Análisis de documentos	Ficha de análisis del cuaderno de registro	Se recogerán del último año todos los incidentes desarrollados por cada máquina, así como el tiempo de duración y operatividad de la misma
	Ficha de análisis de catalogo	Se recogerán de catálogo o ficha técnica las características de mantenimiento individual de cada máquina según el fabricante
	Manuales de equipo.	Tiempos de mantenimiento impuestos por el fabricante.

Fuente: Elaboración Propia.

3.5 Procedimientos.

3.5.1 Confiabilidad y validez.

Validez: la validez de los instrumentos será dada por el encargado y especialista del área.

confiabilidad: la confiabilidad se determinará por medio de una declaración jurada que se dispondrá en el informe de investigación.

3.6 Métodos de análisis de datos.

Con los datos obtenidos mediante el análisis de la criticidad, se determinará cuáles son los equipos que fallan con frecuencia y se determinara el mantenimiento solicitado, esto sirve para el planteamiento y programación de los trabajos de mantenimiento

Se calculará la disponibilidad en función las horas muertas por falla.

Para realizar la medición lo demostraremos en gráficos Excel y entre otros.

3.7 Aspectos éticos

En la presente Tesis se respetará la propiedad intelectual, se reservará la información que puede causar un conflicto de interés, por lo que se deberá citar todo el conocimiento utilizado, indicando la fuente de origen. Así mismo los datos utilizados serán verdaderos, no se cambiarán ni tampoco serán distorsionados.

IV. RESULTADOS.

Aspectos Generales De La Empresa El Aliso Servicios Generales S.R.L

Tabla 9: El Aliso Servicios Generales

RUC	20453849008
Razón Social	EL ALISO SERVICIOS GENERALES S.R.L
Fecha de Inicio de Actividades	05/05/2004
Dirección Legal	Jr. Las Orquídeas N°. 174 - Barrio. Chontapacha
Distrito / Ciudad	Cajamarca
Departamento	Cajamarca - Perú
Teléfono	076 - 368763
Gerente General	Narciso Llano Tafur

Fuente: Elaboración propia.

Ubicación.

La empresa El Aliso Servicios Generales S.R.L, se encuentra ubicada en el departamento de Cajamarca con dirección en el Jr. Las Orquídeas N° 174, Barrio Contrapecha.

- Distrito: Cajamarca
- Provincia: Cajamarca
- Región: Cajamarca
- Latitud Sur: 7°08'46''S
- Longitud oeste: 78°31'19''W
- Altitud: 2721 msnm

Figura 8: Ubicación de la Empresa El Aliso S.S.G.G.S.R.L



Fuente: Google Maps

Descripción de la actividad

El Aliso Servicios Generales S.R.L. es una empresa en Perú, con sede principal en Cajamarca. Opera en Subdivisión Territorial industria, fue creada el 05/05/2004, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una sociedad comercial de responsabilidad limitada. Sus inicios de actividades económicas se dieron el 01/09/2004, actualmente realiza alquiler cualquier tipo de maquinarias, a la vez se dedican a la construcción de obras de ingeniería civil.

Los socios de dicha empresa, aspiraron a ser protagonistas directos del desarrollo minero en la zona, asumiendo una responsabilidad social y empresarial, respetando y cumpliendo con las Normas y Procedimientos de Minera Sancocha SRL, a su vez dar la oportunidad para que cajamarquino de las comunidades aledañas, tengan acceso a un puesto de trabajo que les permita mejorar sus condiciones de vida, de ahí la importancia de asumir y aplicar el principio de la mejora continua.

Políticas.

El Aliso Servicios Generales SRL nos dedicamos a la instalación de Geosintéticos e instalación de Tuberías Plásticas. Trabajamos para satisfacer

los requerimientos de nuestros clientes, para lo cual cumplimos exigentes estándares de calidad, teniendo en consideración el marco de la normatividad legal vigente aplicable a nuestra actividad.

Contamos con una alta cultura organizacional, personal capacitado y equipos operativos; desarrollamos acciones correctivas, preventivas, además de promover la prevención de servicio no conforme con lo cual reafirmamos nuestro compromiso para la mejora continua en cada uno de nuestros procesos.

Objetivo.

El objetivo de la Empresa El Aliso Servicios Generales S.R.L, es lograr la calidad total y la plena satisfacción de sus clientes, es por ello que viene enmarcado por la facultad de crecer en la mejora continua en todos sus procesos que dirigen su trabajo diario, en base a esto hacen que la empresa planifique y organice un futuro teniendo en cuenta el entorno cambiante que los envuelve en demostrar sus fortalezas y debilidades que superan día con día.

Misión de la empresa el aliso S.R.L.

Brindar excelentes servicios con mayor valor agregado y alta calidad, aplicando los estándares y normas que exigen los organismos nacionales e internacionales aplicables a nuestros productos, para satisfacer, integrar e identificar a nuestros clientes, proveedores, comunidad, empleados y nuestra organización; al monitoreo y evaluar el cumplimiento de nuestra filosofía, política y procedimientos, promoviendo el bienestar de las sociedades en que operamos

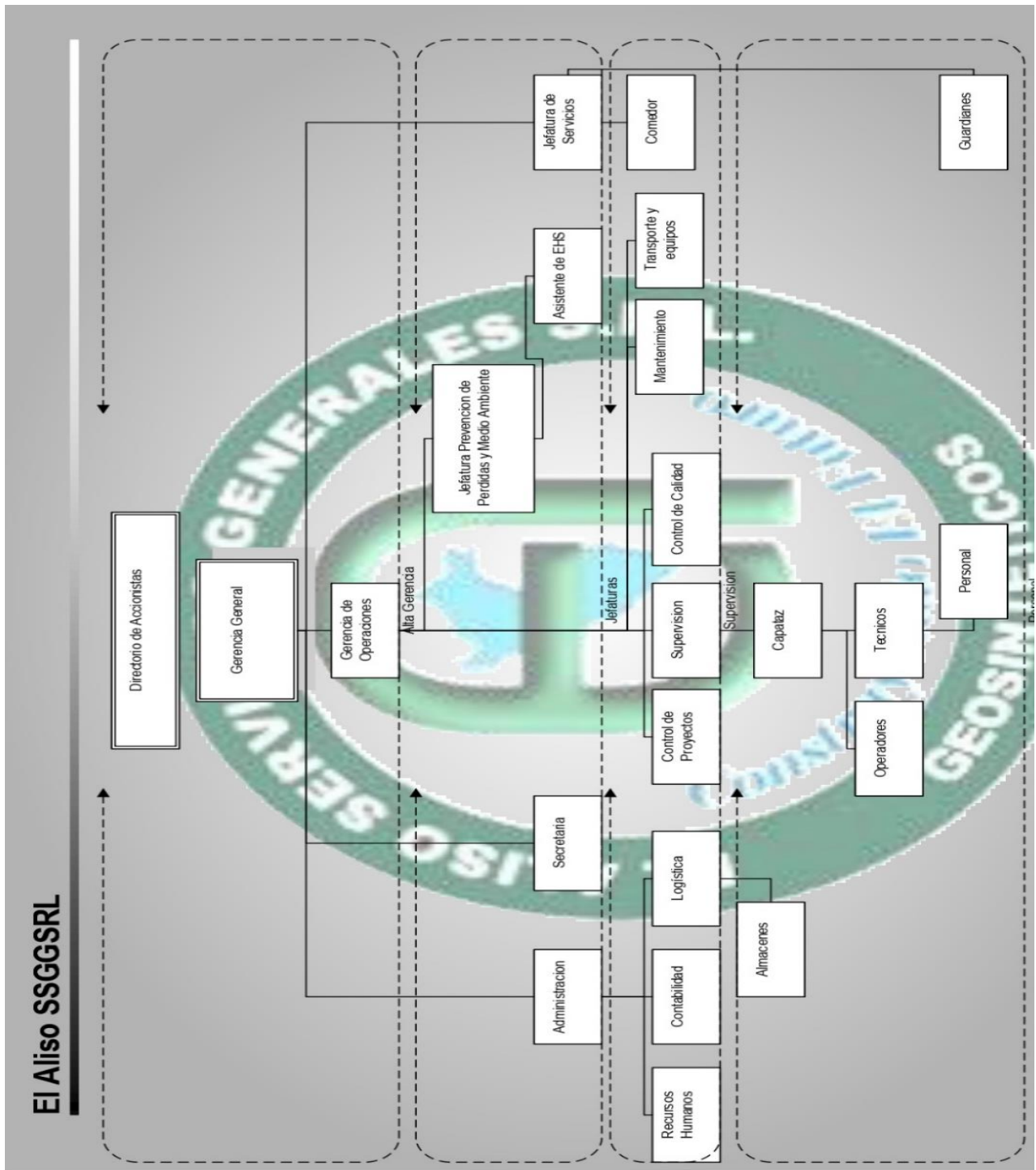
Visión de la empresa el aliso S.R.L.

Ser reconocidos como una empresa con mayor confianza por estar a la vanguardia en la aplicación de estándares y normas de seguridad, preservación ambiental, Calidad y responsabilidad social más exigentes en el entorno donde operamos, complaciendo a nuestros clientes con entrega, profesionalismo y contenido ético. (El Aliso srl, 2014)

Organigrama.

En la ilustración, mostramos el organigrama de la empresa El Aliso Servicios Generales S.R.L, según como está conformado su staff, con el fin de saber sus cargos y la jerarquía que ocupan.

Figura 9: Organigrama de la Empresa El Aliso SS.GG.S.R.L



Fuente: Elaboración Propia.

Codificación De Equipos

- a) Es recomendable desarrollar un sistema de codificación con el que podamos monitorizar correctamente las actividades de mantenimiento, gestión de repuestos y documentación.

La codificación de los equipos se realizó clasificando de acuerdo al tipo de máquinas, año de fabricación, área de producción, ubicación.
según cuadro de tabla 10 y 11

Tabla 10: Tabla de Codificación de la empresa El Aliso S.R.L

ÀREA	SUB ÀREA
Administración (A)	Muebles (M)
	Electrónicos (E)
Logística (L)	EPP (E)
	Herramientas (H)
	Insumos (I)
Mantenimiento (M)	Equipos Menores (M)
	Equipos Mayores (E)
	Movilidades (V)

Fuente: Elaboración Propia

Codificación de máquinas o equipos.

Tabla 11: Detalle de la empresa El Aliso S.R.L

ÀREA	SUB ÀREA	TIPO	COD.	NÚMERO	CÒDIGO INTERNO
Logística (L)	Herramientas (H)	Alicate	1	001	LH1 - 001
		Combas	3	001	LH3 - 001
		Destornillador	4	001	LH4 - 001
		Llaves Mixtas	6	001	LH6 - 001
		Martillo	7	001	LH7 - 001
		Pinzas de geomembrana	10	001	LH10 - 001
		Sacabocados	11	001	LH11 - 001
		Tilfor	13	001	LH13 - 001
		Torqui metro	14	001	LH14 - 001
Mantenimiento (M)	Equipos Menores (M)	Amoladora	1	001	MM1 - 001
		Barra de Despliegue	4	001	MM4 - 001
		Bomba de vacío	5	001	MM5 - 001
		Cuñas	8	001	MM8 - 001
		Cuponera	9	001	MM9 - 001
		Extrusora	10	001	MM10 - 001
		Grupos electrógenos	12	001	MM12 - 001
		Motobomba	15	001	MM15 - 001
		Pistola de chispa	18	001	MM18 - 001
		Soplador de aire	20	001	MM20 - 001
Taladro Eléctrico	21	001	MM21 - 001		

Fuente: Elaboración Propia.

- b) Se realizó un inventario de los equipos y sus condiciones actuales, considerando marca, modelo, serie año de fabricación
- Se verificaron los manuales de todo el equipo, fichas técnicas, hojas de mantenimiento check –list y estado de equipo, que ayudaran para el plan de mantenimiento.

4.1 Inventario de máquinas y/o equipos.

Tabla 12: Inventario de equipos 2019 - El Aliso servicios generales S.R.L

ITEM	DESCRIPCIÓN EQUIPO	CÓDIGO-ALISO	FABRICANTE	MODELO	SERIE	AÑO FABRICACIÓN	CAPACIDAD/POTENCIA	CONDICIÓN	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA		
									MF	M.O	P
1	M.Extrusora	MM10- 01	Polyweld	WB-7000	12044	2006	100 kg/ día	OPERATIVA	✓	✓	✓
2	M.Extrusora	MM10- 02	Polyweld	WB-9000	10461	2006	100 kg/ día	OPERATIVA	✓	✓	✓
3	M.Extrusora	MM10- 04	Polyweld	WB-9000	12323	2008	100 kg/ día	OPERATIVA	✓	✓	✓
4	M.Extrusora	MM10- 05	Polyweld	WB-7000	12599	2009	100 kg/ día	OPERATIVA	✓	✓	✓
5	M.Extrusora	MM10- 08	Polyweld	WB-9000	12547	2010	100 kg/ día	OPERATIVA	✓	✓	✓
6	M.Extrusora	MM10- 09	Polyweld	TX77073	12360	2011	100 kg/ día	OPERATIVA	✓	✓	✓
7	M.Extrusora	MM10- 10	Munsch	EBM13SHe	54284	2011	100 kg/ día	OPERATIVA	✓	✓	✓
8	M.Extrusora	MM10- 11	Munsch	EBM13SHe	60306	2011	100kg/día	OPERATIVA	✓	✓	✓
9	M.Extrusora	MM10- 12	Polyweld	WB-9000	12822	2012	100kg/día	OPERATIVA	✓	✓	✓
10	M.Extrusora	MM10- 13	Polyweld	WB-9000	12866	2012	100kg/día	OPERATIVA	✓	✓	✓
11	M.Extrusora	MM10- 14	Polyweld	WB-9000	13171	2013	100kg/día	OPERATIVA	✓	✓	✓
12	M.Extrusora	MM10- 15	Polyweld	WB-9000	13192	2013	100 kg/ día	OPERATIVA	✓	✓	✓
13	M.Extrusora	MM10- 16	Polyweld	WB-9000	13193	2013	100 kg/ día	INOPERATIVO	✓	✓	✓
14	M.Extrusora	MM10- 17	Polyweld	WB-7000	13401	2014	100 kg/ día	INOPERATIVO	✓	✓	✓
15	M.Extrusora	MM10-18	Demtech	PRO -X5	PX50351	2018	100 kg/ día	OPERATIVA	✓	✓	✓
16	M Cuña	MM8-02	Polyweld	PW -400	12327	2008	200 m / día	INOPERATIVO	✓	✓	✓
17	M Cuña	MM8-03	Polyweld	PW -400	12448	2009	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	✓
18	M Cuña	MM8-04	Demtech	O-WEDGE-VM-	PW 1764	2009	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	✓
19	M Cuña	MM8-05	Demtech	O-WEDGE-VM-	PW 1922	2009	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	✓
20	M Cuña	MM8-06	Demtech	O-WEDGE-VM-	PW 1983	2011	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	✓
21	M Cuña	MM8-07	Demtech	O-WEDGE-VM-	PW 1982	2011	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	✓
22	M Cuña	MM8-08	PWT	PW-2000	CW 106 94	2007	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	✓
23	M Cuña	MM8-09	PWT	PW-2000	CW2837-05IT	2011	200 m / día	INOPERATIVO	✓	✓	✓
24	M Cuña	MM8-11	PWT	PW-2000	CW-0059-11T	2011	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	✓
25	M Cuña	MM8-12	PWT	PW-2000	SW-0041-12T	2011	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	✓
26	M Cuña	MM8-13	PWT	PW-2000	SW-0036-12T	2011	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	✓
27	M Cuña	MM8-14	Demtech	RO-WEDGE-3X	3XL 4040	2011	200 m / día	OPERATIVA	✓	✓	X
28	Termofusora	MM23-01	Omicron	GF400	M 127A.62.02.004	2007	4" A 16"	INOPERATIVO	✓	✓	X
29	M.Termofusora	MM23-03	Ritmo	BASIC 355	21635973	2009	4" A 14"	OPERATIVA	✓	✓	X
30	M.Termofusora	MM23-04	Ritmo	BASIC 500	106500001M	2009	8" A 18"	OPERATIVA	✓	✓	X
31	M.Termofusora	MM23-05	Mcelroy	618	C33705	2009	6" A 18"	INOPERATIVO	✓	✓	X
32	M.Termofusora	MM23-06	Mcelroy	412	C31173	2010	4" A 12"	OPERATIVA	✓	✓	X
33	M.Termofusora	MM23-07	Ritmo	BASIC 250	095500103 M	2010	2" A 8"	OPERATIVA	✓	✓	X
34	M.Termofusora	MM23-08	Ritmo	DELTA 630	3087000048 M	2010	12" A 24"	OPERATIVA	✓	✓	X
35	M.Termofusora	MM23-09	Mcelroy	412	C29502	2011	4" A 12"	OPERATIVA	✓	✓	X
36	M.Termofusora	MM23-10	Mcelroy	618	C41682	2011	6" A 18"	INOPERATIVO	✓	✓	X
37	M.Termofusora	MM23-11	Ritmo	DELTA-500	116500044 M	2011	8" A 18"	OPERATIVA	✓	✓	X
38	M.Termofusora	MM23-13	Rotemberger	P 630B	1204081-12	2011	12" A 24"	OPERATIVA	✓	✓	X
39	M.Termofusora	MM23-14	Omicron	KL 500	M.740A.62.01.003	2011	8" A 18"	INOPERATIVO	✓	✓	X
40	M.Termofusora	MM23-15	Ritmo	DELTA-500 V1	1265000015 M	2011	8" A 18"	OPERATIVA	✓	✓	X
41	M.Termofusora	MM23-16	Mcelroy	1236	C51630	2012	12" A 36"	OPERATIVA	✓	✓	X
42	M.Termofusora	MM23-17	Ritmo	DELTA 630	127000049M	2012	12" A 24"	OPERATIVA	✓	✓	X
43	M.Termofusora	MM23-18	Ritmo	BASIC 250	125500233M	2014	2" A 8"	OPERATIVA	✓	✓	X
44	M.Termofusora	MM23-19	Mcelroy	PITBULL-14	432601	2013	1" A 4"	OPERATIVA	✓	✓	X
45	termofusora	MM23-20	Ritmo	BASIC 355 V0	176200001M	2017	4" A 14"	OPERATIVA	✓	✓	X
46	Tensiómetro	MM22 - 01	Polyweld	MLP-500	188902	2009	500 Lbs	OPERATIVA	✓	✓	X
47	Tensiómetro	MM22 - 02	Leister	EXAMO	1110005	2011	500 Lbs	OPERATIVA	✓	✓	X
48	Tensiómetro	MM22 - 03	Leister	XAMO CH-606	1131009	2011	500 Lbs	OPERATIVA	✓	✓	X
49	Tensiómetro	MM22 - 04	Demtech	PRO-TESTER	PT-7424	2012	1200 LBS	OPERATIVA	✓	✓	X
50	Tensiómetro	MM22 - 05	Demtech	PRO-TESTER	PT- 7579	2013	1200 LBS	OPERATIVA	✓	✓	X
51	Grupo Electrógeno	MM12-03	PG-WILSON	P33E1	FEWPEPP4HETH135	2011	37 Kv	OPERATIVO	✓	✓	X
52	Grupo Electrógeno	MM12-13	Olympian	GEP- 25-1	Y00000KPxM0977	2011	25 kv	OPERATIVO	✓	✓	X
53	Grupo Electrógeno	MM12-21	GTZ	HB4160CALY	976302	2011	25 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
54	Grupo Electrógeno	MM12-29	Olympian	GEP-33-3	LY00000PLEP0187	2013	37 Kv	OPERATIVO	✓	✓	X
55	Grupo Electrógeno	MM12-30	Perkins	GEP-33-3	LY00000ELEP0191	2013	37 Kv	OPERATIVO	✓	✓	X
56	Grupo Electrógeno	MM12-35	Generac	12542	8,65976E+11	2012	17.5 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
57	Grupo Electrógeno	MM12-37	Generac	12543	7283422	2012	17.5 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
58	Grupo Electrógeno	MM12-38	Generac	57351	7276349	2012	17.5 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
59	Grupo Electrógeno	MM12-39	Olympian	GEP-55-3	LY00000HLEZ0450	2012	55 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
60	Grupo Electrógeno	MM12-41	Generac	57351	7276349	2012	17.5 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
61	Grupo Electrógeno	MM12-42	Generac	57351	7276303	2012	17.5 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
62	Grupo Electrógeno	MM12-43	Generac	G0057352	3001812635	2018	17.5 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
63	Grupo Electrógeno	MM12-44	Generac	G0057352	3001818684	2018	17.5 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
64	Grupo Electrógeno	MM12-45	Olympian	GEP-125-1	LY00000JLEW0219	2018	125 kv	OPERATIVO	✓	✓	X
65	Grupo Electrógeno	MM12-46	Generac	G0057352	3002929770	2019	17.5 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
66	Grupo Electrógeno	MM12-47	Generac	G0057352	3002929746	2019	17.5 KV	OPERATIVO	✓	✓	X
MF = MANUAL FABRICANTE		SI = ✓									
MO = MANUAL DE OPERACIÓN		NO = X									
P = PLANOS											

Fuente: Elaboración Propia.

4.2 Determinar la disponibilidad actual de los equipos.

Se realizará los cálculos para hallar la disponibilidad y confiabilidad del equipo y/o maquinas usando las siguientes formulas.

- Se elaboró tomando los siguientes datos:
- Días de enero a noviembre del 2019.
- 305 días totales 86 días en fines de semana y 10 feriados.
- Días laborables 211 días por 8 horas de trabajos diarios.
- 1688 horas promedio de operación.

- **Disponibilidad**

$$DM = \frac{TIEMPO DE OPERACION - TIEMPO DE PARADA}{TIEMPO DE OPERACION}$$

- **Confiabilidad**

$$MTBF = \frac{N^{\circ} DE HORAS DE OPERACION EN UN PERIODO DADO}{N^{\circ} DE AVERIAS EN EL PERIODO DADO}$$

Según el análisis de la tabla 13 de disponibilidad y la confiabilidad de los equipos se encuentra en una baja confiabilidad del 61% en las maquinas Termofusoras, considerándola la urgencia aplicar el mantenimiento en estos equipos.

Se evaluó la disponibilidad actual de los equipos en un periodo de enero a noviembre.

Tabla 13: Evaluación De La Disponibilidad Actual de Los Equipos

Disponibilidad de equipos y confiabilidad de Enero- Noviembre 2019								
Año	Equipo	Código Aliso	Nº Fallas	Horas Programadas	Horas Trabajadas Aprox	Disponibilidad Mecánica	Confiabilidad MTBF	
2019	M. Extrusora	MM10- 01	17	1400	1264	0,89	74,4	
	M. Extrusora	MM10- 02	18	1400	1256	0,89	69,8	
	M. Extrusora	MM10- 04	14	1400	1288	0,91	92,0	
	M. Extrusora	MM10- 05	18	1400	1256	0,89	69,8	
	M. Extrusora	MM10- 08	19	1400	1248	0,88	65,7	
	M. Extrusora	MM10- 10	19	1400	1248	0,88	65,7	
	M. Extrusora	MM10- 11	17	1400	1264	0,89	74,4	
	M. Extrusora	MM10- 12	16	1400	1240	0,87	77,5	
	M. Extrusora	MM10- 13	17	1400	1264	0,89	74,4	
	M. Extrusora	MM10-14	18	1400	1256	0,89	69,8	
	M. Extrusora	MM10-15	17	1400	1264	0,89	74,4	
	M. Extrusora	MM10-16	19	1400	1248	0,88	65,7	
	M. Extrusora	MM10-17	18	1400	1256	0,89	69,8	
	M. Extrusora	MM10-18	16	1400	1256	0,89	78,5	
2019	M. Cuña	MM8-02	16	1400	1272	0,90	79,5	
	M. Cuña	MM8-03	17	1400	1264	0,89	74,4	
	M. Cuña	MM8-04	15	1400	1280	0,91	85,3	
	M. Cuña	MM8-05	16	1400	1304	0,93	81,5	
	M. Cuña	MM8-06	17	1400	1264	0,89	74,4	
	M. Cuña	MM8-07	15	1400	1280	0,91	85,3	
	M. Cuña	MM8-08	16	1400	1256	0,89	78,5	
	M. Cuña	MM8-09	14	1400	1274	0,90	91,0	
	M. Cuña	MM8- 11	15	1400	1280	0,91	85,3	
	M. Cuña	MM8-12	16	1400	1272	0,90	79,5	
	M. Cuña	MM8-13	14	1400	1288	0,91	92,0	
	M. Cuña	MM8-14	14	1400	1288	0,91	92,0	
	2019	M. Termofusora	MM23-01	16	1400	1256	0,89	78,5
		M. Termofusora	MM23-03	20	1400	1200	0,83	60,0
M. Termofusora		MM23-04	19	1400	1229	0,86	64,7	
M. Termofusora		MM23-05	19	1400	1229	0,86	64,7	
M. Termofusora		MM23-06	18	1400	1256	0,89	69,8	
M. Termofusora		MM23-07	19	1400	1248	0,88	65,7	
M. Termofusora		MM23-08	20	1400	1220	0,85	61,0	
M. Termofusora		MM23-09	18	1400	1238	0,87	68,8	
M. Termofusora		MM23-10	18	1400	1256	0,89	69,8	
M. Termofusora		MM23-11	20	1400	1200	0,83	60,0	
M. Termofusora		MM23-13	19	1400	1248	0,88	65,7	
M. Termofusora		MM23-14	19	1400	1229	0,86	64,7	
M. Termofusora		MM23-15	22	1400	1224	0,86	55,6	
M. Termofusora		MM23-16	17	1400	1247	0,88	73,4	
M. Termofusora		MM23-17	20	1400	1220	0,85	61,0	
M. Termofusora		MM23-18	19	1400	1229	0,86	64,7	
M. Termofusora		MM23-19	19	1400	1229	0,86	64,7	
M. Termofusora		MM23-20	17	1400	1247	0,88	73,4	
2019		Tensiómetro	MM22-01	10	1040	990	0,95	99,0
	Tensiómetro	MM22 - 02	11	1040	985	0,94	89,5	
	Tensiómetro	MM22 - 03	10	1040	990	0,95	99,0	
	Tensiómetro	MM22-04	11	1040	985	0,94	89,5	
	Tensiómetro	MM22-05	11	1040	985	0,94	89,5	
2019	Grupo Electróg	MM12-03	18	1450	1306	0,89	72,6	
	Grupo Electróg	MM12-13	15	1450	1330	0,91	88,7	
	Grupo Electróg	MM12-21	18	1450	1306	0,89	72,6	
	Grupo Electróg	MM12-29	19	1450	1298	0,88	68,3	
	Grupo Electróg	MM12-30	16	1450	1306	0,89	81,6	
	Grupo Electróg	MM13-35	19	1450	1298	0,88	68,3	
	Grupo Electróg	MM13-37	19	1450	1279	0,87	67,3	
	Grupo Electróg	MM13-38	19	1450	1298	0,88	68,3	
	Grupo Electróg	MM12-39	18	1450	1306	0,89	72,6	
	Grupo Electróg	MM13-41	18	1450	1288	0,87	71,6	
	Grupo Electróg	MM13-42	19	1450	1298	0,88	68,3	
	Grupo Electróg	MM13-43	18	1450	1306	0,89	72,6	
	Grupo Electróg	MM12-45	16	1450	1322	0,90	82,6	
	Grupo Electróg	MM13-44	20	1450	1290	0,88	64,5	
	Grupo Electróg	MM13-46	18	1450	1306	0,89	72,6	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 Evaluación de la criticidad.

- **Análisis de criticidad.**

Las perspectivas para llevar a cabo el análisis de criticidad de los equipos se basan en la fisonomía presentados.

Con la suma de todos los puntajes, se establecen tres grupos de criticidad:

a) la alta Criticidad esta entre 50 a 125: Equipos críticos para los cuales es urgente implementar el programa de mantenimiento preventivo.

b) Criticidad media, entre 30 a 49: si es un momento determinado puede volverse crítico.

c) Criticidad menor está entre 5 a 29: dispositivos secundarios en el proceso, que pueden estar sujetos a un programa de mantenimiento.

Figura 10: Matriz de ponderación de criticidad



Fuente: Según la Revista PEMEX

Criticidad Alta	(A)	color rojo	$50 \leq \text{Criticidad} \leq 125$
Criticidad Media	(B)	color amarillo	$30 \leq \text{Criticidad} \leq 49$
Criticidad Baja	(C)	color verde	$5 \leq \text{Criticidad} \leq 29$

Fuente: Revista PEMEX

- **Criticidad de equipo:**

Es todo equipo que, como resultado de la falla, causa una parada inmediata del proceso o línea de producción, lo que hace que la producción disminuya durante las siguientes 24 horas.

- **Equipos críticos**

Estos son aquellos cuyos fallos producen paradas e interrupciones generales, cuellos de botellas, daños a otros equipos o instalaciones o retrasos en las actividades de las demás áreas de actividad de una empresa u organización. Quienes interrumpen la prestación de servicios a los clientes, afectan directamente los procesos de producción y por ende generan problemas con el cumplimiento a los clientes.

- **Determinación de la criticidad**

La criticidad se determina multiplicando la frecuencia con que ocurre las fallas por la suma de las consecuencias, estableciendo características de valores para estandarizar los criterios de evaluación. (julio, 2017 pág. 24)

CRITICIDAD = FRECUENCIA x CONSECUENCIA

CTR = FF x C

Donde:

C: Criticidad

FF: Frecuencia de fallas (rango de fallas en un tiempo determinado (fallos/año))

C: Consecuencias de los eventos de fallas

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

C = (IO x FO) + CM + IS + IMA

Siendo:

IO = Impacto en la producción

FO = Factor de flexibilidad operacional

CM = Factor de costes de mantenimiento

IS = Impacto en seguridad

IMA= Impacto al medio ambiente

La expresión final del modelo de cálculo será lo siguiente:

$$\text{CTR} = \text{FF} \times ((\text{IO} \times \text{FO}) + \text{CM} + \text{IS} + \text{IMA})$$

Los factores ponderados para cada uno de los criterios que se evaluarán en función de la expresión del riesgo se presentan a continuación, en la tabla 14.

Tabla 14: Matriz de frecuencia por consecuencia (referencia general)

FACTOR DE FRECUENCIA (FE)	
Descripción	Ponderación
Frecuencia, Más de 3 eventos al año	5
Probable, 1-3 eventos al año	4
Posible, 1 evento en 3 años	3
Improbable. 1 evento en 5 años	2
Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1
FACTOR DE CONSECUENCIAS	
Impacto operacional (IO)	Ponderación
Perdidas mayores 75% producción mes	5
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25% a 49% producción mes	3
Perdidas 10% a 24% producción mes	2
Perdidas inferiores de 10% producción mes	1
Factor flexibilidad operacional (FO)	Ponderación
No existe stock, tiempos reparación altos	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1
Costos de mantenimiento (CM)	Ponderación
Costos materiales superior 20000 USD	5
Costos materiales superior 10000 – 20000 USD	4
Costos materiales superior 3000 – 10000 USD	3
Costos materiales superior 200 – 3000 USD	2
Costos material inferior 200 USD	1
Impacto medio ambiente (IMA)	Ponderación
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3
Daños mínimos al ambiente	2
Sin daño ambiental	1
Impacto seguridad (IS)	Ponderación
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto en la seguridad	1

Fuente: Factores frecuencia y consecuencia ISO JA2012

- **Frecuencia de fallas.**

Numero de periodos durante los cuales un evento considerado como una falla se repita en una fase periódica, que para nuestro interés será de un año:

Tabla 15: Frecuencia De Fallas

FACTOR DE FRECUENCIA DE FALLAS	PONDERACIÓN
Ocurrencia más de 10 fallas al año	5
Ocurrencia de 9 a 6 fallas por año	4
Ocurrencia de 5 a 4 fallas por año	3
Ocurrencia de 3 a 2 fallas por año	2
Al menos 1 falla por año	1

Fuente: Factores frecuencia y consecuencia ISO JA2012

- **Impacto operacional:**

Efectos causados en la producción. Entonces tendremos 5 posibles clasificaciones para este ítem.

Tabla 16: Impacto operacional

IMPACTO OPERACIONAL (IO)	PONDERACIÓN
Perdidas mayores 75% producción mes	5
Perdidas 50% a 74% producción mes	4
Perdidas 25 % a 49% producción mes	3
Perdidas 10 % a 24 % producción mes	2
Perdidas inferiores 10 % producción mes	1

Fuente: Factores frecuencia y consecuencia ISO JA2012

- **Flexibilidad operacional:**

Determina como la eventualidad de ejecutar un cambio rápido para continuar la producción sin afectar los costos o grandes pérdidas.

Tabla 17: Factor de flexibilidad operacional

FACTOR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	PONDERACIÓN
No existe stock, tiempos reparación altos	5
Stock parcial, procedimientos reparación complejo	4
Stock parcial, procedimientos reparación sencillo	3
Stock suficiente, procedimientos reparación complejo	2
Stock suficiente, tiempo reparación bajos	1

Fuente: Factores frecuencia y consecuencia ISO JA2012

- **Costos de mantenimiento:**

Teniendo en cuenta todos los costos relacionados con el trabajo de mantenimiento, desistiendo por fuera los costos inherentes a los costos de producción sufridos por la falla.

Tabla 18: Costos de mantenimiento

COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	CÒDIGO
Costos de materiales superior 20000 U\$D	5
Costos de materiales superior 100000-20000 U\$D	4
Costos de materiales superior 3000-10000 U\$D	3
Costos de materiales superior 200-3000 U\$D	2
Costos de materiales superior 200 U\$D	1

Fuente: Factores frecuencia y consecuencia ISO JA2012

- **Impacto a la seguridad**

Tabla 19: Impacto seguridad salud ocupacional

IMPACTO SEGURIDAD SALUD OCUPACIONAL	CÒDIGO
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto en la seguridad	1

Fuente: Factores frecuencia y consecuencia ISO JA2012

- **Impacto al medio ambiente**

Posibilidad de ocurrencia de eventos adversos con daños ambientales.

Tabla 20: Impacto al medio ambiente

IMPACTO MEDIO AMBIENTE (IMA)	CÒDIGO
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3
Daños mínimos al ambiente	2
Sin daños al ambiente	1

Fuente: Factores frecuencia y consecuencia ISO JA2012

- **Impacto operacional**

En este cuadro nos indica la cantidad que pierde la empresa cuando un equipo de este modelo paraliza su actividad por falla y/o en espera de repuesto.

Tabla 21: Impacto operacional

Impacto Operacional	Perdidas por Día \$	Perdidas Mes \$	Ponderación
Maquina cuña	400	8800	2
Maquina Extrusora	420	9240	3

Fuente: Elaboración propia

Impacto Operacional	Capacidad en pulgadas	Perdida por Mes \$	Ponderación
Maquina Termofusora	0-12 pulgadas	29568	4
	12-20 pulgadas	43186	4
	20-36 Pulgadas	62832	5

Fuente: Elaboración propia

Análisis Y Cálculo De Parámetros De Criticidad

- **Resultado de Criticidad De Equipos**

$$C = (IO \times FO) + CM + IS + IMA$$

Siendo factores de:

IO = Impacto en la producción.

FO = Flexibilidad operacional

CM = Costes de mantenimiento

IS = Impacto en seguridad.

IMA = Impacto al medio ambiente

La expresión final del modelo de cálculo será lo siguiente:

$$C_t = FF \times ((IO \times FO) + CM + IS + IMA)$$

- **Maquinas Termofusoras**

- $CT=5 ((4 \times 4) + 3 + 3 + 2)$
- $CT= 5(16 + 8)$
- $CT=5(24)$
- $CT:120$

Criticidad Alta.

- **Grupos Electr6genos**

- $CT=5 ((4 \times 1) + 2 + 3 + 2)$
- $CT= 5(4 + 7)$
- $CT=5(11)$
- $CT:55$

Criticidad Alta

- **Maquinas Extrusoras**

$$Ct = FF \times ((IO \times FO) + CM + IS+IMA)$$

- $CT=5 ((2 \times 1) + 2 + 1 + 2)$
- $CT= 5(2 + 5)$
- $CT=5(7)$
- $CT:35$

Criticidad Media.

- **Maquinas Cuñas**

$$Ct = FF \times ((IO \times FO) + CM + IS+IMA)$$

- $CT= 4 ((2 \times 1) + 2 + 1 + 2)$
- $CT= 4 (2 + 5)$
- $CT= 4 (7)$
- $CT: 28$

Criticidad baja

En esta tabla se registra los resultados del análisis de criticidad de los equipos o máquinas.

Tabla 22: Análisis y cálculo de parámetros de criticidad alta ,media y baja

CÓDIGO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MANTTO	IMPACTO M.AMBIENTE	IMPACTO SEGURIDAD	CONSECUENCIAS	TOTAL	CRITICIDAD
MM23-01	5	3	2	2	3	2	13	65	MEDIA
MM23-03	5	3	2	2	3	2	13	65	ALTA
MM23-04	5	4	2	2	3	2	15	75	ALTA
MM23-05	5	4	2	2	3	2	15	75	ALTA
MM23-06	5	3	2	2	3	2	13	65	ALTA
MM23-07	5	4	2	2	3	2	15	75	ALTA
MM23-08	5	5	3	3	3	2	23	115	ALTA
MM23-09	5	3	2	2	3	2	13	65	ALTA
MM23-10	5	4	2	2	3	2	15	75	ALTA
MM23-11	5	4	2	2	3	2	15	75	ALTA
MM23-13	5	3	2	2	3	2	13	65	ALTA
MM23-14	5	3	2	2	3	2	13	65	ALTA
MM23-15	5	4	2	2	3	2	15	75	ALTA
MM23-16	5	4	4	3	3	2	24	120	ALTA
MM23-17	5	5	3	3	3	2	23	115	ALTA
MM23-18	5	4	2	2	3	2	15	75	ALTA
MM23-19	5	3	4	2	1	1	16	80	MEDIA
MM23-20	5	4	2	2	3	2	15	75	ALTA
MM10- 01	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10- 02	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-04	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-05	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-08	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-10	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-11	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-12	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-13	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-14	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-15	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10- 16	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-17	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM10-18	5	2	1	2	1	2	7	35	MEDIA
MM8-02	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-03	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-04	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-05	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-06	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-07	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-08	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-09	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-11	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-12	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-13	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM8-14	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM22-01	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM22-02	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM22-03	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM22-04	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM22-05	4	2	1	2	1	2	7	28	BAJA
MM12-03	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM12-13	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM12-21	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM12-29	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM12-30	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM13-35	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM13-37	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM13-38	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM12-39	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM13-41	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM13-42	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM13-43	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM12-45	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM13-44	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM13-46	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA
MM13-47	5	4	1	2	3	2	11	55	ALTA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Leyenda de rango de criticidad

LEYENDA		
TIPO DE CRITICIDAD	RANGO	COLOR
Alta	$50 \leq \text{criticidad} \leq 125$	Rojo
Media	$30 \leq \text{criticidad} \leq 49$	Amarillo
Baja	$5 \leq \text{criticidad} \leq 29$	Verde

Fuente: Revista PEMEX

Se han intervenido a 66 máquinas de la empresa el Aliso S.R.L, las cuales al ser analizados por una matriz de criticidad se ha encontrado el siguiente resultado. Y se proyecta incrementar de 83% a 95% de disponibilidad.

1. 34 unidades de los equipos presentan situación crítica para implementar los mantenimientos con urgencia.
2. 14 unidades de los equipos están en una criticidad media que también requieren implantar un plan de mantenimiento antes que se agraven
3. 17 unidad de equipo tiene una criticidad baja por lo que es un medio secundario para implementar el mantenimiento.

La disponibilidad más baja son los equipos de termofusión de 61% los que tiene que implementar un plan de mantenimiento y un stock de repuestos más críticos para tener una respuesta inmediata ya que las inoperatividades de estos equipos afectan a empresa.

A continuación, se presenta un plan y programa de mantenimiento a los equipos más críticos y de mediana criticidad y para todo el equipo analizados de la empresa.

4.4 Diseño del plan de mantenimiento.

Diseño Del Plan De Mantenimiento

Máquinas de soldadura de tubería HDPE

Termofusoras Basic 250 y Basic 355

MANTENIMIENTO DIARIO

- verificar nivel de aceite hidráulico.
- Después de cada uso limpiar la fresadora y colocar en su soporte.
- Verifique la temperatura del calentador.
- Limpieza del carro móvil.
- Limpiar la superficie del calentador antes y después de cada fusión.
- Proteger la máquina contra la intemperie.
- Revisar afilado de cuchillas
- Limpie las mordazas y los adaptadores de inserción con un cepillo para eliminar el material residual.

CADA 100 HORAS DE TRABAJO

- Limpiar y lubricar las roscas de perno esparrago con WD-40
- Verificar el estado de los pernos, tuercas y anillos de presión.
- verificar y ajuste de pernos de placa de calentador.
- Inspección y ajuste de tornillos de placa de refrendador.
- Limpieza de grampas y espárragos (con una escobilla de fierro)
- Lubricación de las barras guías usando WD-40
- Cepillar los insertos de las mordazas.

CADA 250 HORAS DE OPERACIÓN

- Verificar el estado de la superficie de los teflones.
- Lubricación de espárragos.
- Limpieza y lubricación de cadena de fresadora.
- Lubricación de pivotes y ejes.

CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN

- Verificación y/o cambio de cuchillas de fresadora.
- Verificación del termómetro del plato calefactor.
- Cambio Del Interruptor De Encendido
- Revisión y/o reparación del termorregulador
- Cambio de escobillas motor fresadora.
- Cambio de aceite hidráulico

CADA 1000 HORAS DE TRABAJO/OPERACIÓN

- Ajustar/substituir válvula de descarga de presión
- Cambiar válvula de máxima presión
- Cambio y/o reparación del termorregulador
- Verificación y/o cambio de cuchillas de fresadora.
- Limpiar guías de las cuchillas de fresadora.

CADA 1500 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambio de sellos y retenes del sistema hidráulicos.
- Cambio de los sellos de los vástagos.
- Verificación y limpieza del tanque hidráulico.
- Ajustar/substituir los acoples rápidos.
- Verificación y/o cambio de mangueras de la bomba hidráulica.
- Verificación de conectores hidráulicos.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN

- Mantenimiento de bomba hidráulica
- Taloneado de plato calefactor.
- Reemplazo de rodamientos del motor eléctrico.
- Mantenimiento de las válvulas hidráulicas.
- Mantenimiento del motor eléctrico de fresadora
- Mantenimiento de selector y válvulas hidráulicas.
- Cambiar cadena de fresadora.

Termofusoras ritmo delta 500 y delta 630.

MANTENIMIENTO DIARIO

- Verificar nivel de aceite hidráulico.
- Después de cada uso limpiar la fresadora y colocar en su soporte.
- El calibrador de presión debe estar en cero para prender el equipo.
- Verifique la temperatura de placas del calentador.
- Limpieza del carro móvil.
- Limpiar las placas del calentador antes de cada fusión.
- Verificación instrumentos de medición.
- Proteger la máquina contra la intemperie.
- Verificar afilado de cuchillas.
- Limpieza de mordazas y adaptadores, quitar material residual.

CADA 100 HORAS DE OPERACIÓN.

- Cepillar las roscas, esparrago con wd-40.
- Verificar el estado de pernos, tuercas y anillos de presión.
- Revisar, ajustar pernos de las placas del calentador.
- Inspección y ajuste, placa de refrendador.
- Limpieza de grampas y espárragos (con una escobilla de fierro)
- Cepillar y lubricar las barras guías.
- Cepillar los insertos de las mordazas.

CADA 250 HORAS DE OPERACIÓN

- Verificar la integridad del teflón de la superficie del calentador.
- Lubricación de cadena de fresadora.
- Verificar ajuste de cuchillas.
- Lubricación del sistema de rodamiento.
- Limpiar y Lubricación de ejes y pivotes.

CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN.

- Sustituir cuchillas de fresadora.
- Verificación y/o cambio de termómetro de calefactor.
- Cambio Del Interruptor De Encendido.
- Cambio de aceite hidráulico.
- Mantenimiento de válvulas hidráulicas.
- Inspección y /o cambio de condensadores.

CADA 1000 HORAS DE TRABAJO

- Ajustar/sustituir válvula de descarga de presión
- Cambiar válvula de máxima presión
- Cambio y/o reparación del termorregulador
- Verificación y/o remplazo de cuchillas.
- Cepillar guías de cuchillas de fresadora.

CADA 1500 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambio de sellos y retenes, cilindros hidráulicos.
- Cambio de los sellos de los vástagos.
- Drenar y limpiar el tanque hidráulico.
- Ajustar/substituir los acoples rápidos.
- Verificación y/o remplazo de mangueras hidráulicas.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambiar condensador de arranque de MOTOR
- Mantenimiento del central electro hidráulico
- Cambiar teflón de las placas del calentador.
- Cambiar rodamientos de motor eléctrico.
- Cambiar válvulas hidráulicas.
- Cambio de rodamientos de discos de fresadora.

CADA 6000 HORAS DE OPERACIÓN

- Ajustar/substituir Cojinete Central
- Cambiar Censor De Temperatura
- Cambiar cable de poder
- Cambiar conector 2p+t/16 A
- Cambiar cañerías hidráulicas.
- Cromado de vástagos.
- Cambio de cadena de fresadora.

Termofusora McElroy pitbull 14

MANTENIMIENTO DIARIO

- Inspección de mordazas de sujeción.
- Después de cada uso limpiar la fresadora y colocar en su soporte.
- Inspección de grampas de mordazas
- Cepillar las ranuras de las bases de las mordazas.
- Limpiar las superficies del calefactor antes de cada fusión.
- Proteger la máquina contra la intemperie.

CADA 100 HORAS DE OPERACIÓN

- Cepillar y ajustar pernos pivotes y ejes.
- Cepillar, limpiar los espárragos fijadores.
- Inspección y ajuste de pernos de disco de la fresadora
- Ajuste de los pernos de discos del calefactor.

CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN

- Verificación y Cambio de cuchillas
- Revisión y cambio de espárragos.
- Reemplazar interruptor de encendido.
- Reemplazo de carbones para la fresadora.
- Lubricar cojinetes para las perillas de sujeción.
- Lubricación de engranajes.

CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN

- limpiar guías de cuchillas.
- Verificación y/o reemplazo de calefactores.
- Verificación y/o reemplazo de sensor de temperatura.
- Cambio sistema de rodamiento
- Verificación y/o reemplazo del termorregulador.
- Cambio de pernos espárragos.
- Inspección y/o cambio de cadena de cortadora

Termofusoras McElroy modelos 412 y 618

MANTENIMIENTO DIARIO.

- Verificar nivel de aceite, motor mecánico.
- El calibrador de presión debe marcar cero para poder prender el equipo
- Cepillar las ranuras de las mordazas madres.
- Limpiar las placas del calentador antes y después de cada fusión.
- Verificar el nivel de aceite hidráulico.
- Proteger la máquina contra la intemperie.

CADA 100 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambio de aceite del motor.
- Reemplazo de filtros, aceite, combustible
- Limpiar filtro de aire.
- Afinamiento de motor.
- Limpieza de carburador.
- Verificar carga de batería.
- Verificar el ajuste de las cuchillas.
- Limpieza de los espárragos de ajuste usando WD-40.
- Limpieza y lubricación de los vástagos.
- Ajuste de soporte de fresadora.

CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambiar bujías.
- Reemplazo de cuchillas
- Reemplazo de pernos de cuchillas.
- Verificación y/o cambio de regulador de temperatura.
- Mantenimiento de la batería.
- Verificación y/o cambio de sensor de temperatura.

CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN

- Verificar, ajustar válvulas de motor.
- Mantenimiento del colector hidráulico.
- Inspección de freno de chasis.
- Mantenimiento de válvulas reductoras de presión.

CADA 1500 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambio de rodamientos de ejes principales.
- Cambio de aceite hidráulico
- Reemplazo de filtro hidráulico
- Verificación de mangueras hidráulicas.
- Limpieza y lubricación de los cojinetes de fresadora.
- Cambio de rodamientos de alternador.
- Reemplazo de válvula de máxima presión
- Reemplazo de válvula de descarga

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambiar rodamientos del motor eléctrico.
- Mantenimiento del bloque del colector hidráulico.
- Cambiar condensadores de motor eléctrico.
- Cambiar cojinetes de los ejes principales.
- Reparación de motor mecánico (cambiar anillos)
- Reemplazo de conectores rápidos.
- Reemplazo de mangueras hidráulicas.

Termofusora McElroy 1238

MANTENIMIENTO DIARIO

- Verificar el nivel de aceite hidráulico en el indicador visual, si es menor al punto indicado rellenar.
- El calibrador de presión debe marcar cero para prender el equipo
- Ajustar temperatura según sea el trabajo.
- Sacar la traba del carro móvil de mordazas.
- Abrir válvula de traba de los cilindros hidráulicos para iniciar el trabajo.
- Instale los insertos con las clavijas para evitar movimientos.
- Limpiar las placas del calentador antes de cada fusión.
- Revisar el voltaje y polaridad de trabajo antes de arrancar el motor eléctrico.
- Lubrique todo el pasador de pivote del cilindro y la barra con aceite grado 30
- Abrir la válvula en término medio para trabajo de la fresadora.
- Limpiar y proteger el equipo de la intemperie.

CADA 250 HORAS DE OPERACIÓN

- Lubricación de partes móviles con grasa de alta temperatura.
- Verificación y ajuste de pernos de las placas del calentador.
- Verificación y ajuste de los pernos del carro móvil de mordazas.
- Ajuste de conectores y mangueras hidráulicas.
- Lubricar la cortadora con grasa de alta temperatura.
- Inspección elemento interior de aire.
- Verificación y ajuste del panel de control electrónico.

CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambio de cuchillas
- Lubricar eje pivotante de las mordazas.
- Lubricar tensores y brazos de dirección.
- Lubricar rodillos de los brazos levantadores
- Lubricar pivotes de la cortadora, calentador
- Revisar/cambiar fusibles.

CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN.

- Cambio de aceite hidráulico
- Cambio de filtro hidráulico
- Drenar, limpiar el tanque hidráulico,
- Reemplazo cuchillas de cortadora.
- Verificación de freno de chasis.
- Verificación y/o Cambio de termómetro de calentador.

CADA 1500 HORAS DE OPERACIÓN

- Verificación de manguera hidráulicas y remplace si presenta desgaste.
- Inspección de cilindros hidráulicos.
- Cambiar interruptor de sobrecarga
- Cambio de enchufe industrial 3p+t /125 A

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambio de cojinetes del motor eléctrico.
- Revisar componente eléctrica de la caja principal.
- Cambio de cadena de fresadora.
- Lubricación del sistema de arrastre de la fresadora.
- Cambio de cojinetes de la fresadora.
- Ajustar cilindros hidráulicos.
- Verificar y/o cambiar sensor de temperatura.
- Verificar y/o cambiar relé de estado sólido.

CADA 5000 HORAS DE OPERACIÓN.

- Mantenimiento del bloque del colector hidráulico.
- Revisión de bomba hidráulica del sistema.
- Mantenimiento de válvulas y mandos hidráulicos.
- Mantenimiento de amortiguadores hidráulicos.
- Cambiar el soporte aislante de la cortadora.
- Revisar y/o cambio del Guarda motor 125 A
- Revisar y/o cambio de guarda motor eléctrico
- Revisar y/o cambiar relé térmico.
- Cambio de válvula de la cortadora.
- Cambio de termómetro de del calentador.
- Revisar y/o cambio del termorregulador de calentador.
- Cambio de los sellos de los cilindros hidráulicos.

Máquinas de cuña caliente.

MANTENIMIENTO DIARIO

- Limpiar el equipo después de cada uso.
- Limpiar con una lija el carboncillo de la cuña de cobre
- Calibrar la temperatura de acuerdo al material.
- Calibrar los rodillos de presión.
- Calibrar la velocidad de trabajo.
- Cepillar los rodillos de tracción después de cada trabajo.
- Lubricar dado de presión.

CADA 250 HORAS DE OPERACIÓN

- Verificación sistema de arrastre.
- Verificar estado de soporte de fusibles.
- Verificar guarda de cuña de cobre.
- Ajuste de soporte de cuña de cobre.
- Limpiar residuos que ingresan a cremallera
- Lubricación de cadena.
- Revisar el ajuste de piñones.
- Revisar ajuste de pernos de todo el equipo.
- Verificación de cables eléctricos.

CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN

- Revisión y con fase de temperatura de display y cuña
- Cambio de rodillos de presión.
- Cambio de calefactor watlow 120/800w
- Cambio de sensor de temperatura
- Verificación y lubricación del sistema de arrastre de cuña.
- Cambio de interruptor de encendido
- Lubricación de cadenas

CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN.

- Verificación y/o cambio, cuña de cobre
- Verificación y/o cambio, dado de presión.
- Cambio y lubricación de cadena superior.
- Cambio de cadena inferior.
- Cambio de carbones de motor de DC

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambio de relé de estado solido
- Cambio de piñones.
- Cambio de rodajes de ejes superior e inferior
- Cambio de conector 2p+t/16 A.
- Verificación y/o cambio de amplificador magnético.
- Verificación y/o cambio del sensor magnético.
- Verificación y/o cambio de relé de estado sólido.

Maquinas extrusoras

MANTENIMIENTO DIARIO.

- Limpiar el equipo después de cada uso.
- Enfriar el equipo antes de apagar.
- Calibrar temperatura antes de cada trabajo.
- Regular la salida de aire caliente de acuerdo al material a trabajar.
- Cuidar el teflón de no ser chancado o maltratado.

CADA 250 HORAS DE OPERACIÓN

- Inspeccionar mecanismo principal de movimiento
- Cambio de aceite de grado 90 a la caja de engranajes.
- Revisar el filtro de aire.
- Limpieza, toberas de aire.
- Revisar conexiones, terminal de cables.
- Ajustar pernos de cañón de extrusora.
- Limpieza del colector del rotor

CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN.

- Revisión y con fase de temperatura de display y cuña.
- Cambio Rodaje, eje Sin Fin 51104
- Cambio de rodajes de soplador
- Cambio de rodajes de rotor
- Verificación y/o remplazo de interruptor de encendido
- Verificación y/o cambio de perilla de ajuste mango
- Verificación y/o cambio de tobera de teflón.
- Verificación y/o cambio de carbones del motor eléctrico.
- Cambio Carbones Leister Triac S

CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN

- Cambio Resistencia tipo 32 / 1550 W
- Verificación y/o Cambio de calefactor Polyweld - WB 9000
- Remplazo, pin de entrada de soldadura.
- Verificación y/o cambio, relé de estado solido

- Verificación y/o cambio de rodamientos del motor
- Limpieza de las delgas del rotor
- Cambio de sensor de temperatura

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN

- Verificación y/o Cambio de piñones.
- Cambio y lubricación de engranajes
- Verificación y/o cambio de conector 2p+t/16 A
- Cambiar Gatillo Percutor
- Cambiar Cable siliconado 3x12 x 4mts

Grupos electrógenos (Motor diésel)

MANTENIMIENTO DIARIO

- Revisar nivel de refrigerante.
- Verificar nivel de aceite de motor.
- Verificar nivel de combustible en el tanque.
- Limpiar los residuos de hidrocarburos en el equipo.

CADA 250 HORAS DE TRABAJO

- Reemplazar aceite de motor mecánico.
- Sustitución del filtro de aceite
- Cambiar filtro de combustible.
- Reemplazar separador de agua.
- Mantenimiento de baterías (rellenar electrolito).
- Reemplazo filtros de aire.
- Verificación de conexiones de descarga a tierra del motor.

CADA 500 HORAS DE TRABAJO

- Verificación y/o ajustar correas del alternador, cambiar si tiene desgaste.
- Comprobación de la bujía de precalentamiento
- Verificación y/o cambio de los bornes de la batería.
- Revisar el estado y carga de la batería
- Mantenimiento del motor de arranque.
- Verificar circuito de ventilación del alternador.

CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN

- Revisar y/o calibrar las válvulas del motor.
- Realice la limpieza de la entrada y salida del turbo
- Revisar y/o reemplazar mangueras y abrazaderas.
- Drenar y limpiar tanque de combustible.
- Reemplazar correa del alternador del motor.
- Reemplazar correa de ventilador del motor.

CADA 2000 HORAS DE OPERACIÓN.

- Mantenimiento del alternador.
- Mantenimiento del motor de arranque.
- Verificación y/o ajuste de los soportes del motor.
- Verificación del turbocompresor.
- Verificación de la bomba de agua.
- Inspeccionar el núcleo del pos enfriador.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN.

- Revisar y/o cambiar inyectores.
- Cambiar refrigerante del sistema de enfriamiento.

CADA 4000 HORAS DE OPERACIÓN

- Revisión y mantenimiento de la bomba de agua.
- Inspeccionar y limpiar el núcleo del pos enfriador.

CADA 6000 HORAS DE OPERACIÓN

- Agregar prolongador de larga duración al refrigerante.
- Cambiar rodamientos del alternador.
- Verificar y cambiar rodamientos del motor de arranque.
- Verificar y/o cambiar la tapa del radiador
- Reemplazar el termostato.
- Verificar y/o cambiar inyectores.
- Realizar pruebas de aislamiento del alternador del grupo.

Grupos electrógenos (Motores Otto)

MANTENIMIENTO DIARIO.

- Revise el nivel de aceite de motor en cada uso.
- Verificar nivel de combustible.
- Limpiar residuos de hidrocarburos del equipo.
- Verificar conexiones eléctricas.

CADA 100 HORAS DE OPERACIÓN

- Funcionamiento de 5 min del generador (si ha estado inactivo).
- Reemplazo de aceite motor.
- Reemplazo de filtro de combustible
- Ajustar conexiones eléctricas.
- Verificar nivel de electrolito de la batería.
- Comprobar funcionamiento de indicador de medida e instrumentos.

CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN.

- Reemplazar filtro de aire.
- Reemplazar bujías.
- Afinamiento de motor
- verificar holgura de válvulas.

CADA 2000 HORAS DE OPERACIÓN

- Mantenimiento de motor de arranque.
- Reemplazar rodamientos de motor de arranque
- Verificación del regulador de voltaje.

CADA 6000 HORAS DE OPERACIÓN.

- Reparación del motor mecánico
- Cambiar rodamientos de rotor.
- Cambiar retenes de cigüeñal.

Indicadores de mantenimiento.

Estos indicadores permitirán tomar decisiones, tanto para fijar objetivos, como para establecer la eficacia del mantenimiento, el buen uso del tiempo dedicado al trabajo realizado y la mano de obra.

En El Aliso S.R.L. la gestión del mantenimiento no es la adecuada, dada la información ya obtenida se han desarrollado los diferentes formatos para realizar el mantenimiento, los principales indicadores a utilizar son:

a. Tiempo medio entre fallas.

Es el promedio de tiempo que se da entre fallas de un sistema o equipo, o el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento.

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{DE HORAS DE OPERACION EN UN PERIODO DADO}}{N^{\circ} \text{DE AVERIAS EM EL PERIODO DADO}}$$

b. Tiempo medio para reparación (Mean Time To Repair)

Este indicador mide la eficiencia para devolver el equipo a las condiciones óptimas de funcionamiento cuando el equipo está fuera de servicio debido a una falla. El tiempo medio de reparación es una métrica asociada con la mantenibilidad (julio Cesar, 2017 pág. 27)

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{DE HORAS DE MANTENIMIENTO}}{N^{\circ} \text{DE AVERIAS EM EL PERIODO DADO}}$$

c. Disponibilidad.

La Disponibilidad es un indicador que permite valorar en forma general el porcentaje de tiempo, en que un equipo esté disponible para efectuar su función. (julio, 2017 pág. 27)

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

d. Costo de mantenimiento por facturación (CMFT)

Permite ver la relación entre los gastos de mantenimiento y la facturación total de la empresa durante un periodo determinado (normalmente 1 año).

$$CMBF = \frac{COSTO\ TOTAL\ DEL\ MANTENIMIENTO\ EN\ UN\ PERIODO\ DADO}{FACTURACION\ DE\ LA\ EMPRESA\ EN\ UN\ PERIODO\ DADO}$$

4.5 Costo para implementar el plan de mantenimiento.

Costos Para Implementar El Plan De Mantenimiento De La Empresa El Aliso SSGG S.R.L

Repuestos por modelo de máquinas.

Tabla 24: Costos de repuestos críticos para el plan de mantenimiento.

TERMOFUSORAS BASIC 250 y 355					
ITEM	Descripción	Código/Parte	UNID	Cantidad	Precio total \$
1	Controlador de temperatura	58300000	Unid	2	1260,52
2	Válvula de liberación de presión	10502070	Unid	3	695,4
3	Válvula de presión máxima	10500550	Unid	3	494,76
4	Conector rápido FFN38 GAS F	10051000	Unid	4	192,64
5	Conector rápido FFN38 GAS M	1005000	Unid	4	192,64
6	Termómetro Viñeta R-SB M8D4+150°/		Unid	2	227,06
7	Manómetro 0-160 bar	11000910	Unid	3	288
8	Contactador de 220 / 12,5 A		Unid	2	200
9	Termocupla de plato calefactor	53050140	unid	2	209,56
10	Condensador de 61.5 uf		Unid	2	30
11	Contactador de 220 / 12,5 A		Unid	3	126
12	Cuchillas Basic 355	74461167	Unid	6	631,08
13	Cuchillas Basic 250	74461057	Unid	6	521,4
				TOTAL	5069,06

Fuente: Elaboración Propia

TERMOFUSORAS DELTA 500 Y DELTA 630					
ITEM	Descripción	Código/Parte	UNID	cantidad	Precio total
1	Tarjeta de termorregulador DELTA 500	53070770	Unid	2	1004,02
2	Relé De Estado Sólido 220 V /40 A	53010100	Unid	2	60,6
3	Manómetro 0-160 bar	11000910	Unid	2	190
4	Válvula de liberación de presión	10502070	Unid	2	463,6
5	Válvula de presión máxima	10500550	Unid	2	329,84
6	Conector rápido FFN38 GAS F	10051000	Unid	4	192,64
7	Conector rápido FFN38 GAS M	1005000	Unid	4	192,64
8	Cuchillas delta 500	74461167	Unid	12	1262,16
9	Cuchillas delta 630	74461257	Unid	6	702,6
10	Cadena delta 500	44090090	Unid	1	750
11	Cadena delta 630	4419005	Unid	1	930
12	bornes de batería de 5/8		Unid	8	24
13	bornes de batería de 3/8		Unid	8	20
				TOTAL	6122,1

Fuente: Elaboración Propia

TERMOFUSORAS MCELROY MODELOS 412 ,618. 1236					
ITEM	Descripción	Código/Parte	UNID	cantidad	Precio total
1	Tarjeta de control de temperatura	T5030001	Unid	2	360
2	TOMA Industrial Menekes 3P+T125 A		Unid	1	80
3	Enchufe Industrial Menekes 3P+T125		Unid	1	95
4	Manómetro 0- 1500 psi	11000910	Unid	3	195
5	Condensador de 60 uf		Unid	2	30
6	Contactador 220 / 125 A		Unid	2	170
7	Cuchillas 412		Unid	6	2700
8	Cuchillas 618		Unid	6	5910
9	Cuchillas 1236		Unid	6	8100
10	Espárragos de ajuste mordazas		Unid	4	180
11	fajas dentadas	9.5x 889	Unid	4	40
12	fajas dentadas	9.5x 7075	Unid	4	48
				TOTAL	17908

Fuente: Elaboración Propia

Insumos/Consumibles

GRUPOS ELECTRÒGENOS						
ITEM	DESCRIPCÒN	Código/Parte	Frecuencia	UNID	cantidad	Precio total
1	Aceite de motor Shell 15w-40		250	Galones	30	720
2	Filtro de aceite Perkins	2654403	250	Unid	8	280
4	Elemento de filtro vaso corto	26560163	250	Unid	8	169,6
5	Elemento de filtro vaso corto	26560201	250	Unid	8	194,4
6	Filtro de aire primario	26510337	500	Unid	6	360
7	Filtro de aire secundario	26510335	500	Unid	6	210
8	Filtro de aire olympian	10000-65566	500	Unid	6	210
9	Aceite hidráulico Shell Telliz 46		500	Galones	30	454,8
10	Aceite hidráulico Shell Sae 10w		500	Galones	20	360
11	Aceite de motor Shell 20w 50		100	Galones	30	642
12	Filtro de gasolina	GB 2233	100	Unid	10	46
13	Filtro de aceite Bosch	1042	100	Unid	10	65
14	Filtro de aire	AFP-5128	250	Unid	6	90
15	Filtro de aire	AFR 1150	500	Unid	6	54,54
16	Bujías Denso 5/8	Q16R-U 11	500	Unid	10	35
17	Filtro de aire	25D12	500	Unid	6	210
18	Electrolito para baterías		250	litros	5	11
19	Refrigerante		2000	Galones	20	800
					TOTAL	4912,34

Fuente: Elaboración Propia

Total en repuestos e Insumos(SEMESTRAL)	
Total en dólares	34011,5
Total en soles	113258,3
Costo mes/soles	18876,4

Fuente: Elaboración Propia

Costo De Implementación De Mantenimiento

Tabla 25: Costo de implementación de plan de mantenimiento

Costo De Implementación De Mantenimiento /Mes			Monto
Mantenimiento preventivo	MANO DE OBRA	Jefe de Mantenimiento	3000
		Técnico Electricista	2500
		Técnico Mecánico	2500
	STOCK DE REPUESTOS	Repuestos, materiales	18876,4
		Insumos consumibles	
formatos para el mantenimiento		Hojas bond	30
TOTAL (soles)			26906,4


Fuente: Elaboración Propia

El costo para implementar el plan de mantenimiento costara la empresa es de 26906,4 soles mensuales-

Formato De Control De Mantenimiento

El siguiente formato permitirá controlar el mantenimiento de los diferentes equipos que cuenta la empresa El Aliso SSGG S.A.C

Tabla 26: Formato de control de mantenimiento

	Formato De Control De Mantenimiento						Emision:9/12/19	
							Revision:0	
Fecha:		HORA					Pagina: 1 de 1	
Responsable :					Mecánico		Eléctrico	✓
	Descripción				Hora		Tipo Mantto	
ITM	Actividades Realizadas	Equipo	Código Aliso	Horometro	Inicio	Final	Correctivo	Preventivo
1								✓
2								
3								
4								
5								
ITM	Repuestos Utilizados	Unidad	Cantidad	Equipo	fabricante	Código De Repuesto		
1								
2								
3								
4								
5								
Observaciones								
Técnico:					supervisor:			
Firma:					Firma:			
Fecha:					Fecha:			

V. DISCUSIÓN

Se han intervenido a 66 máquinas de la empresa el Aliso S.R.L, las cuales al ser analizados por una matriz de criticidad se ha encontrado el siguiente resultado. Y se proyecta incrementar de 83% a 95% de disponibilidad.

34 unidades de los equipos presentan situación crítica para implementar los mantenimientos con urgencia.

14 unidades de los equipos están en una criticidad media que también requieren implantar un plan de mantenimiento antes que se agraven

17 unidad de equipo tiene una criticidad baja por lo que es un medio secundario para implementar el mantenimiento.

La disponibilidad más baja son los equipos de termofusión de 61% los que tiene que implementar un plan de mantenimiento y un stock de repuestos más críticos para tener una respuesta inmediata ya que las inoperatividades de estos equipos afectan a la producción de la empresa.

Las cantidades de fallas y tiempos para reparar se obtuvieron de los registros de mantenimientos y check list de los equipos en un periodo enero a noviembre, con 8 horas y 5 días a la semana con 1688 horas promedio de operación, periodo 2019.

Estos resultados guardan relación con la investigación realizado por Gamarra, (2015) sobre EL “diseño de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa servicios logísticos Chiclayo”. Haciendo hincapié en el desconocimiento de los responsables de la gestión del mantenimiento, donde aplicaron entrevistas y encuestas, utilizaron técnicas observacionales y revisiones de los documentos para evaluar y describir el estado del sistema de mantenimiento utilizado por la empresa y se comparó con los tiempos de mantenimiento según el fabricante y se ha desarrollado un plan de

mantenimiento preventivo. Se llegó a la siguiente conclusión, que el mantenimiento correctivo solo soluciona problemas superficiales y generan mayor gasto operacional y rara vez soluciona el problema real, pero si aumenta la disponibilidad de los equipos mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

De igual forma los resultados de Ortiz (2019) “diseño de un sistema de mantenimiento (M.B.R) aplicado a la maquinaria pesada de la municipalidad de Moyobamba “, evaluó 15 máquinas, los cuales poseen una disponibilidad entre el rango de 77.53% a 89.17%, confiabilidad entre 81.45% a 92.88% Para incrementar los indicadores de mantenimiento, fue necesario realizar un análisis de criticidad a la maquinaria, agrupando las principales fallas en sistema como: lubricación, enfriamiento, combustible, admisión, escape y eléctrico. Este análisis determino que los sistemas más críticos son el de lubricación y enfriamiento; los de criticidad media. combustible, admisión de aire y eléctrico y como único sistema no critico al escape. La metodología basada en el riesgo, permitió, aumentar la disponibilidad y confiabilidad, pero mantener constante la mantenibilidad. Disponibilidad de 88.32 a 94.25% y confiabilidad de 91.44 a 96.52%.

VI. CONCLUSIONES.

- El inventario de las maquinas es fundamental para llevar a cabo el programa de mantenimiento, ya que gracias a esta información se obtuvo acceso a las características propias de cada máquina.
- Se define por medio del análisis de criticidad que 34 unidades de los equipos presentan situación crítica, 14 unidades de los equipos están en una criticidad media que también requieren implantar un plan de mantenimiento con urgencia , 17 unidades de equipo tiene una criticidad baja.
- Se determinó que la disponibilidad actual sin implementar el plan de mantenimiento de los equipos está por debajo de lo que pide el cliente, 45 a 67% en algunos equipos, la cual afecta a la producción.
- Al realizar el análisis de criticidad, se identificó que los equipos alta criticidad fueron las Termofusoras por encontrarse en un rango 10 a 100 y los de criticidad media los grupos electrógenos con un rango 80, esto nos permitirá priorizar trabajos y tomar mejores decisiones.
- Se diseñó el plan de mantenimiento programado para los equipos de la empresa, apoyado en los catálogos de fabricantes, manuales de equipos, manuales de operación, experiencia Mías, con el propósito de minimizar los mantenimientos correctivos y paradas imprevistas.

VII. RECOMENDACIONES

- Entregar la información al encargado de mantenimiento para que pueda utilizar la información y mantener actualizado siempre el listado de equipos, operativos e inoperativos para planificar el trabajo de mantenimiento.
- Para mantener y superar niveles de disponibilidad del 90% se debe implementar el plan de mantenimiento programado, respetando hodómetros de los equipos y tiempo de vida de los repuestos consumibles.
- Se recomienda mantener un stock de repuesto para los equipos más críticos e insumos consumibles para los mantenimientos programados. de esta forma disminuir las paradas prolongadas.
- Efectuar el trabajo de mantenimiento propuesto en este presente trabajo a todo el activo de la empresa propuestos en el programa, para obtener una mayor disponibilidad y reducir el tiempo de inactividad de los equipos.
- Se recomienda capacitar trimestralmente al personal operativo y técnico, instruyendo a los trabajadores involucrados para que brinden retroalimentación con conocimientos técnicos sobre la importancia del mantenimiento y los peligros que se exponen en los diferentes equipos cuando son usados.

REFERENCIAS.

Análisis y diagnóstico de los tipos de mantenimiento en la pequeña y gran minería aurífera en la sub región del bajo cauca, Antioquia. **J.Barrios y S.Calderon. 2018.** 2018, Metalnova, págs. 17-19.

Análisis y diagnóstico de Los tipos de mantenimiento en la pequeña y gran Minería Aurífera en La sub región del bajo cauca. Antioquia. **Barrios, Jaime y Calderòn, Molina. 2018.** 2018, Metalnova, págs. 17-18.

Castela, Francisco. 2017. Mantenimiento industrial. [En línea] 26 de junio de 2017. <https://mantenimientoindustrialweb.wordpress.com/2017/06/26/funciones-y-actividades-del-mantenimiento/>.

Cesla. 2019. *Guía De Soldadura De Geomembrana.* Mexico : s.n., 2019.

El Aliso srl. 2014. www.elaliso.com. [En línea] 2014. <http://www.elaliso.com/mision-y-vision/>.

Enrique, Morales Retamal Sergio. 2017. *Generación Y desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo en base a criticidad, según criterios de estadística de falla en empresa Química Clariant.* Chile : s.n., 2017.

Fernandez Campuzano, Alexey. s.f.. *Análisis de criticidad del equipamiento productivo en UEB Pasteurizadora de Santa Clara.* Departamento de Ingeniería Industrial; Facultad de Ingeniería Industrial y Turismo, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. s.f. pág. 144, Trabajo de Diploma.

Franklin, Encina Ruiz. 2019. *Plan de Mantenimiento basado en Criticidad Para Aumentar La Disponibilidad de equipos Área de producción De Conservas de Pimiento En La Empresa Danper Trujillo S.A.C.*. Trujillo : s.n., 2019.

Garcia Urriaga, Cesar Adolfo. 2014. *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento de una clínica particular en la ciudad de Lima.* Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2014. pág. 115, Tesis de Pregrado.

Gomez, Ana Maria Sánchez. 2017. *Técnicas De Mantenimiento Predictivo, Metodología De Aplicación En Las Organizaciones.* Bogota : s.n., 2017.

Guanokuiza, Diego Fabián Tandalla. 2017. *Análisis De Criticidad De Equipos Para El Mejoramiento Del Sistema De Gestión De Mantenimiento En La Empresa De Aluminios Cedal.* Ecuador : s.n., 2017.

Horizonte Minero. 2017. www.horizonteminero.com. www.horizonteminero.com. [En línea] 4 de Agosto de 2017. <https://www.horizonteminero.com/maquinaria-pesada/>.

Integra Markets, Grupo America Factorial SAC. 2018. *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial* . [ed.] IntegraMarkets. Segunda. s.l. : IntegraMarkets, 2018. pág. 38. 9781370710768.

jose, lui. 2017. *planes de mantenimiento.* arequipa : s.n., 2017.

julio Cesar, hugo Fernando. 2017. *Elaboración De Un Análisis De Criticidad Y Disponibilidad Para La Atracción X-Treme Del Parque Mundo Aventura.* Bogotá. BOGOTA : s.n., 2017.

julio, fernando. 2017. *Elaboración de un análisis de criticidad y disponibilidad para la atracción X-Treme del parque mundo aventura, tomando como referencia las normas, SAE JA1011 Y SAE JA1012* . Bogota : s.n., 2017.

La Confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. **Mesa Grajales, Dairo H, Ortiz Sanchez, Yesid y Pinzon, Manuel. 2006.** 3, Mayo de 2006, Scientia et Technica Año XII, pág. 6. 0122-1701.

Maquinaria pesada en constante innovación. **EMB Construcción. 2017.** 2017, EMB Construcción, pág. parr 11.

Mena, Cristian Huancaya. 2016. *Mejora De La Disponibilidad Mecánica Y Confiabilidad Operacional De Una Flota De Cosechadoras De Caña De Azúcar De 40 T/H De Capacidad.* Peru : s.n., 2016.

Núñez Ingaroca, Christian Manolo. 2016. *RCM para optimizar la disponibilidad de los tractores D8T en la empresa Aruntani SAC - Unidad Tukari.* Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2016. pág. 114, Tesis.

Plan de Mantenimiento Preventivo Basado en la Criticidad de los Equipos Biomédicos de la Clínica Sánchez Ferrer, Para Aumentar su Confiabilidad. **Zagarra Tanchiva, Jerry Raul. 2016.** Trujillo : s.n., 19 de 12 de 2016.

Quispe, Carlos Alberto Contreras. 2016. *plan de mantenimiento de movimiento de tierra por criticidad para tener maquinas disponibles en la municipalidad provincial de yauli laoroya.* Oroya : s.n., 2016.

Ramos Sparrow, Julio Oswaldo. 2017. *Aumento de la Disponibilidad Mediante la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo a las Maquinas de la Empresa Atlanta Metal DRILL SAC.* Escuela de Ingenieria Mecanica, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : s.n., 2017. pág. 112, Tesis de Pregrado.

Rojas, Valentina Lalane. 2018. *Metodología De Análisis De Criticidad Operacional Mediante Herramientas De Simulación, Para Evaluación De Riesgos En La Etapa De Diseño De Un Proyecto Industrial.* Chile : s.n., 2018.

Soto Castillo, Hobner. 2016. *Identificar la criticidad de equipos para mejorar el circuito molienda en la planta concentradora CIA Minera Antamina.* Facultad de Ingenieria Mecanica, Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo : s.n., 2016. pág. 125, Tesis Pregrado.


Tandalla Guanoquiza, Diego Fabian. 2017. *Analisis de criticidad de equipos para el mejoramiento del sistema de gestion del mantenimiento en la empresa de Aluminiom CEDAL.* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba : s.n., 2017. pág. 136, Trabajo de Titulacion para Maestria.

Tecsa. 2018. Que Es Mantenimiento Correctivo. [En línea] 28 de Setiembre de 2018. <https://www.tecsaqro.com.mx/blog/mantenimiento-correctivo/>.


Torres Raymundo , Angel Miguel. 2017. *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la Chancadora 60"x113" de Minera Chinalco.* Facultad de Ingenieria Mecanica, Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo : s.n., 2017. pág. 144, Tesis.

ANEXOS

Anexo 02: Check list de Máquinas Termofusoras.

 CHECK LIST DE EQUIPO DE TERMOFUSORAS							
INFORMACIÒN DEL OPERADOR				INFORMACIÒN DEL EQUIPO			
Operador				Màquina			
Ubicaciòn				Còdigo			
Fecha Inicio				Hodòmetro			
Fecha Termino							
DESCRIPCIÒN	B	R	M	DESCRIPCIÒN	B	R	M
Nivel A. hidráulico	¼ <input type="checkbox"/> ½ <input type="checkbox"/>	¾ <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/>	Plato calefactor			
Nivel aceite	¼ <input type="checkbox"/> ½ <input type="checkbox"/>	¾ <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/>	Funda de calefactor			
Nivel Combustible	¼ <input type="checkbox"/> ½ <input type="checkbox"/>	¾ <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/>	Temperatura de trabajo			
Fugas de equipo				Teflòn de calefactor			
Perillas/espàrragos				vàlvula liberaciòn presiòn			
Pines de Mordazas				vàlvula fijaciòn presiòn			
Mordazas				Ducto de escape			
Manòmetro				Arrancador			
Cuchillas				llave del equipo			
Pernos/tuercas				Dado de espàrragos			
Fajas				Batería			
Bomba hidráulica				Termómetro			
Mangueras Hidráulicas				Cables de poder			
Conectores rápidos				Enchufes industriales			
PARÀMETROS DE FUNCIONAMIENTO							
Temperatura				Frecuencia			
Presiòn				RPM motor			

Anexo 03: Check list de Máquina Cuña

 CHECK LIST DE MÀQUINA CUÑA							
INFORMACIÒN DEL OPERADOR				INFORMACIÒN DEL EQUIPO			
Operador				Màquina			
Ubicaciòn				Marca			
Fecha Inicio				Código			
Fecha Terminaciòn				Hodómetro			
DESCRIPCIÒN	B	R	M	DESCRIPCIÒN	B	R	M
Limpieza				Temperatura			
Pernos/tuercas				Calefactores			
Dado de presiòn				Sensor			
Rodillos				Pickup Magnético			
Rodamientos de arrastre				voltímetro			
cadena superior				Hodómetro			
cadena inferior				Guarda			
Displaye Temperatura				Interruptor de Encendido			
Displaye velocidad				Piñones/engranajes			
Mango soporte				cables de poder			
Ejes				Enchufes industriales			
PARÀMETROS DE FUNCIONAMIENTO							
Temperatura				RPM motor			
Velocímetro							
OBSERVACIONES							
SALIDA				RECEPCIÒN MANTENIMIENTO			
Nombre				NOMBRE			
FIRMA				FIRMA			

Anexo 04: Check list de Máquina Extrusora

 CHECK LIST DE MÀQUINA EXTRUSORA							
INFORMACIÒN DEL OPERADOR				INFORMACIÒN DEL EQUIPO			
Operador				Máquina			
Ubicación				Marca			
Fecha Inicio				Código			
Fecha Termina				Horometro			
DESCRIPCIÒN	B	R	M	DESCRIPCIÒN	B	R	M
Limpieza				Temperatura			
Pernos/tuercas				Calefactores			
Gatillo percutor				Sensor			
Carbones				Motor eléctrico			
Rodamientos				voltímetro			
Eje sin fin				Horometro			
Pin de entrada soldadura				Guarda			
Display Temperatura				Interruptor de Encendido			
Tobera de teflón				Piñones/engranajes			
Mango soporte				Cable de poder			
Funda térmica				Enchufes industriales			
PARÀMETROS DE FUNCIONAMIENTO							
Temperatura				RPM motor			
Aire caliente							
OBSERVACIONES							
SALIDA				RECEPCIÒN MANTENIMIENTO			
Nombre				NOMBRE			
FIRMA				FIRMA			