

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v7i13edespab.0182>

ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS QUE AFECTAN A LA DISPONIBILIDAD DE LA LAMINADORA DE LA EMPRESA 3A COMPOSITES - PLANTABAL

ANALYSIS OF THE PARAMETERS THAT AFFECT THE AVAILABILITY OF THE LAMINATOR OF THE COMPANY 3A COMPOSITES - PLANTABAL

Paredes-Guerrero Wilson Andrés ¹; Perero-Espinoza Galo Arturo ²

¹ Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Posgrado. Portoviejo, Ecuador.
Correo: wparedes6450@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1641-2590>

² Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Posgrado. Portoviejo, Ecuador.
Correo: galo.perero@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3164-6264>

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue encontrar los parámetros que afectan en la disponibilidad de la laminadora de la empresa 3A Composites – Plantabal en el año 2022. Se tiene un total de 231 intervenciones del personal técnico de mantenimiento que a su vez en tiempo de detención no productivo del equipo significa 211.49 horas en el sub área de laminadoras (4 equipos) del área de producción D100. Dando por promedio un valor cercano a la 1 hora en el tiempo de reparación, según el historial de averías y una análisis Ishikawa se puede determinar que el 81% del total de las detenciones menores a 1 hora representa en tiempo de detención 44% . Mediante el uso de la método de análisis modal de fallas y efectos (AMFE) se pudo encontrar y ponderar mediante una análisis de criticidad los parámetros y componentes que han afectado a la disponibilidad de la laminadora. Se pudo encontrar una en correlación entre los equipos menor disponibilidad junto con los indicadores de mano de obra, costos entre otros.

Palabras clave: Laminadora, Disponibilidad, Criticidad, Indicadores, Mantenimiento, Fallas.

Abstract

The present work had as objective to find the parameters that affect the availability of the laminator of the company 3A Composites - Plantabal In the year 2022 there is a total of 231 interventions of the technical maintenance who in turn in Stop time Non-Productive of the equipment means 211.49 hours in the lamination subarea (4 equipment) of the D100 production area. Giving an average value close to 1 hour in repair time, according to the history of breakdowns and an Ishikawa analysis, it can be determined that 81% of the total stops of less than 1 hour represent downtime 44%. By using the failure mode and effect analysis (FMEA) method, it was possible to find and weigh through a criticality analysis the parameters and components that have affected the availability of the horizontal band saw. An assessment could be found among the equipment with the lowest availability along with the indicators of labor, costs, among others.

Keywords: Horizontal band saw, Availability, Criticality, Indicators, Maintenance, Failures.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 16 de enero de 2024.

Fecha de aceptación: 15 de marzo de 2024.

Fecha de publicación: 04 de abril de 2024.



1. Introducción

Las láminas o paneles de madera balsa son utilizados mayoritariamente para el mercado de las energías renovables, ya que son usados en las aspas de los molinos de viento. En este tipo de aplicación se necesita que las láminas de balsa tenga una estabilidad en el espesor con un tolerancia permitida ± 0.2 mm. Al ser las láminas de balsa un recurso natural no renovable es importante que el producto salga con las tolerancias mencionadas ya que caso contrario el producto pasa a un siguiente reproceso donde se produce mayor desgaste o peor aun desechando la lámina provocando una importante pérdida de materia prima.

Dentro de las fallas que reducen la disponibilidad de la laminadora y a su vez provocan gran cantidad de producto no conforme (PNC), son las 6 existentes y se refieren a “cambio de volantes” que equivale 4% del total pero en tiempo inoperativo del equipo se lleva 17% (28.133 horas) del tiempo en total de detención. Estas intervenciones corresponden problemas de ondulaciones “no controladas”, sierras clavadas en lo

paneles de balsa. Y que termina dando como resultado una intervención en cambio de volantes siendo mucho más grande el tiempo de reparación en 11 horas. Esta información ha sido recopilada del documento de sistema de gestión de calidad de la empresa Plantabal “Registro de intervenciones de producción (MA-R1)” y del software de mantenimiento que se usa SMPROG. Es por esto la razón de este trabajo que consiste en determinar los parámetros que inciden en la disponibilidad de la laminadora en la empresa 3A Composites – Plantabal.

Según Gutiérrez [5] el propósito principal del análisis de modos de falla y efectos es conocer completamente el equipo, mediante la identificación de los sistemas y componentes que lo conforman. Por medio del análisis de fallas se puede detectar en forma preventiva, predictiva o anticipada cualquier anomalía que pudiera ocurrir en la funcionalidad del equipo

De acuerdo con Ruiz [7] el método AMFE es una herramienta importante para realizar el mantenimiento con énfasis en la confiabilidad y es extremadamente

efectivo en la gestión del mantenimiento. Esto se debe a que este método se establece como mantenimiento para determinar en qué parte de la planta existe un problema que afecta la operación de la planta. Es instruido en el funcionamiento de los sistemas y subsistemas de la planta, ya que el tipo de error en cada planta está determinado por su derivación del sistema. Esto controla el comportamiento de cada componente de cada sistema y cada dispositivo individualmente. AMFE intenta detectar fallas de tal manera que se consideren inmediatamente insatisfactorias porque perjudican la funcionalidad operativa (interrupción del servicio).

Referente al análisis de criticidad según Salamanca y Acevedo [8] es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y activos creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional basada en la realidad actual. En el

trabajo de Salamanca y Acevedo [8] tiene un concepto similar al anterior comentando lo siguiente el análisis de criticidad es una técnica que permite jerarquizar sistemas, equipos e instalaciones, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

En lo que concierne con el plan de mantenimiento según (Romero, 2022) [6] hace mención que como resultado de utilizar la Herramienta de al análisis, modos de falla (AMFE) en los componentes de los equipos Bolter 88D se pudo analizar los componentes críticos y semicríticos que aquejan constantemente a los equipos Bolter 88D así mismo se realizaron acciones correctivas sobre estas como resultado se controlan las fallas en los diferentes sistemas de los equipos Bolter 88D.

Y como lo comenta (Arias, 2022) [1] en su trabajo el análisis, modos de falla (AMFE) le permite desarrollar plan de mantenimiento desarrollado permitió tener un mayor conocimiento sobre las piezas y sistemas que componen la sierra sin fin vertical, junto con el conocimiento de los operarios basado en la experiencia, se logró tener sinergia

entre el área de producción y el área de mantenimiento, dando como resultado un plan de mantenimiento que detalla procesos preventivos como lubricación, limpieza, etc. Y mantenimientos correctivos como reemplazo de componentes eléctricos, desnivelación de columnas de tensión entre otros

Según lo comentado en los párrafos anteriores este trabajo tiene como objetivo determinar los parámetros que inciden en la disponibilidad de la laminadora en la empresa 3A Composites – Plantabal.

2. Materiales y métodos

El equipo a estudio está ubicado en la ciudad de Quevedo y tiene como función el elaborar laminas (paneles) de madera balsa de diferentes espesor según la orden a trabajar.

Dentro de los dos métodos que usaremos en el presente trabajo la primera en emplear es el análisis de criticidad. Ya que con esta metodología vamos a poder llegar a evaluar hasta un nivel de componentes del equipo. Para aquello hemos usado los criterios de ponderación en este estudio los usados en el trabajo “Sistema para evaluar la confiabilidad de equipos críticos en el sector industriales” [4] emplearemos la siguiente fórmula para determinar la criticidad.

C: Criticidad

FF: Frecuencia fallas

CF: Consecuencia de la falla

$$C = FF * CF$$

Donde la frecuencia de falla (FF) es ponderado de la siguiente manera

Tabla 1 Ponderación frecuencia de fallas

Frecuencia de Fallas "FF"	Valor
¿Qué tan frecuentes son las fallas ocurridas?	
Menos de 1 por año	1
Entre 2 y 10 por año	2
Entre 11 y 52 por año	3
Más de 52 por año (Mas de una por semar	4

Fuente: [4]

Para el cálculo de la consecuencia de falla (CF) se usará la siguiente formula.

CF: Consecuencia falla

IP: Impacto producción

SS: Seguridad y salud

CR: Costo de reparación

TR: Tiempo de reparación

TO: Tiempo de operación

$$CF = IP + SS + CR + TR + TO$$

Se ha usado la ponderación tal cual de 5 de los 6 parámetros para evaluar la criticidad. Con excepción

del costo de reparación (CR) en este caso los valores de comparación y ponderación fueron ajustados a los valores de los insumos que se usan para mantenimiento en la laminadora.

Tabla 2 Ponderación impacto de producción

Impacto en la Producción "IP"	Valor
¿Cuál es el impacto en la producción?	
Menor al 25%	1
25% de impacto	2
50 % de impacto	3
> 50 % impacto	4

Fuente: [4]

Tabla 3 Ponderación Seguridad y salud

Seguridad y Salud "SS"	Valor
¿Cuál es la lesión más significativa que puede presentarse en la operación del equipo?	
No hay riesgo de lesión	1
Lesiones Leves (Son asistidas dentro de la fábrica, no hay incapacidad)	2
Lesiones significativas (incapacidad entre 1 y 30 días)	3
Lesiones de incapacidad parcial o permanente (Mayor a 30 días)	4

Fuente: [4]

Tabla 4 Ponderación : Costos de reparación

Costos de Reparación "CR"	Valor
¿Cuál es el costo de mantenimiento anual del equipo?	
Menos de 500 USD	1
Entre 500 y 1000 USD	2
Entre 1000 y 5000 USD	3
Más de 5000 USD	4

Tabla 5 Ponderación tiempo de reparación

Tiempo de Reparación "TR"	Valor
¿Cuál es el tiempo promedio para reparar el equipo?	
Menor a 2 horas	1
Igual o mayor a 2 horas y menor a 4 horas	2
Igual o mayor a 4 horas y menor a 6 horas	3
Mayor a 6 horas	4

Fuente: [4]

Tabla 6 Ponderación tiempo operación

Tiempo de Operación "TO"	Valor
¿Cuál es el tiempo de trabajo de este equipo?	
Opcionalmente	1
Un turno de trabajo 8h	2
Un turno de trabajo 12h	3
Dos turnos de trabajo > 16 h	4

Fuente: [4]

Los resultados que sean obtenidos en trabajos que han usado el análisis de criticidad han comentado que se debe tener en consideración ciertos temas de su importancia como lo comenta [9] en que análisis estadístico de eventos de falla y de su impacto para establecer rangos relativos para las frecuencias de falla y para los impactos o consecuencias de falla.

Una vez aislados componentes provenientes del análisis de criticidad y relacionarlos con actividades de mantenimientos ocurridas. Empezaremos el segundo método del trabajo que es realizar un análisis modal de fallas y efectos (AMFE) en función a los criterios según la norma NTP 679.

Esta es la fase más importante del presente trabajo, ya que en el mismo identificaremos las funciones principales, fallos funcionales así como los modos y efectos de falla, para lo cual es necesario conocer la probabilidad, frecuencia y criticidad de cada una de las fallas, de esta manera podremos determinar cuáles son los principales parámetros que inciden la disponibilidad de la laminadora. Para el cálculo índice de prioridad y riesgo (IPR) del análisis modal de fallas y efectos (AMFE) usaremos la siguiente fórmula

F: Frecuencia

G: Gravedad

D: Detección

$$IPR = F * G * D$$

Tabla 7 Ponderación índice frecuencia (AMFE)

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy baja improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: [1]

Tabla 8 Ponderación Índice Gravedad (AMFE)

Gravedad	Criterio	Valor
Muy baja	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo	1
Baja	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4-5
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	6-8
Muy alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Fuente: [2]

Tabla 9 Ponderación Índice Detección (AMFE)

Detectibilidad	Criterio	Valor
Muy alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Moderada	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.	4-5
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	6-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Fuente: [2]

Dentro de resultados en trabajos como [3] se obtuvo que se jerarquizan todos los modos de fallo atendiendo al NPR para saber cuáles son los más críticos. Los más críticos son por consiguiente los que necesitan ser priorizados en mantenimiento, de la misma forma hay que procurar evitar que el modo de fallo se repita siguiendo la filosofía RCM.

En el trabajo de [11] tiene como resultados el FMECA, es una metodología que de forma clara y concisa nos permite entender los impactos y las consecuencias de los modos de falla. La clave del éxito consiste en planificar las estrategias de mantenimiento en función del análisis de riesgo de los modos de fallas analizados en el FMECA. Así como también el siguiente resultado de [11] las consecuencias de las

fallas se miden mediante la evaluación del riesgo y su impacto sobre la organización, por lo tanto la función principal de mantenimiento es garantizar la producción o la prestación del servicio, atenuando o eliminando estas consecuencias identificadas en el FMECA, mediante la utilización de herramientas necesarias para aplicar los planes de mantenimiento recomendados

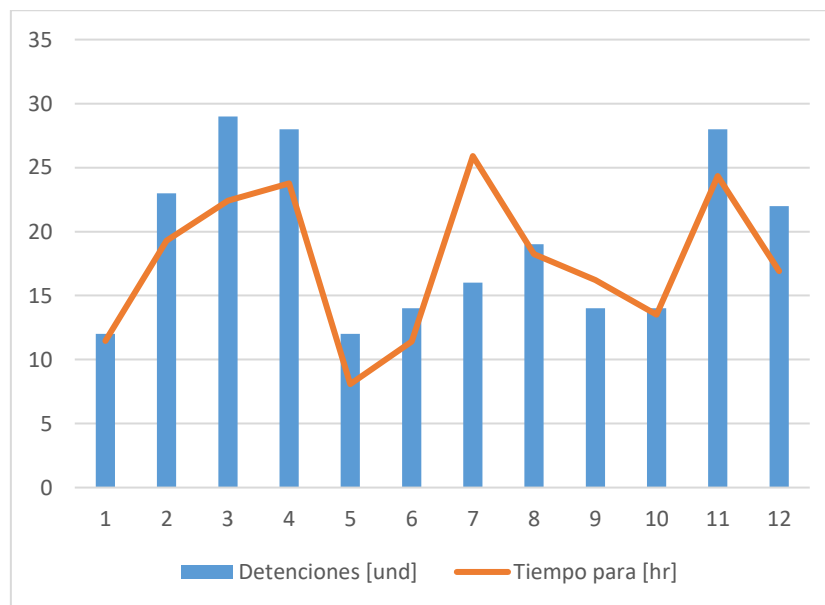
3. Resultados y discusión

Para realizar el levantamiento de información se usará la bitácora del departamento de mantenimiento

“Registro de intervenciones”, en el cual aislaremos al grupo de laminadoras de la data y nos centraremos en las detenciones iguales o superiores a 1 hora.

En el siguiente gráfico podemos ver una comparación entre la cantidad de detenciones [u] y el tiempo de detención [hr] se puede apreciar que hay un comportamiento impredecible ya que hay varios picos un comportamiento de las curvas sinusoidales lo que nos puede decir que el proceso de mantenimiento en las laminadoras no está controlado.

Figura 1 Evolución detenciones laminadora 2022



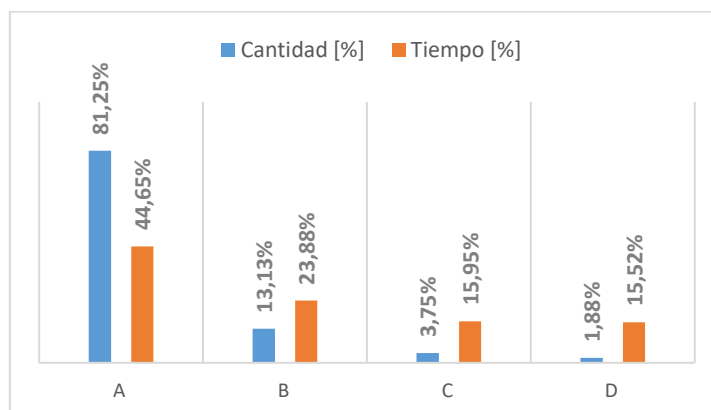
Para poder tener un análisis más claro de la data obtenido de la bitácora de mantenimiento lo subdividimos en 4 grupos:

- A: Detenciones 0 – 1 horas
- B: Detenciones 1.01 – 3 horas
- C: Detenciones 3.01 – 5 horas
- D: Detenciones mayores a 5.01 horas

Con la división que se planteó podemos fijarnos que en cantidad de paradas de máquinas están concentradas en el grupo A que son 81% pero en tiempo no son ni el

45%. Por lo que para continuar con nuestro análisis nos enfocaremos en los grupos B, C y D que si bien son el 19% de las detenciones totales pero en tiempo representan el 55%.

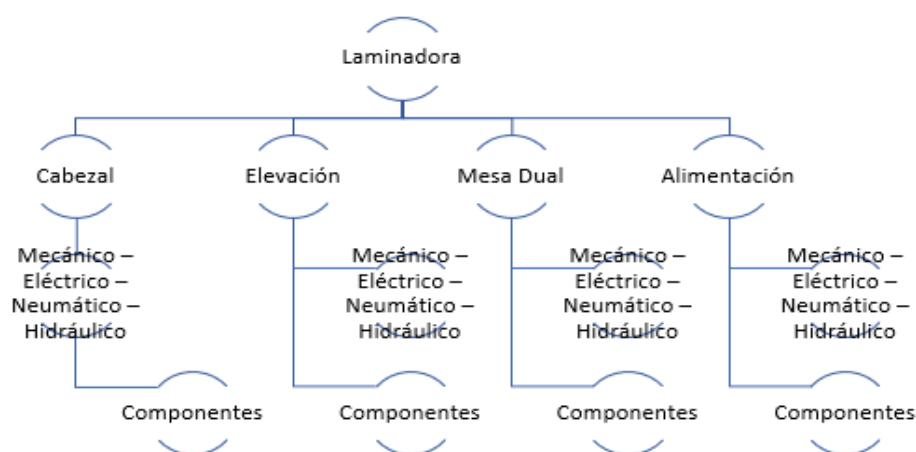
Figura 2 Comparación [%] grupos de estudio



Antes de iniciar el análisis de criticidad dividiremos la laminadora en 4 niveles esto con el fin de poder llegar a evaluar a nivel de componentes y poder asociarlos con las fallas dentro de los grupos que se realizó en el párrafo anterior.

Para empezar el análisis de criticidad aparte de la segregación que comentamos en el párrafo anterior, dividiremos la máquina en 4 niveles. Esto con el fin de poder llevar el análisis hasta el nivel de los componentes que conforman la máquina.

Figura 3 Componentes laminadora



Los resultados que se obtuvieron de las 4 laminadoras son los siguientes:

- Laminadora 1: 16
- Laminadora 2: 15.26
- Laminadora 3: 15.26
- Laminadora 4: 15.97

Podemos observar que la máquina con mayor criticidad es la laminadora #1 ya que tiene el puntaje más alto dentro de una escala máxima de 80 puntos.

Con los resultados obtenidos del análisis de criticidad y revisando con el registro de intervenciones podemos centrar el análisis modal de falla y efecto (AMFE) en los siguientes componentes que afectan mayormente a la disponibilidad que son 3.

- Cabezal de corte
- Volantes de corte
- Mesa dual

Los resultados del análisis modal de fallas y efectos (AMFE) de las laminadoras podemos decir que en total se proponen 59 rutinas de control para tratar de mitigar las fallas que afectan la disponibilidad de la laminadora. De las cuales 27 de ellas son actividades que antes no se las tenía mapeado con alguna medida de control.

Y referente a las otras 22 actividades son tareas que si bien tenían un seguimiento dentro del plan de mantenimiento de la empresa pero no está bien definido las frecuencias, límites y responsables de dichas actividades.

4. Conclusiones

Los parámetros que inciden en la disponibilidad de la laminadora radican en tres componentes: Volantes de corte, Cabezal de corte y Mesa dual; ya que en estos componentes radicada el 33.5% de tiempo total de detención de las laminadoras.

Según los datos obtenidos que obtuvimos de la matriz de criticidad se identificó un total de 48 elementos críticos que fueron seleccionados por su frecuencia de fallo, tiempo reparación y costo del insumo.

A raíz de los datos revelados en el análisis modal de fallas y efectos se encontró un 45% de actividades que no estaban siendo consideradas dentro del plan de mantenimiento.

El método de criticidad con el ajuste en los valores en el índice de costo de reparación "CR" fue el correcto ya que se lo armó en función a los

costos de los insumos que tienen en la bodega de la empresa.

Los diferentes análisis que hemos realizado en el trabajo de investigación tienden a conectarse ya que en el análisis de indicadores de mantenimiento se ve que las laminadoras con menos disponibilidad son la 1,3,2 y 4. Mismo patrón que vemos que se repite tanto en el indicador de mano de obra del personal técnico de mantenimiento en estos equipos, como el de insumos que se han usado para poder habilitar el equipo

Bibliografía

- [1] Arias, C. (2022). PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DE CORTE Y ALISTAMIENTO DE MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTIBAS. SANTIAGO DE CALI: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE .
- [2] Bestratén, M., & Orriols, R. (2004). NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE. Barcelona: Ministerio de trabajo y asuntos sociales España.
- [3] Blecua, S. (2017). Diseño de un plan de mantenimiento basado en RCM, en equipos de taller mecánico, con el criterio de máxima disponibilidad. Vigo: Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar.
- [4] Gasca, M., & Camargo, L. (2017). Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial. Información tecnológica, 111-124.
- [5] Gutiérrez, A. (2009). Mantenimiento, planeación, ejecución y control. México: Alfaomega Grupo.
- [6] Romero, I. (2022). PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS BOLTER 88D EN EMPRESA IESA S.A. Huancayo: Universidad nacional del centro de Perú.
- [7] Ruiz , A. (2023). ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE LA EXCAVADORA HIDRÁULICA 320D2L, APLICANDO LA METODOLOGÍA AMEF EN EL CONSORCIO VIAL RUTAS DE AYACUCHO – SACYR. Huancayo: Universidad nacional del centro de Perú.
- [8] Salamanca, J., & Acevedo, E. (2016). ANÁLISIS DE

CRITICIDAD Y ÁRBOLES DE
DIAGNÓSTICO DE FALLAS
PARA
TRANSFORMADORES DE
POTENCIA. Revista
Colombiana de Tecnologías
de Avanzada, 105.

- [9] Sarabia, L., Arbelaa, F., Moreno, M., & Torres, R. (2023). La gestión del mantenimiento acorde a la criticidad de los activos. Holguin: Ciencias Holguin.
- [10] Sarmiento, L. (2017). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD DE ESTACIÓN DE BOMBEO N°1 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE N°1 DE CHICLAYO EN LA EMPRESA EPSEL S.A. PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CHICLAYO. Chiclayo: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.
- [11] Suárez, T. (2021). Aplicación de la técnica AMEF: Análisis de los modos de falla, efectos y criticidad para optimizar el plan de mantenimiento de los motores Caterpillar 3512 Embarcaciones tipo remolcador. ASME.