

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE MECÁNICA ELÉCTRICA**



**Propuesta de un plan de gestión de mantenimiento basado en RCM para  
reducir tiempos de paradas en una empresa textil**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

**AUTOR**

**Jose Almilcar Astolingon Vela**

**ASESOR**

**Alexander Querevalu Morante**

<https://orcid.org/0000-0001-5672-6829>

**Chiclayo, 2024**

**Propuesta de un plan de gestión de mantenimiento basado en RCM  
para reducir tiempos de paradas en una empresa textil**

PRESENTADA POR  
**Jose Almilcar Astolington Vela**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

APROBADA POR

Jony Villalobos Cabrera  
PRESIDENTE

Lucio Llontop Mendoza  
SECRETARIO

Alexander Querevalu Morante  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios por ser quien me guio y fortaleció en todo momento, gracias por darme una familia maravillosa que siempre me brindó su apoyo.

A mis padres por el sacrificio, apoyo y consejos brindados durante toda la carrera.

A mis hermanas por compartirme sus sueños y alegrías, con ello motivarme a seguir adelante.

A abuelita quien siempre me encomendó en sus oraciones y por todo ese cariño que me brinda día a día.

## **Agradecimientos**

Agradezco de manera especial a mis padres por todo el esfuerzo que realizaron para culminar mi carrera universitaria. Al Ing. Alexander Querevalú Morante por el apoyo metodológico y profesional en el desarrollo de esta tesis, y a los docentes que compartieron sus conocimientos y consejos. A mis amigos con quienes pasamos grandes momentos durante la vida universitaria.

# Astolingón Vela José - 100%

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>10%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>1%</b> PUBLICACIONES	<b>5%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Anahuac México Sur</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorioacademico.upc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.repositorio.usac.edu.gt</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Aliat Universidades</b> Trabajo del estudiante	

## ÍNDICE

Resumen .....	8
Abstract .....	9
<b>1. Introducción</b> .....	10
1.1. Objetivos .....	11
<b>2. Marco teórico</b> .....	12
2.1. Antecedentes empíricos .....	12
2.2. Bases Teórico Científicas .....	15
<b>3. Materiales y métodos</b> .....	20
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	20
3.2. Diseño de investigación.....	20
3.3. Población, muestra, muestreo .....	20
3.4. Criterios de selección.....	20
3.5. Operacionalización de variables .....	21
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.7. Procedimientos .....	22
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos .....	22
3.9. Matriz de consistencia .....	23
3.10. Consideraciones éticas.....	25
<b>4. Resultados y discusión</b> .....	25
4.1. Diagnosticar el estado actual de la maquinaria de la empresa mediante los reportes de fallas. 27	
4.2. Realizar el índice de criticidad de fallas se encuentra la etapa utilizando el análisis de criticidad, árbol de fallas y AMEF. ....	29
4.3. Proponer el plan de mantenimiento RCM en los equipos con mayor criticidad de la empresa, a partir de los resultados del análisis de criticidad, árbol de fallas, AMEF. ....	48
4.4. Evaluar de la reducción tiempo de paradas, comparando los tiempos del mantenimiento correctivo aplicado actualmente en la empresa, con el mantenimiento basado en RCM. ...	61
4.5. Elaborar el presupuesto de implementación de la propuesta del plan de mantenimiento en la empresa. ....	66
<b>5. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	67
<b>6. Recomendaciones</b> .....	68
<b>7. Referencias bibliograficas</b> .....	69
<b>8. Anexos</b> .....	71

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1 ÁRBOL DE FALLAS.....	16
TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE FALLAS.....	17
TABLA 3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	21
TABLA 4 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	23
TABLA 5 FICHA TÉCNICA DE FROTADORA 2.....	25
TABLA 6 FICHA TÉCNICA DE CONTINUA 1.....	26
TABLA 7 FICHA TÉCNICA DE CONTINUA 5.....	26
TABLA 8 FICHA TÉCNICA DE LA MÁQUINA.....	27
TABLA 9 RESUMEN DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	29
TABLA 10 AMEF DE LA FROTADORA 2.....	38
TABLA 11 AMEF DE LA CONTINUA 1.....	39
TABLA 12 AMEF DE LA CONTINUA 5.....	40
TABLA 13 AMEF DE LA RAS 15.....	41
TABLA 14 RESUMEN DEL AMEF.....	42
TABLA 15 PLAN DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO DE FROTADORA 2.....	53
TABLA 16 PLAN DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO DE LA CONTINUA 1.....	54
TABLA 17 PLAN DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO DE LA CONTINUA 5.....	55
TABLA 18 PLAN DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO DE LA CONERA AUTOMÁTICA RAS 15.....	56
TABLA 19 CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	57
TABLA 20 PLAN DE PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES.....	58
TABLA 21 ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO.....	59
TABLA 22 REGISTRO DE FALLAS.....	60
TABLA 23 TIEMPO DE PARADAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	61
TABLA 24 TIEMPO DE PARADAS CON EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	62
TABLA 25 COSTO DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN.....	64
TABLA 26 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA.....	66
TABLA 27 REGISTRO DE FALLAS DE LA FROTADORA #2.....	71
TABLA 28 REGISTRO DE FALLAS DE LA CONTINUA 1.....	73
TABLA 29 REGISTRO DE FALLAS DE LA CONTINUA 5.....	75
TABLA 30 REGISTRO DE FALLAS DE LA RAS 15.....	77
TABLA 31 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA PREPARADORA 1.....	81
TABLA 32 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA PREPARADORA 2.....	83
TABLA 33 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA PREPARADORA 3.....	85
TABLA 34 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA FROTADORA 1.....	87
TABLA 35 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA FROTADORA 2.....	89
TABLA 36 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 1.....	91
TABLA 37 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 2.....	93
TABLA 38 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 3.....	95
TABLA 39 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 4.....	97
TABLA 40 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 5.....	99
TABLA 41 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 6.....	101
TABLA 42 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA RAS 15.....	103
TABLA 43 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA REUNIDORA.....	105
TABLA 44 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA RETORCEDORA 1.....	107
TABLA 45 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA RETORCEDORA 2.....	109
TABLA 46 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA MADEJERA.....	111

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Matriz de criticidad .....	16
Fig. 2 Diagrama de procesos de producción .....	19
Fig. 3 Frotadora 2 .....	25
Fig. 4 Continua 1 .....	26
Fig. 5 Continua 5 .....	26
Fig. 6 RAS 15.....	27
Fig. 7 Índice de fallas .....	28
Fig. 8 Desgaste del eje de mando del cilindro.....	30
Fig. 9 Falla en el brazo de alimentación.....	30
Fig. 10 Porta bobinas no giran .....	31
Fig. 11 Aros explorados de su base.....	31
Fig. 12 Falla en el eje de estiraje .....	32
Fig. 13 Husos en estado estacionario .....	32
Fig. 14 Sobre calentamiento de la base de husos .....	33
Fig. 15 Eje roto de cilindro delantero.....	33
Fig. 16 Fibra pasa con grumos .....	34
Fig. 17 Ruptura de la cadena de mando .....	34
Fig. 18 Falla en el grupo palpador.....	35
Fig. 19 Falla del brazo porta cono.....	35
Fig. 20 Falla del viajero.....	36
Fig. 21 Falla en el enconado.....	36
Fig. 22 Falta de empalme en la fibra .....	37
Fig. 23 Resumen del AMEF.....	43
Fig. 24 Análisis Weibull de la Frotadora 2 .....	44
Fig. 25 Análisis Weibull de la Continua 1 .....	45
Fig. 26 Análisis Weibull de la Continua 5 .....	46
Fig. 27 Análisis Weibull de la RAS 15 .....	47
Fig. 28 Organigrama de la empresa textil .....	49
Fig. 29 Tiempo de paradas de mantenimiento correctivo .....	61
Fig. 30 Comparación de tiempos de parada (Correctivo vs RCM).....	63
Fig. 31 Costo de perdida de producción.....	65

## Resumen

La investigación tiene como objetivo generar proponer un plan de mantenimiento basado en RCM para disminuir los tiempos de parada en la empresa Multiservicios Astolingón S.A.C., así mismo cuenta con los siguientes objetivos específicos: diagnosticar el estado actual de la maquinaria de la empresa mediante los reportes de fallas; identificar en que índice de criticidad de fallas se encuentra la etapa utilizando el análisis de criticidad, árbol de fallas, análisis de modo y efecto de fallo (AMEF); proponer el plan de gestión de mantenimiento en los equipos con mayor criticidad de la empresa, a partir de los resultados del análisis de criticidad, árbol de fallas, AMEF; y evaluar la reducción tiempo de paradas, comparando los tiempos del mantenimiento correctivo aplicado actualmente en la empresa, con el mantenimiento preventivo basado en RCM. En cuanto a la metodología es de enfoque cualitativo, la técnica utilizada es la indirecta, ya que se usará las herramientas de observación y revisión de reportes (como apoyo una entrevista).

**Palabras clave:** Mantenimiento preventivo, mantenimiento basado en la confiabilidad, gestión de mantenimiento.



### **Abstract**

The investigation has how to generate propose a maintenance plan based on RCM to reduce downtime in the company Multiservices Astolingón S.A.C., likewise has the following specific objectives: detect the current state of the company's machinery through failure reports; identify in which failure criticality index the stage is located using the criticality analysis, fault tree, failure mode and effect analysis (FMEA); proposes the maintenance management plan for the most critical equipment in the company, based on the results of the criticality analysis, fault tree, AMEF; and evaluate the reduction of downtime, comparing the times of corrective maintenance currently applied in the company, with preventive maintenance based on RCM. As for the methodology, it is of a qualitative approach, the technique used is indirect, since the tools of observation and review of reports will be used (as support for an interview).

**Keywords:** Preventive maintenance, reliability-based maintenance, maintenance management.

## 1. Introducción

Con la Segunda Guerra Mundial, las compañías aumentaron su manufactura para efectuar una demanda acelerada. Esta manera rápida de producir en grandiosas cantidades y por largas etapas hizo que los artefactos se desgasten de manera más rápida por la demasía de uso y por lo tanto mostraran fallas en su trabajo. La reparación de las maquinarias involucraba la parada del proceso de elaboración lo cual creaba pérdidas considerables. Con el fin de evitar estas paradas, los dueños y administradores le dieron una mayor importancia al mantenimiento [1].

Actualmente, la metodología RCM se desarrolla por medio de un procedimiento para su implementación, adecuado para el estudio de los activos fijos, para la evaluación de la criticidad de los equipos, realizando un análisis de modo y efecto de fallo, estableciendo los trabajos de mantenimiento, consiguiendo reducir las paradas extensas de las máquinas y sus costos de producción [2]. Muchos investigadores indican que dentro del mantenimiento preventivo también se encuentra el mantenimiento de oportunidad, la cual es aprovechada por la organización, pues toma los periodos de no uso de los equipos para realizar el trabajo de mantenimiento [3].

El AMEF facilitará a identificar y prevenir los modos de fallo, analizando su gravedad, ocurrencia, detención y así calcular el número de prioridad de riesgo [4]. Otras herramientas para utilizar en el desarrollo de esta tesis es el árbol de fallas y el análisis de criticidad, siendo fundamental en la investigación de problemas y riesgos ya que proporcionará información para mejorar y optimizar los equipos y sistemas [5]. Además, se elaborará fichas técnicas tanto para los reportes de fallas de cada máquina, así como para realizar el plan de mantenimiento, incluyendo a ellas un rol para llevar a cabo el mantenimiento.

Muchos activos críticos en las operaciones de las industrias de procesos, como las operaciones de fabricación y minería, carecen de estrategias y prácticas rentables de mantenimiento y operación para satisfacer sus demandas de producción y el nivel de servicio requerido. La pregunta es que, dados los sistemas de información de gestión de mantenimiento (MMIS) que tienen las empresas de fabricación, algunas empresas pueden utilizar eficazmente los datos de operaciones y mantenimiento en sus bases de datos para respaldar las decisiones de gestión de mantenimiento. La posible razón podría ser un conocimiento insuficiente de las técnicas de ingeniería de mantenimiento y / o la falta de capacidades tecnológicas para la gestión, el procesamiento y el análisis de datos [6].

A lo largo de los años, el mantenimiento se ha subestimado muy a menudo porque se consideraba que solo era costoso. De modo que solo se centre en las actividades de producción. Posteriormente, se ha entendido la ventaja real que ofrece la correcta aplicación de las técnicas de mantenimiento al encargar el mantenimiento a una rama de ingeniería y al definir la metodología para su gestión eficiente, entre ellas RCM (Reliability Centered maintenance) [7].

En la actualidad, la industria textil es una de las industrias con mayor tasa de crecimiento de las exportaciones en los últimos años y la industria con mayor demanda de empleo.

Otras herramientas a utilizar en el desarrollo de esta tesis es el análisis de criticidad y árbol de fallas, siendo fundamental en el estudio de problemas y riesgos ya que proporcionará datos para mejorar y optimizar los equipos activos de la empresa. Además, se elaborará fichas técnicas tanto para los reportes de fallas de cada máquina, así como para realizar el plan de mantenimiento, incluyendo a ellas un rol para llevar a cabo el mantenimiento.

La empresa Multiservicios Astolingón S.A.C. en la actualidad no dispone con un plan de mantenimiento preventivo pues todas las reparaciones se realizan cuando las máquinas fallan (mantenimiento correctivo), esto conlleva a que la empresa tenga paradas innecesarias en sus máquinas y por ende se detenga parte la producción. Es por ello que esta tesis tiene como finalidad proponer un plan de mantenimiento basado en RCM, acordes a la necesidad de proceso.

Debido a estos factores, se plantea la siguiente pregunta de investigación, ¿Con la implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa Multiservicios Astolingón SAC se podrá disminuir los tiempos de parada?

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Elaborar una propuesta de un plan de gestión de mantenimiento basado en RCM para disminuir los tiempos de parada en la empresa Multiservicios Astolingón S.A.C.

### **1.1.2. Objetivos específicos:**

1. Diagnosticar el estado actual de la maquinaria de la empresa mediante los reportes de fallas.

2. Realizar el análisis de criticidad de los equipos existentes de la empresa, árbol de fallas, análisis de modo y efecto de fallo (AMEF).
3. Proponer el plan de gestión de mantenimiento en los equipos críticos de la empresa, a partir de los resultados del análisis de criticidad, árbol de fallas, AMEF.
4. Determinar la reducción tiempo de paradas, comparando los tiempos del mantenimiento correctivo aplicado actualmente en la empresa, con el mantenimiento basado en RCM.
5. Elaborar el presupuesto de implementación de la propuesta del plan de mantenimiento en la empresa.

## **2. Marco teórico**

### **2.1. Antecedentes empíricos**

Sajaradj, Nurul, & Sinulingga [8], determinaron el programa de mantenimiento óptimo con menor riesgo e impacto debido a las fallas, hicieron uso de la metodología RCM para identificar las tareas de mantenimiento, siendo un enfoque que se estructura para determinar el tipo de etapas de mantenimiento, así como las óptimas, esto se hace mediante un análisis detallado de FMEA; los autores en sus resultados hallaron que, el mantenimiento centrado en RCM no solo desarrolló la responsabilidad del sistema, sino que también redujo el mantenimiento necesario en el mundo competitivo de hoy, y también redujo el costo en cuestión, ahorrado; también enfocó el sistema de seguridad estableciendo un punto de criticidad en los diversos subsistemas y otras actividades de mantenimiento seleccionadas en función del riesgo de falla; por lo tanto, el RCM introduce un plan de mantenimiento diseñado para la máxima seguridad de manera económica y hacer que el sistema sea más confiable.

Yssaad, Khiat, & Chaker [9], proporcionaron una discusión de los dos objetivos principales de RCM: garantizar la seguridad a través de acciones de mantenimiento preventivo y, cuando la seguridad no es una preocupación, preservar la funcionalidad de la manera más económica; en cuanto a la metodología presenta la aplicación del modelo RCM para mejorar la gestión del mantenimiento de los dispositivos EFS; los principales resultados obtenidos se basan en recomendaciones para la reintegración de esta estrategia de mantenimiento, incluida una implementación óptima de este enfoque. Este trabajo mostró la viabilidad de realizar un método de optimización de mantenimiento RCM; con respecto al enfoque se basa en el análisis FMEA, la implementación de este enfoque muestra su

contribución a la disminución de los costos de mantenimiento; por otro lado, a nivel de confiabilidad del sistema, se identificó los componentes a los que se debe prestar especial atención, desarrollando un análisis lógico y estructurado, esto permitió controlar mejor el sistema en estudio al tiempo que identifica los eslabones débiles y conoce los tipos de mantenimiento aplicados a cada subsistema y componente, al final, es un proceso real de optimización de los costes de mantenimiento.

Kasirye & van Waveren [6], estudiaron el estado de un sistema de gestión de mantenimiento existente de una instalación de producción de azúcar con el fin de identificar los problemas contextuales de mantenimiento de la planta que afectaron la disponibilidad de la línea de producción (tiempo de inactividad) y la confiabilidad; los resultados del estudio fueron, a saber, la identificación de maquinaria de importancia crítica o de mantenimiento, la selección de las estrategias y conceptos de mantenimiento adecuados y la determinación de un cronograma óptimo de actividades de mantenimiento para los subsistemas de la línea de producción; por otro lado, el enfoque trabajado es el análisis de mantenimiento basado en la confiabilidad es cual es probabilístico y utiliza métodos estadísticos para ajustar las distribuciones de probabilidad teóricas a los datos de falla; además, hacen uso del modelo de distribución de probabilidad para predecir el comportamiento de falla de los componentes o equipos y para calcular la confiabilidad; los resultados también destacaron la necesidad de investigar problemas tales como datos de tiempo de inactividad deficientes o incorrectos, personal de mantenimiento mal capacitado, retrasos logísticos y administrativos, todos o una combinación de los cuales podrían ser la razón de la duración del tiempo de inactividad poco confiable de las tareas de mantenimiento.

Tudón [10], estudió la reducción del tiempo de inactividad de un activo que se encarga de plisar los materiales en una organización destinada a la elaboración de piezas de automóviles con el fin de ampliar la disponibilidad del activo y contribuir al uso de recursos materiales y humanos, consiguiendo un aumento de producción y así asegurar la estabilidad y competitividad en el Mercado; el autor hizo uso de la metodología RCM, contribuyendo a la actualización de los programas de mantenimiento para lograr una disminución del MTTR (tiempo medio de reparación); teniendo como resultado, obtuvo que la implementación de la metodología RCM se realizó en óptimas condiciones, mejorando el MTTR, lo que contribuye a una mayor disponibilidad de la plegadora y, como consecuencia, a la productividad.

Rizkya, Siregar, Siregar, Matondang & Henri [11], en su estudio planificaron acciones de mantenimiento preventivo con el propósito de incrementar la confiabilidad de la maquinaria

de producción y también mantener el proceso de producción sin problemas; el análisis se llevó a cabo identificando el nivel de daño de una máquina esterilizadora con el método FMEA. Basado en el resultado del método FMEA, planificación del mantenimiento de la máquina de producción utilizando la metodología RCM, así mismo, los resultados obtenidos fueron que el criterio de Tiempo Mínimo Total de Inactividad (TMD) indica que el intervalo de rotación óptimo de los componentes Roll Former, Mosfet, V-Block, IGBT y Bearing Buje es de 24 días, 23 días, 25 días, 26 días y 22 días, mientras que, la aplicación del método de mantenimiento centrado en la confiabilidad muestra una disminución en el tiempo de inactividad de la máquina, en cambio en la aplicación del método FMEA para identificar el riesgo de falla, se continúa con el método RCM como un nuevo método de mantenimiento, de manera que existe una reducción potencial promedio del tiempo de inactividad del 37,103%, y un aumento en la confiabilidad.

Okwuobi, Ishola, Ajayi, Salawu, Aworinde, Olatunji & Akinlabi [12], investigaron la tendencia a averías en una producción automatizada con el objetivo de recomendar la aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para optimizar la productividad a través de un nuevo programa de mantenimiento preventivo (PM). Se utilizó una máquina perfiladora de perfiles individuales (ISM), una máquina de soplado de vidrio para fabricar botellas de vidrio, como caso de estudio para un sistema de producción automatizado; con respecto a la metodología, brinda información sobre los pasos y procedimientos para identificar los elementos calificadores del ISM utilizando el análisis de AMEF como una herramienta que utiliza datos de confiabilidad de elementos funcionales; obtuvieron como resultado llegaron que, a través de un análisis cuidadoso de todos los componentes del conjunto del empujador, se observó que la mayoría de las fallas que ocurren se deben a causas aleatorias y sobrecarga, excepto todos los sellos y anillos de pistón; el uso de mantenimiento de precisión requiere que todos los pernos del conjunto se bloqueen con el par de torsión correcto e igual; además, el uso de pernos y tuercas de calidad ayudará a reducir las fallas debidas al aflojamiento del trabajo y la rotura de los pernos (cizallamiento) y, por lo tanto, contribuirá en gran medida a ahorrar costos debido a productos no producidos. Se recomienda evitar la reutilización tanto como sea posible, sino utilizar adhesivos.

Ramli & Nizam [13], tuvieron como objetivo reducir el número de listas de verificación de mantenimiento y mejorar significativamente la integridad de las prácticas de mantenimiento; los autores presentaron una implementación de la práctica de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en una de las empresas de fabricación de automóviles en Malasia, de tal

modo, la práctica RCM se utilizó para ayudar a la empresa a enfocar sus actividades de mantenimiento en base a las criticidades de los equipos mediante la aplicación del AMEF como efecto se generó el nuevo marco RCM donde el equipo de Clase A estaba en la parte superior de la prioridad de frecuencia de mantenimiento mensual, seguido por los equipos de Clase B y Clase C que tenían un valor crítico menor; por lo tanto, el nuevo marco RCM se utiliza para realizar una guía visible y proponer un nuevo programa de mantenimiento; la guía es útil para mejorar la estrategia de mantenimiento en el futuro; después de la implementación, se puede determinar que nuestro RCM propuesto es útil para reducir la carga del personal de mantenimiento y esto conduce a una mejora de la productividad.

## **2.2. Bases Teórico Científicas**

### **2.2.1. Mantenimiento preventivo:**

Son las actividades que se programan con anticipación, estos pueden ser inspecciones regulares, pruebas, reparaciones; todas estas con el propósito de disminuir la frecuencia y el impacto de los fallos de las máquinas [14].

Para realizar los trabajos preventivos se debe tener en cuenta la ocurrencia de las fallas, pruebas e inspecciones que ayuden a tener una visión más amplia de las fallas en las máquinas y con ello proponer y programar las tareas de mantenimiento [15].

### **2.2.2. Mantenimiento basado en la Confiabilidad:**

Este se basa en el análisis de la base instalada de la maquinaria con la que cuenta una empresa, de modo de emplear técnicas que logren tomar la delantera ante posibles fallas, verificando tareas de prevención y predicción [15].

### **2.2.3. Análisis de criticidad:**

El propósito del análisis de criticidad es establecer un método que ayude a determinar la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, de tal manera permita subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada. Está se expresa de la siguiente manera [16]:

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

Donde:

- Frecuencia: Se asocia al número de fallas que se presentan en las etapas del proceso.

- Consecuencia: Se asocia al impacto y flexibilidad operacional, costos de reparación, seguridad y ambiente.

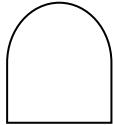
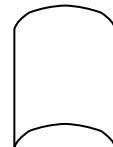
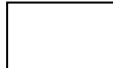
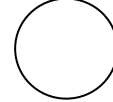


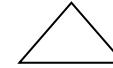
FRECUENCIA	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<b>IMPACTO</b>																						

**Fig. 1 Matriz de criticidad**

Fuente: Aprendizaje virtual – PEMEX

#### 2.2.4. Árbol de fallas

**TABLA 1 ÁRBOL DE FALLAS**

Eventos/Puertas	Símbolo	Definición
<b>Puerta Y</b>		Representa una condición en la cual todos los eventos mostrados por debajo de la puerta tienen que estar presentes para que ocurra el evento que se encuentra arriba de la puerta. Es decir, que el evento de resultado ocurrirá solamente si todos los eventos de entrada existen simultáneamente.
<b>Puerta O</b>		Representa una condición en la cual cualquier de los eventos mostrados por debajo de la puerta al evento que se encuentra arriba de la puerta. El evento de resultado ocurrirá si solamente uno o cualquier combinación de los eventos de entrada ocurren.
<b>Rectángulo</b>		Es el principal componente del árbol. Representa el evento negativo y se localiza en el punto superior del árbol.
<b>Círculo</b>		Es el principal componente del árbol. Representa el evento negativo y se localiza en el punto superior del árbol.
<b>Diamante</b>		Representa un evento final sin desarrollar debido a la falta de información.
<b>Óvalo</b>		Representa un evento especial que acontece si ocurren ciertas circunstancias.
<b>Triángulo</b>		Representa una transferencia de una rama del árbol a otro lugar.

Fuente: Departamento de Seguro de Texas 2006.

#### 2.2.5. Análisis de modo y efecto de fallo:



Por sus siglas en ingles .

Esta herramienta de mantenimiento nos da la opción de reconocer las fallas haciéndonos las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las fallas que presenta un equipo respecto a sus compones?, ¿Cuál o cuáles fueron sus causas?, ¿Qué puede ocasionar esa falla?, entre otras.

Así mismo para realizar este análisis, existe un formato para obtener el número de prioridad de riesgo (NPR), para ello se debe tener en cuenta la severidad, ocurrencia y detección de fallo de cada componente de cada uno de los equipos escogidos [17].

**TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE FALLAS**

<b>NPR</b>	<b>PRIORIDAD DE NPR</b>
0	Sin riesgo de falla
1 – 124	Riesgo de falla bajo
125 – 499	Riesgo de falla medio
500 - 1000	Alto riesgo de fallas

Fuente. Extraído de Lean Solutions

En la tabla anterior se muestra la clasificación de las fallas, en la que las máquinas con un NPR de igual o mayor 125 se realizará el protocolo de mantenimiento.

#### **2.2.6. Plan de gestión de mantenimiento:**

Se define como el grupo de labores de prevención a ejecutar en un recinto con la meta de realizar exitosamente los objetivos de confiabilidad, coste, disponibilidad y el objetivo principal de aumentar la vida útil de la instalación. Se conocen tres maneras de realizar un plan de mantenimiento, dicho de otra manera, de precisar el grupo de labores de prevención a efectuar en la instalación, siendo estas: acoplarse netamente a las sugerencias del fabricante, apoyarse en protocolos ya establecidos o en los resultados del análisis de fallos posibles [18].

#### **2.2.7. Proceso de producción de la empresa**

**Preparación:** Esta consiste en preparar y alisar la fibra acrílica tiene que ver mucho el peso. En esta etapa su producto son tachos. Se emplean tres preparadoras en serie y trabaja un operario

**Frotado:** En este proceso se realiza el entrelazado de las hebras de la fibra en la maquinaria denominada frotadora. Disminuye el volumen de la fibra y afina el peinado de estas, incrementando su tenacidad, suministrándole mayor suavidad al material. La empresa cuenta con 2 frotadoras, el producto final de la fibra en esta etapa es en bobinas, salen aproximadamente 24 bobinas por máquina, para lo que se emplea un operario por frotadora.

**Hilatura:** En esta área existen cuatro máquinas continuas, regularmente se enumeran los husos por cada máquina para observar el buen funcionamiento de cada huso porque uno de los inconvenientes es que las hebras tienden a romperse. Aquí se llena una canilla a partir de las bobinas con hilo en torsión aproximadamente cada huso se llena dentro de dos horas. Para hilo se trabaja con una continua, trabaja 1 hilandero.

**Enconado:** Consiste en enconar todas las canillas. Para producir un cono se requiere de 5 canillas. La fábrica cuenta con una conera automática que trabaja con un compresor automática y una conera mecánica que emplean únicamente para recuperar cogollos de la etapa anterior que son canillas sin completar. Se utiliza conos de cartón para enrollar la lana. La máquina tiene una capacidad de 30 conos, trabajan 2 operarios.

**Reunido:** Consiste en reunir el material para el caso de la lana se reúnen 3 hebras o hilos, la máquina se llama retorcedora, trabajan 2 operarios.

**Retorcido:** Consiste en retorcer el material o torcer las tres hebras del reunido para formar una sola.

**Madejado:** Este proceso es previo y necesario a la etapa de teñido en tintorería, ya que para una mejor impregnación del colorante al material se requiere que el producto esté en madeja. De esta etapa se obtiene una madeja por cono con un peso de 1,2 kg. Al final se juntan 25 madejas en un moño para el traslado a la estación de teñido.

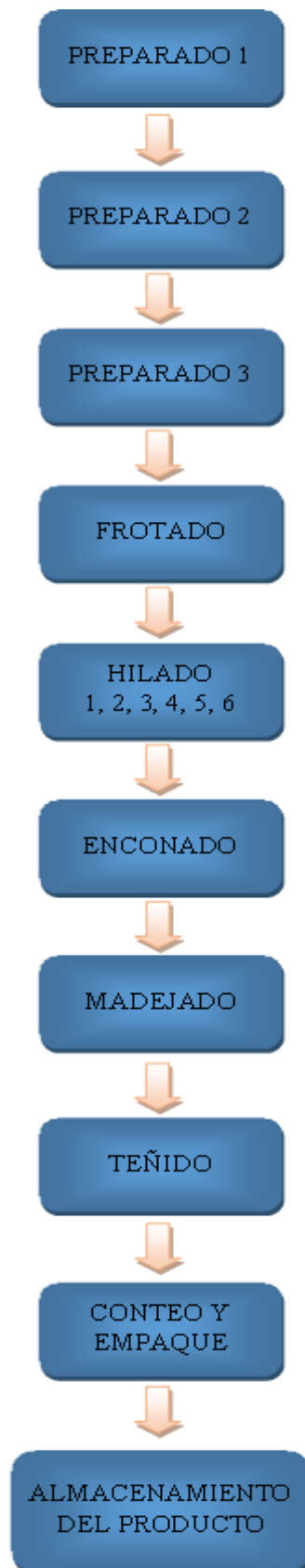


Fig. 2 Diagrama de procesos de producción

### **3. Materiales y métodos**

El punto de vista del presente estudio es cualitativo.

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

Tipo aplicada-correlacional con utilización de las herramientas de planificación de mantenimiento.

#### **3.2. Diseño de investigación**

No experimenta – transversal.

#### **3.3. Población, muestra, muestreo**

La unidad de estudio es la elaboración del plan de mantenimiento.

La población está conformada por la etapa con mayor estado crítico de la empresa industrial “Astolingón S.A.C.”

#### **3.4. Criterios de selección**

Se escogió la población por tener mayor índice de fallas, también por pérdidas de productividad por excesivos tiempos de parada.

### 3.5. Operacionalización de variables

**TABLA 3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Plan de gestión de mantenimiento basado en RCM	El plan de gestión de mantenimiento es un documento donde se plasman los recursos y planificación de las tareas de mantenimiento que se llevará a cabo en los activos de una empresa.	El plan de gestión de mantenimiento permitirá reducir los costos de reparación de las máquinas.	Gestión de mantenimiento preventivo	Análisis de criticidad	Rangos de criticidad (Frecuencia e Impacto)
				Árbol de Fallas	Detección de falla crítica
				AMEF	Rango NPR

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS</b>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Reducción tiempos de parada en las máquinas de la empresa industrial	Tiempo de parada que se pueden disminuir con un plan de gestión de mantenimiento.	La elaboración del plan de gestión de mantenimiento permitirá reducir los tiempos de parada	Reducción del tiempo de paradas	Tiempo de parada por averías	hr

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica utilizada es la indirecta, ya que se usará las herramientas de observación y revisión de reportes (como apoyo una entrevista).

### **3.7. Procedimientos**

Se realizó la coordinación con el gerente de la empresa para poder realizar la investigación sobre las variables en estudio, indicando al personal la facilitación de la documentación para poder observar y deducir lo que se planteó investigar, obtenido dichos permisos, se procedió a realizar el diagnóstico del estado actual de la maquinaria para poder realizar los trabajos necesarios acorde a los objetivos planteados.

### **3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos**

En cuanto a la observación, se realizó para el diagnóstico del estado actual de la maquinaria a través de los reportes de falla; la entrevista se realizará al encargado del mantenimiento de la maquinaria para obtener información de cada detalle correspondiente a las variables en estudio; y, por último, la revisión de reportes para recopilar la data sobre los tiempos, fallas y mantenimientos de la maquinaria.

## 3.9. Matriz de consistencia

TABLA 4 MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>¿Con la implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa Multiservicios Astolingón SAC se podrá disminuir los tiempos de parada?</b></p>	<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>	<b>INDEPENDIENTE</b> Plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>  Tipo aplicada-correlacional con utilización de las herramientas de planificación de mantenimiento.
	Proponer un plan de mantenimiento basado en RCM para disminuir los tiempos de parada en la empresa Multiservicios Astolingón S.A.C.	Si se realiza un plan de mantenimiento basado en RCM, entonces, se disminuirá los tiempos de parada de las máquinas.		
	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>Indicadores</b>  Análisis de criticidad Árbol de Fallas AMEF	<b>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>  En este proyecto de investigación se usará las herramientas observación, entrevista, revisión de reportes.
	Diagnosticar el estado actual de la maquinaria de la empresa mediante los reportes de fallas.	Si se diagnostica el estado actual de la maquinaria, entonces, se conocerá el nivel de criticidad de la maquinaria.		
	Identificar en que índice de criticidad de fallas se encuentra la etapa utilizando el análisis de criticidad, árbol de fallas, análisis de modo y efecto de fallo (AMEF).	Si identificamos la etapa con mayor índice de criticidad, entonces, determinaremos la frecuencia y las consecuencias de las fallas.		
Proponer el plan de gestión de mantenimiento en el equipo con mayor criticidad de la empresa, a partir de los resultados del análisis de criticidad, árbol de fallas, AMEF.	Si elaboramos el plan de gestión de mantenimiento de la empresa, entonces, se mejorará y aumentará el rendimiento de la maquinaria.	<b>DEPENDIENTE</b> Reducción de los tiempos de parada en las máquinas de la empresa industrial	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>  La unidad de estudio es la elaboración del plan de	

	<p>Evaluar la reducción tiempo de paradas, comparando los tiempos del mantenimiento correctivo aplicado actualmente en la empresa, con el mantenimiento preventivo basado en RCM.</p>	<p>Si evaluamos el tiempo de parada por averías, entonces se disminuirá los tiempos de parada.</p>		<p>mantenimiento.</p> <p>La población será la etapa con estado crítico de la empresa industrial "Astolingón S.A.C."</p>
--	---	--	--	---



### 3.10. Consideraciones éticas

La investigación será únicamente con fines académicos, no se buscará desacreditar a la empresa por los resultados hallados, ya que se propondrá soluciones acordes a sus necesidades.

## 4. Resultados y discusión

### Descripción de las máquinas en estado crítico

#### a. Frotadora 2

**TABLA 5 FICHA TÉCNICA DE FROTADORA 2**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>		
<i>Marca</i>	COGNETEX	
<i>Modelo</i>	SRB-41	
<i>Velocidad de la máquina</i>	Rodillo superior delantero	10 m/min
	Rodillo inferior delantero	64 m/min
<i>Dimensiones</i>	4m x 5m x 2,3m	
<b>ITEM</b>	<b>MOTOR PRINCIPAL</b>	<b>MOTOR DE ASPIRACIÓN</b>
<i>Potencia</i>	11,2 kW	2,2 kW
<i>Velocidad</i>	1740 RPM	3450 RPM
<i>Corriente</i>	19,4 A	8,3 A



Fig. 3 Frotadora 2

## b. Continua 1

TABLA 6 FICHA TÉCNICA DE CONTINUA 1

CARACTERÍSTICAS			
<i>Marca</i>	COGNETEX		
<i>Dimensiones</i>	1,2m x 9m x 1,9m		
<b>ITEM</b>	<b>MOTOR PRINCIPAL</b>	<b>MOTORES SECUNDARIOS</b>	
<i>Potencia</i>	6,38 kW	Lado A	Lado B
		4,95 kW	3,88 kW
<i>Corriente</i>	12,5 A	9,7 A	7,6 A



Fig. 4 Continua 1

## c. Continua 5

TABLA 7 FICHA TÉCNICA DE CONTINUA 5

CARACTERÍSTICAS		
<i>Marca</i>	KRUPP SPINNBAU	
<i>Dimensiones</i>	1,2m x 10m x 1,9m	
<b>ITEM</b>	<b>MOTOR PRINCIPAL</b>	<b>MOTOR DE ASPIRACIÓN</b>
<i>Potencia</i>	13,27 kW	2,30 kW
<i>Corriente</i>	26 A	4,5 A



Fig. 5 Continua 5

## d. RAS 15

TABLA 8 FICHA TÉCNICA DE LA MÁQUINA

CARACTERÍSTICA	UNIDADES				
Marca	ROCCATRICI – ACCOPPIATRICI SAVIO (RAS15)				
Modelo	44				
Dimensiones (ancho, largo, altura)	1,5m x 5m x 1,5m				
ITEM	<i>Motor Principal</i>	<i>Motor de aspiración</i>	<i>Motor de ciclo</i>	<i>Motor de faja</i>	<i>Motor del viajero</i>
Potencia (kW)	12	15	3,3	0,85	0,25



Fig. 6 RAS 15

#### 4.1. Diagnosticar el estado actual de la maquinaria de la empresa mediante los reportes de fallas.

A continuación, se presenta una gráfica del índice de fallas de las máquinas de la empresa, la cual fue recopilada durante los meses de enero, febrero y marzo del año 2021. Esta información se obtuvo mediante los reportes de fallas realizadas por los técnicos mecánicos y el técnico electricista de la planta. La cual posteriormente fue descargada a fichas Excel para su respectivo análisis.

Con esta data podemos diagnosticar previamente el estado en el que se encuentran todas las máquinas de la empresa. Siendo las máquinas RAS 15, continua 1, continua 2 y frotadora 2 las máquinas con mayor índice de fallas.

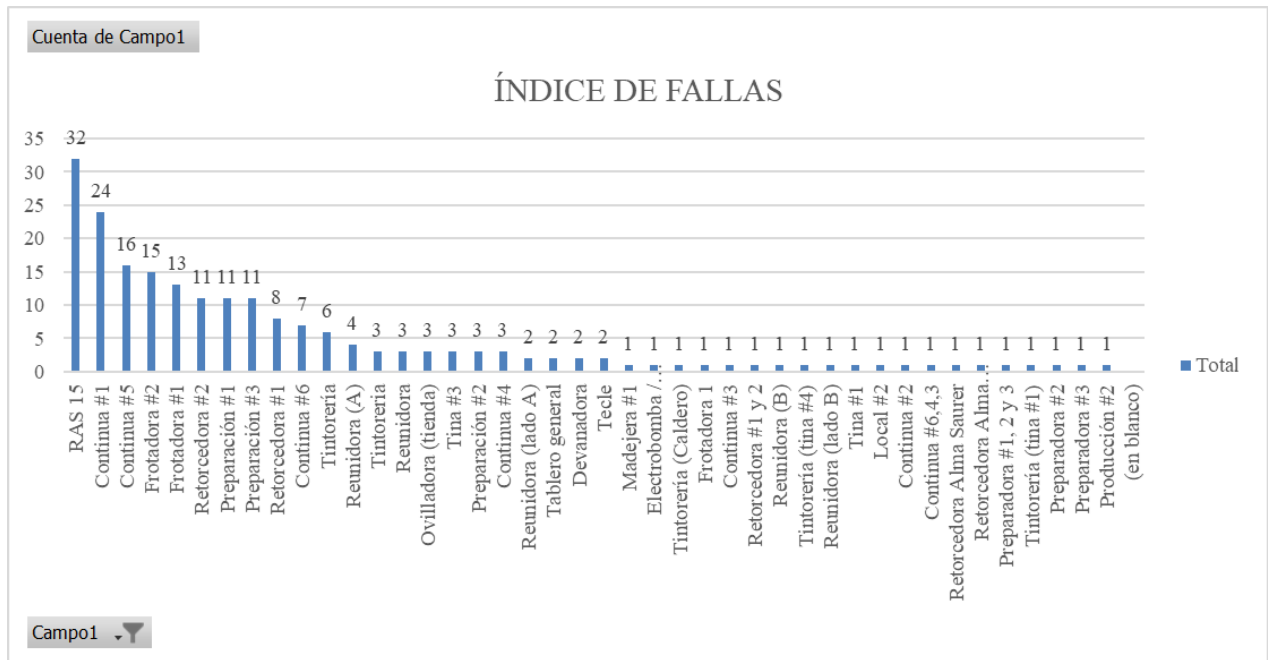


Fig. 7 Índice de fallas

Del mismo modo en el anexo 1, se muestran todas las averías que fueron reportadas dentro de un periodo de verificación de 77 días, dentro de los meses de enero, febrero y marzo del 2021.

**4.2. Realizar el índice de criticidad de fallas se encuentra la etapa utilizando el análisis de criticidad, árbol de fallas y AMEF.**

**TABLA 9 RESUMEN DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

MÁQUINA	RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
Preparadora 1	40	Criticidad media
Preparadora 2	40	Criticidad media
Preparadora 3	40	Criticidad media
Frotadora 1	45	Criticidad media
Frotadora 2	50	Criticidad alta
Continua 1	50	Criticidad alta
Continua 2	45	Criticidad media
Continua 3	45	Criticidad alta
Continua 4	45	Criticidad media
Continua 5	55	Criticidad alta
Continua 6	45	Criticidad media
RAS 15	60	Criticidad alta
Reunidora	36	Criticidad media
Retorcedora 1	45	Criticidad media
Retorcedora 2	45	Criticidad media
Mdejera	45	Criticidad media

Al realizar el análisis de criticidad podemos corroborar uestro diagnóstico, ya que las máquinas frotadoras 2, Continua 1, 5 y la conera automática RAS-15, presentan un mayor índice de criticidad. Esto debido a que la valoración entre las categorías de impacto a la producción y el impacto a los repuestos y materiales son altos, así como también la frecuencia de falla.

Es por ello que, en esta tesis se otorgaron mayor prioridad a estas máquinas, consecuente a ello, se realizará el plan de mantenimiento de estas máquinas.

## ÁRBOL DE FALLAS

- **Árbol de fallas de la Frotadora 2:**

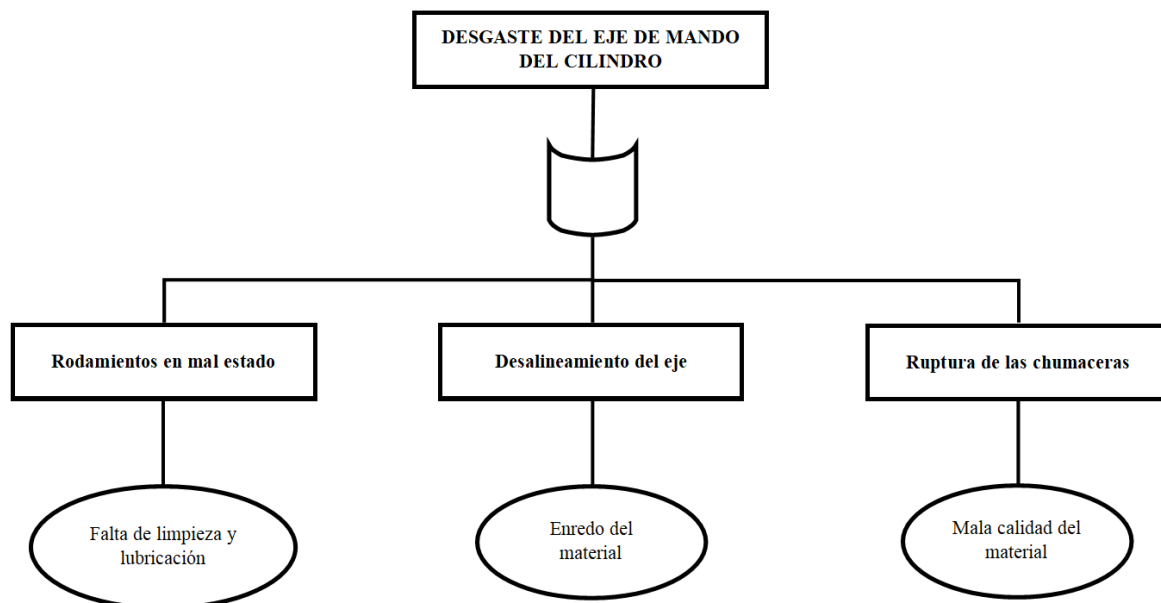


Fig. 8 Desgaste del eje de mando del cilindro

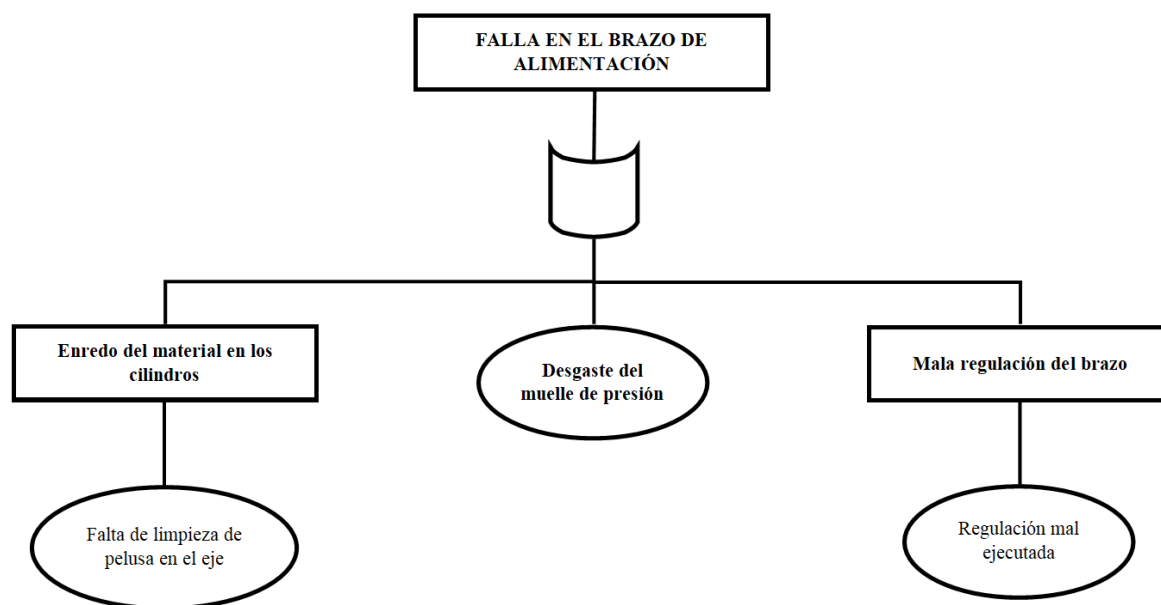


Fig. 9 Falla en el brazo de alimentación

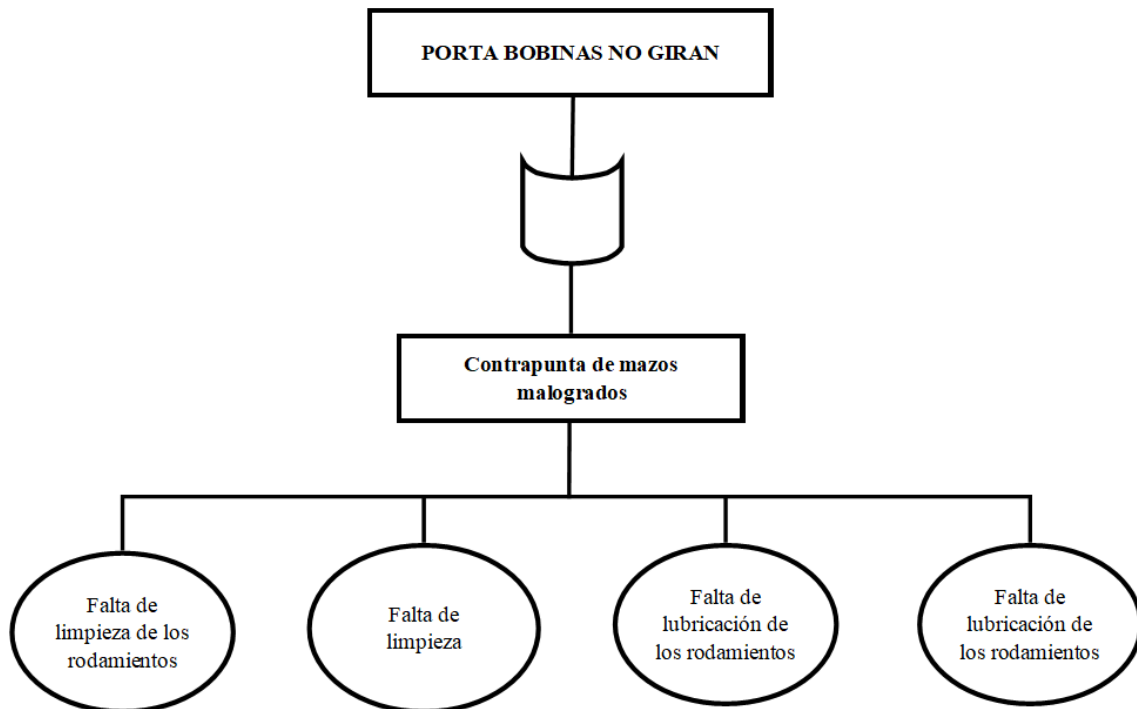


Fig. 10 Porta bobinas no giran

- **Árbol de fallas de la Continua 1:**

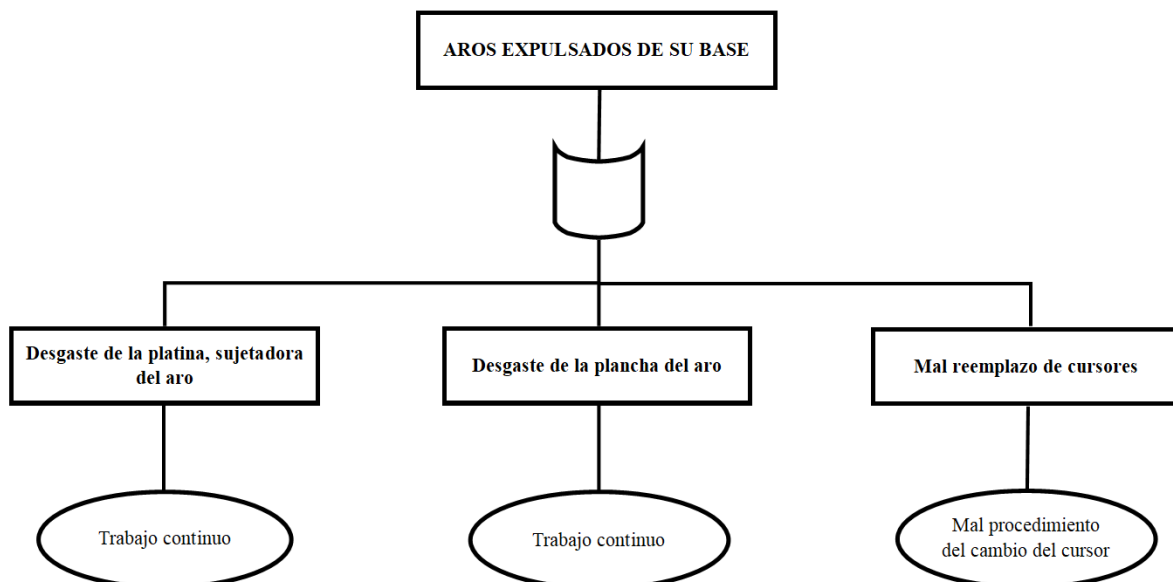


Fig. 11 Aros expulsados de su base

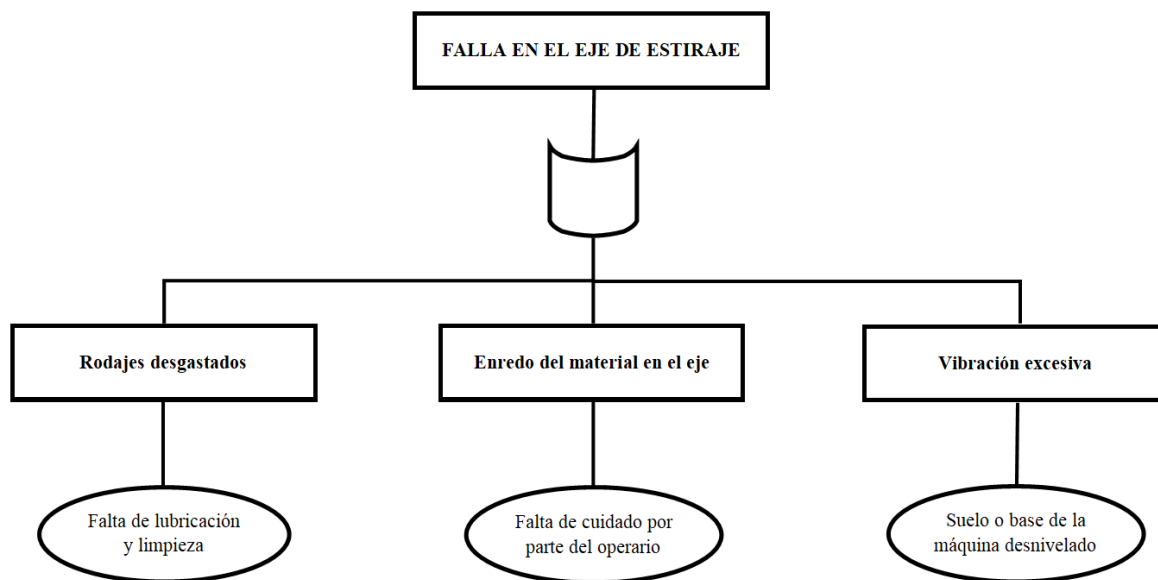


Fig. 12 Falla en el eje de estiraje

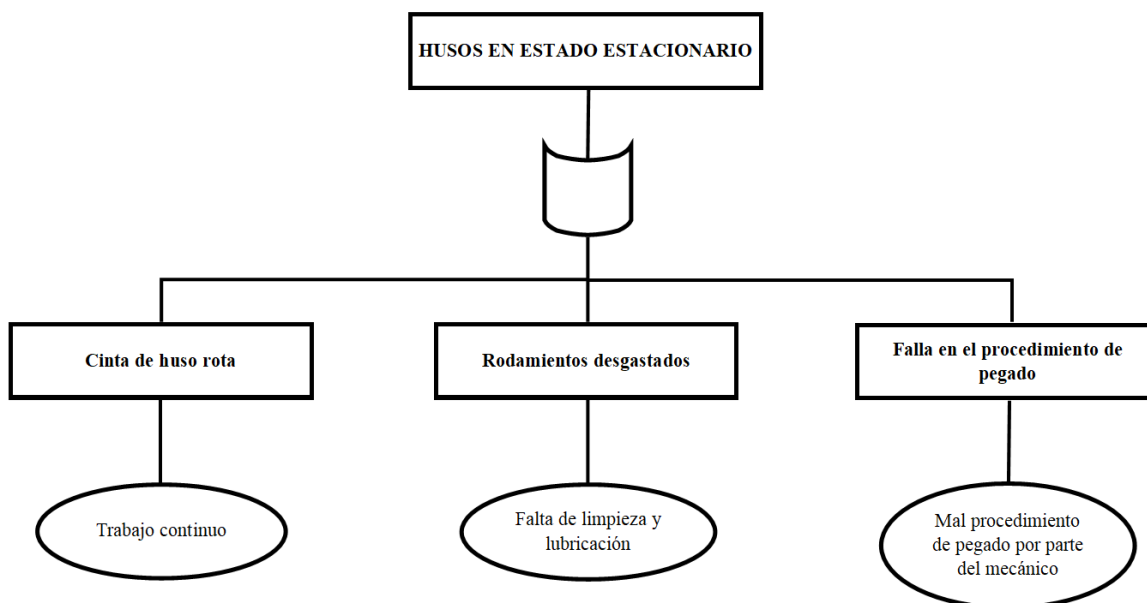


Fig. 13 Husos en estado estacionario



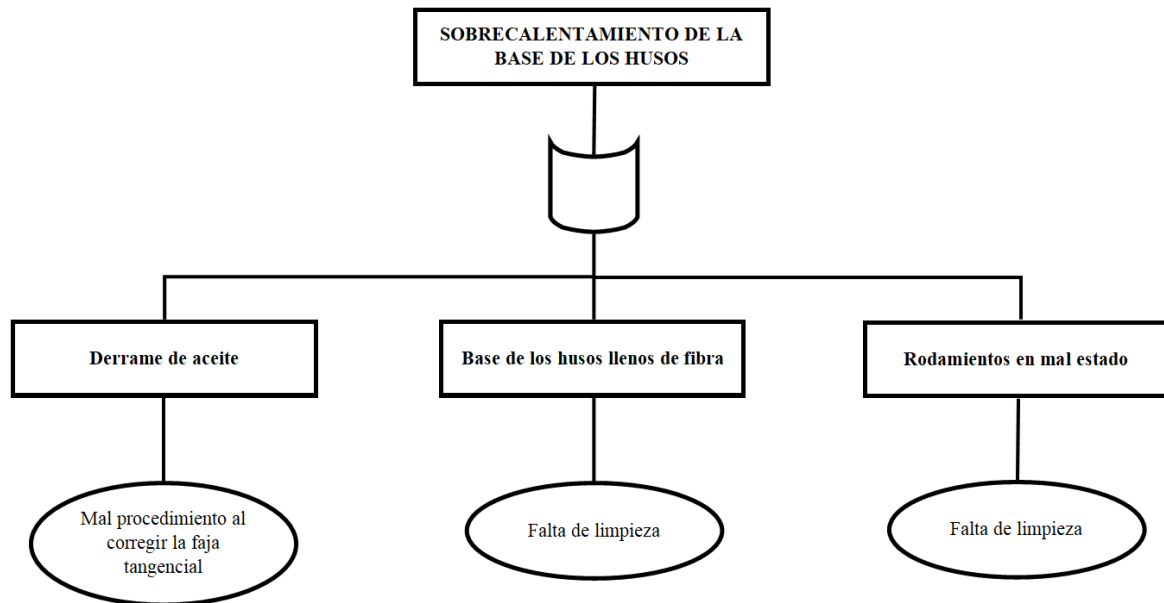


Fig. 14 Sobrecalentamiento de la base de husos

• **Árbol de fallas de la Continua 5:**

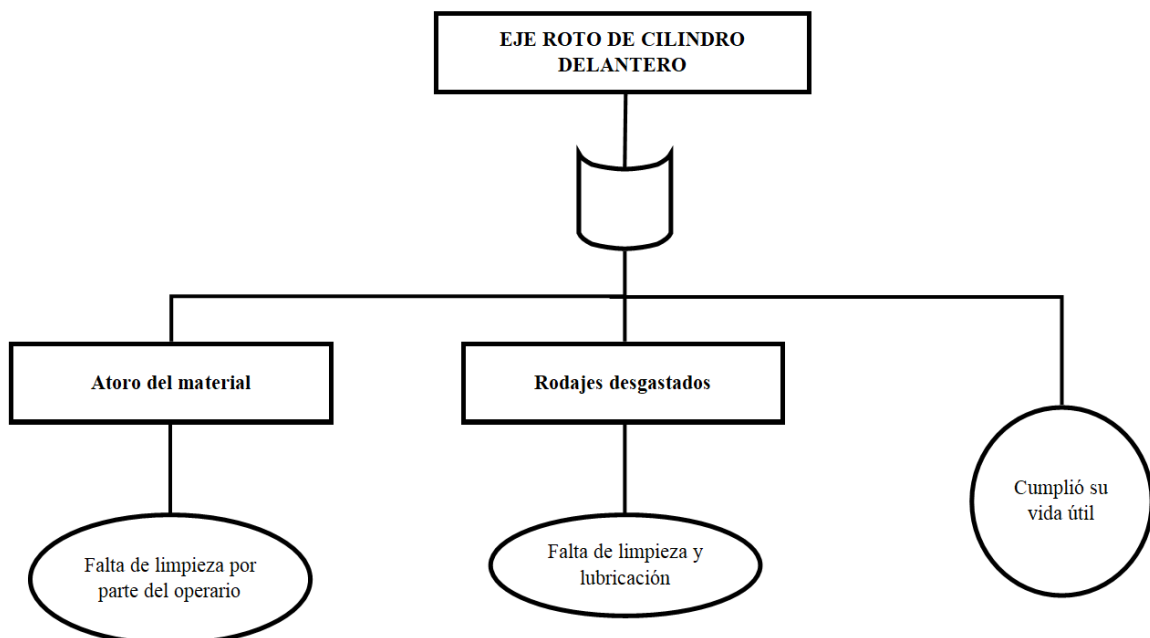


Fig. 15 Eje roto de cilindro delantero

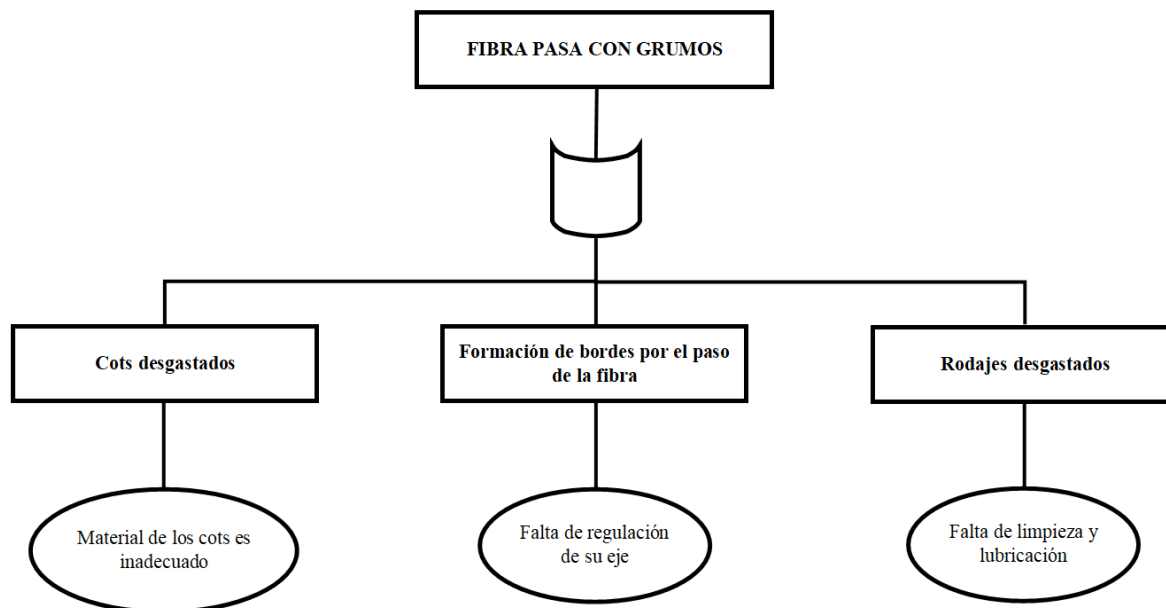


Fig. 16 Fibra pasa con grumos

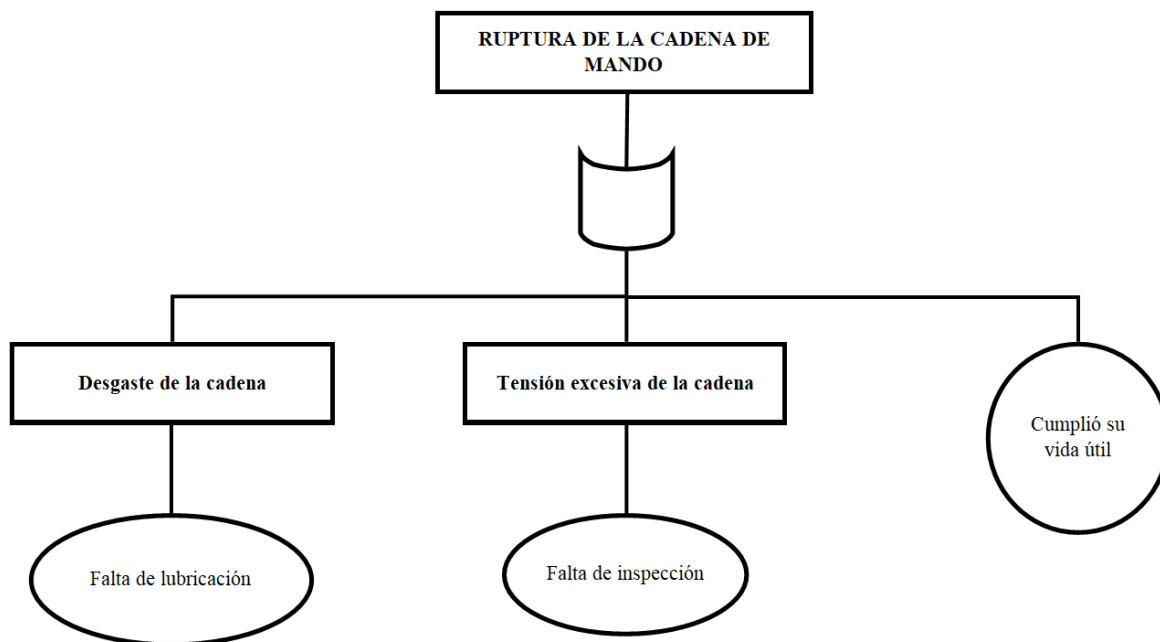


Fig. 17 Ruptura de la cadena de mando

- **Árbol de fallas de la Conera automática RAS 15:**

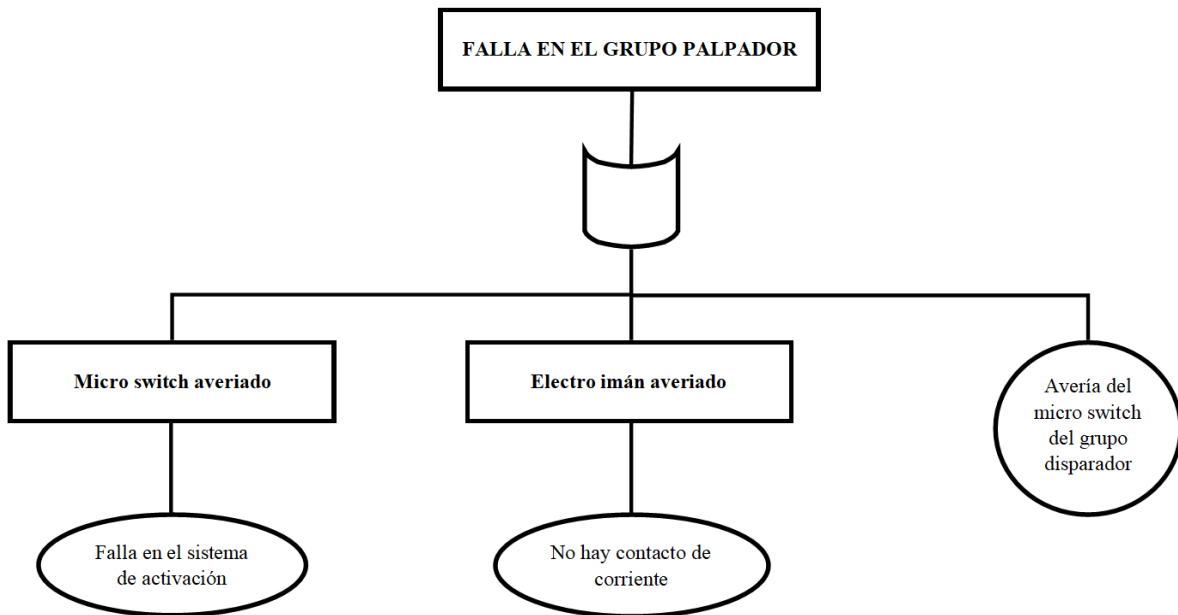


Fig. 18 Falta en el grupo palpador

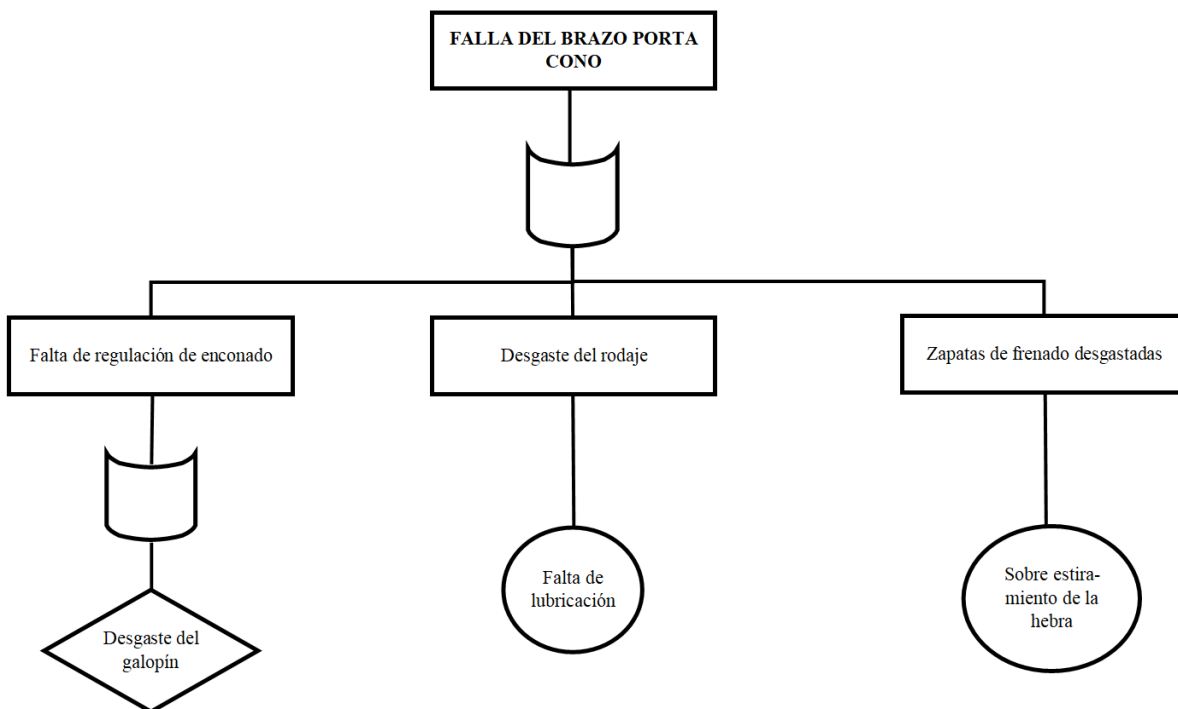


Fig. 19 Falta del brazo porta cono

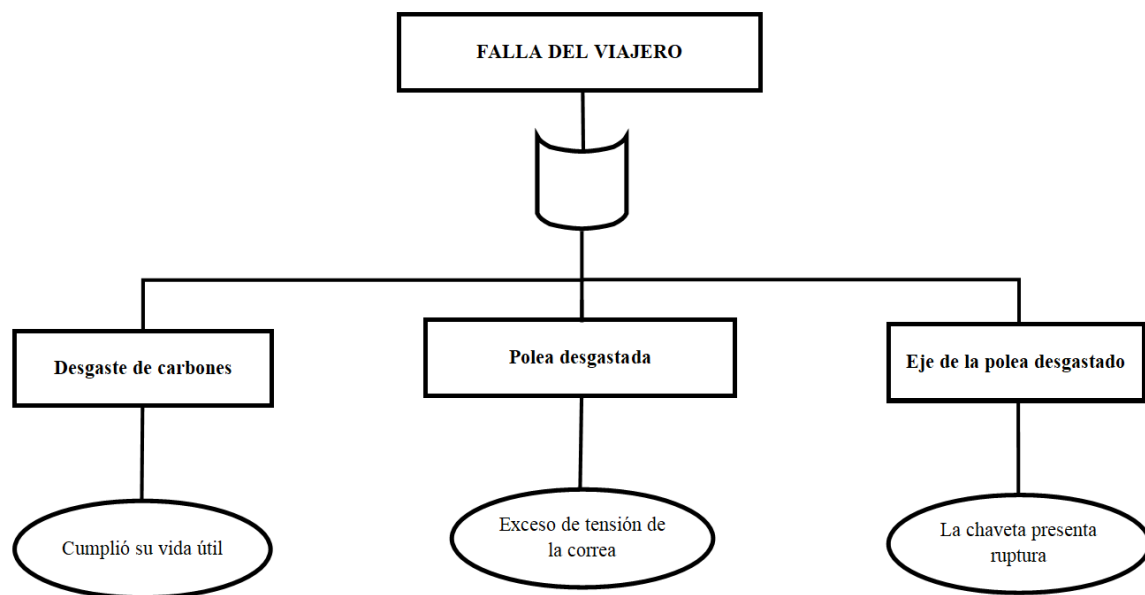


Fig. 20 Falla del viajero

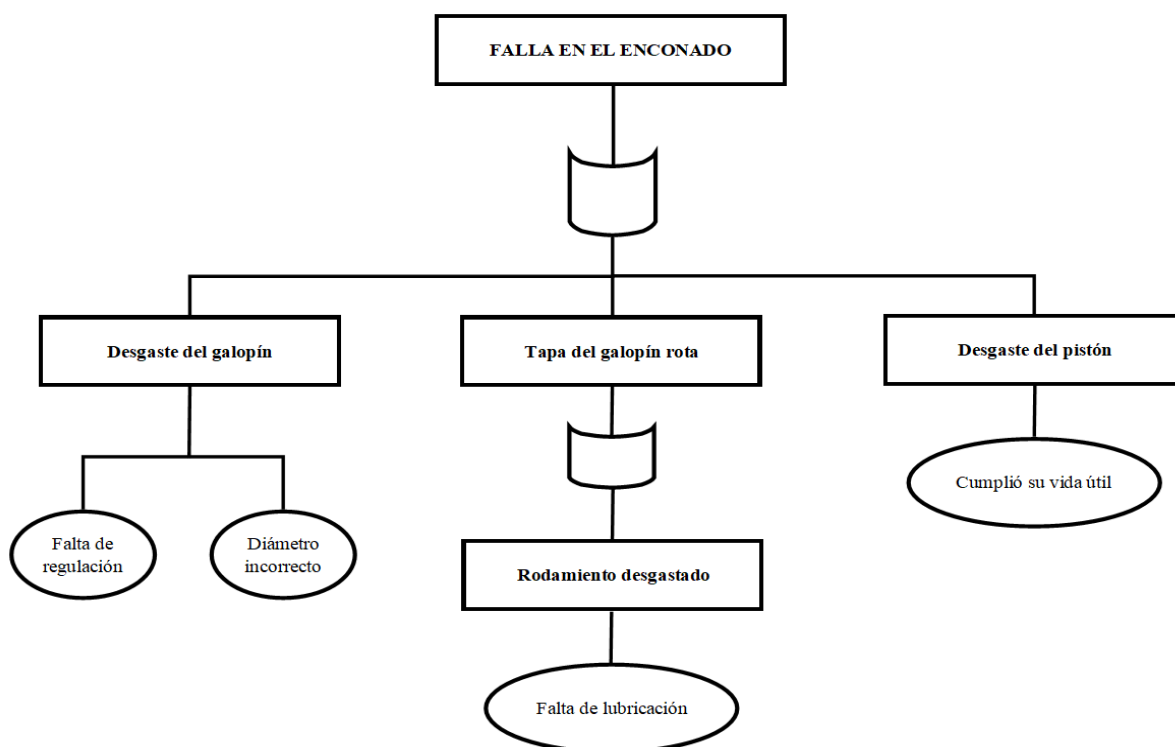


Fig. 21 Falla en el enconado

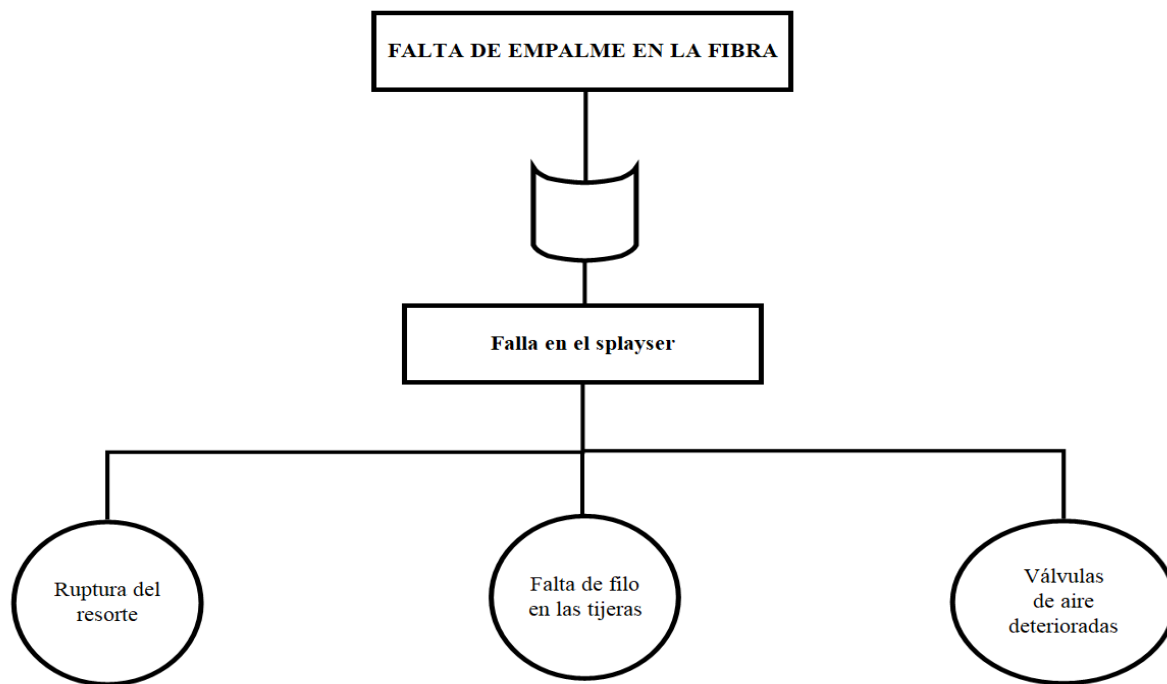


Fig. 22 Falta de empalme en la fibra

El árbol de fallas nos ayudó a encontrar la causa y consecuencia de cada avería en las 4 máquinas que presentan mayor índice de criticidad.

## AMEF DE LAS MÁQUINAS EN ESTADO CRÍTICO

TABLA 10 AMEF DE LA FROTADORA 2

MÁQUINA	FUNCIÓN	FALLA	MODO DE FALLO	EFECTO DE FALLO	ESTADO ACTUAL				ESTADO	MEDIDAS PREVENTIVAS	ENCARGADO A REALIZAR	ESTADO MEJORADO				ESTADO
					SEV	OCU	DET	NPR				SEV	OCU	DET	NPR	
Frotadora 2	Entrelazar la fibra	Falla en el brazo de alimentación	Regulación incorrecta	Máquina parada	6	4	5	120	Riesgo de falla bajo	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	2	2	2	8	Riesgo de falla bajo
		Desgaste del eje de mando del cilindro	Rodamientos en mal estado	Máquina parada	7	5	4	140	Riesgo de falla medio	Inspección técnica, limpieza y lubricación	Personal técnico mecánico	3	2	2	12	Riesgo de falla bajo
		Porta bobinas no gira	Falta de limpieza y lubricación de los rodamientos	Máquina parada	7	4	5	140	Riesgo de falla bajo	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	2	2	2	8	Riesgo de falla bajo
		Falla del eje de cilindros	Rotura o torción	Máquina parada	6	5	5	150	Riesgo de falla medio	Limpieza continua del eje	Personal técnico mecánico	2	2	3	12	Riesgo de falla bajo

TABLA 11 AMEF DE LA CONTINUA 1

MÁQUINA	FUNCIÓN	FALLA	MODO DE FALLO	EFECTO DE FALLO	ESTADO ACTUAL				ESTADO	MEDIDAS PREVENTIVAS	ENCARGADO A REALIZAR	ESTADO MEJORADO				ESTADO
					SEV	OCU	DET	NPR				SEV	OCU	DET	NPR	
Continua 1	Torcionar el hilo proveniente de la etapa de frotado	Aros de husos expulsados	Desgaste de la platina sujetadora del aro	Parada del huso	5	6	5	150	Riesgo de falla medio	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	2	4	2	16	Riesgo de falla bajo
		Sobrecalentamiento de la base de los husos	Suciedad y falta de lubricación de la base	Parada del huso	4	6	6	144	Riesgo de falla medio	Inspección técnica, limpieza y lubricación	Personal técnico mecánico	3	3	2	18	Riesgo de falla bajo
		Husos fuera de operación	Cinta de transmisión rota	Parada de la máquina	6	7	3	126	Riesgo de falla medio	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	3	2	2	12	Riesgo de falla bajo
		Falla en el eje de estriaje	Enredo del material, rodajes en mal estado	Parada de la máquina	8	5	4	160	Riesgo de falla medio	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	4	3	2	24	Riesgo de falla bajo

TABLA 12 AMEF DE LA CONTINUA 5

MÁQUINA	FUNCIÓN	FALLA	MODO DE FALLO	EFECTO DE FALLO	ESTADO ACTUAL				ESTADO	MEDIDAS PREVENTIVAS	ENCARGADO A REALIZAR	ESTADO MEJORADO				ESTADO
					SEV	OCU	DET	NPR				SEV	OCU	DET	NPR	
Continua 5	Torcionar el hilo proveniente de la etapa de frotado	Material defectuoso	Cots desgastados	Parada del huso	6	5	5	150	Riesgo de falla medio	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	2	4	2	16	Riesgo de falla bajo
Continua 5		Sobrecalentamiento de la base de los husos	Suciedad y falta de lubricación de la base	Parada del huso	4	6	6	144	Riesgo de falla medio	Inspección técnica, limpieza y lubricación	Personal técnico mecánico	3	3	2	18	Riesgo de falla bajo
Continua 5		Eje roto del cilindro delantero	Rodajes desgastados	Parada de la máquina	7	4	4	112	Riesgo de falla bajo	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	3	2	3	18	Riesgo de falla bajo
Continua 5		Ruptura de la cadena de mando	Desgaste por trabajo	Parada de la máquina	8	4	4	128	Riesgo de falla medio	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	2	2	2	8	Riesgo de falla bajo



TABLA 13 AMEF DE LA RAS 15

MÁQUINA	FUNCIÓN	FALLA	MODO DE FALLO	EFECTO DE FALLO	ESTADO ACTUAL				ESTADO	MEDIDAS PREVENTIVAS	ENCARGADO A REALIZAR	ESTADO MEJORADO				ESTADO
					SEV	OCU	DET	NPR				SEV	OCU	DET	NPR	
RAS 15	Enconado de las canillas provenientes de las continuas	Falla en el brazo porta cono	Desgaste del rodaje, falta de regulación del porta cono	Parada del huso	7	5	4	140	Riesgo de falla medio	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	3	2	3	18	Riesgo de falla bajo
RAS 15		Splayser dañado	Ruptura del resorte, falta de filo en las tijeras	Parada del huso	6	6	4	144	Riesgo de falla medio	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	3	3	3	27	Riesgo de falla bajo
RAS 15		Falla en el enconado	Desgaste del galopín	Parada del huso	7	4	4	112	Riesgo de falla bajo	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	3	2	2	12	Riesgo de falla bajo
RAS 15		Falla en el grupo palpador	Micro switch averiado	Parada del huso	6	5	5	150	Riesgo de falla medio	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	3	3	3	27	Riesgo de falla bajo
RAS 15		Falla del viajero	Desgaste de los carbones	Parada del viajero	8	6	4	192	Riesgo de falla medio	Inspección técnica preventiva	Personal técnico mecánico	3	3	3	27	Riesgo de falla bajo

TABLA 14 RESUMEN DEL AMEF

MÁQUINA	FALLA	NPR ACTUAL	NPR MEJORADO
<i>Frotadora 2</i>	Falla en el brazo de alimentación	120	8
	Desgaste del eje de mando del cilindro	140	12
	Porta bobinas no gira	140	8
	Falla del eje de cilindros	150	12
<b>Total</b>		<b>550</b>	<b>40</b>
<i>Continua 1</i>	Aros de husos expulsados	150	16
	Sobrecalentamiento de la base de los husos	144	18
	Husos fuera de operación	126	12
	Falla en el eje de estiraje	160	24
<b>Total</b>		<b>580</b>	<b>70</b>
<i>Continua 5</i>	Material defectuoso	150	16
	Sobrecalentamiento de la base de los husos	144	18
	Eje roto del cilindro delantero	112	18
	Ruptura de la cadena de mando	128	8
<b>Total</b>		<b>534</b>	<b>60</b>
<i>RAS 15</i>	Desgaste del rodaje, falta de regulación del porta cono	140	18
	Ruptura del resorte, falta de filo en las tijeras	144	27
	Desgaste del galopín	112	12
	Micro switch averiado	150	27
	Desgaste de los carbones	192	27
<b>Total</b>		<b>738</b>	<b>111</b>

	NPR ACTUAL	NPR MEJORADO
<i>Frotadora 2</i>	550	40
<i>Continua 1</i>	580	70
<i>Continua 5</i>	534	60
<i>RAS 15</i>	738	111

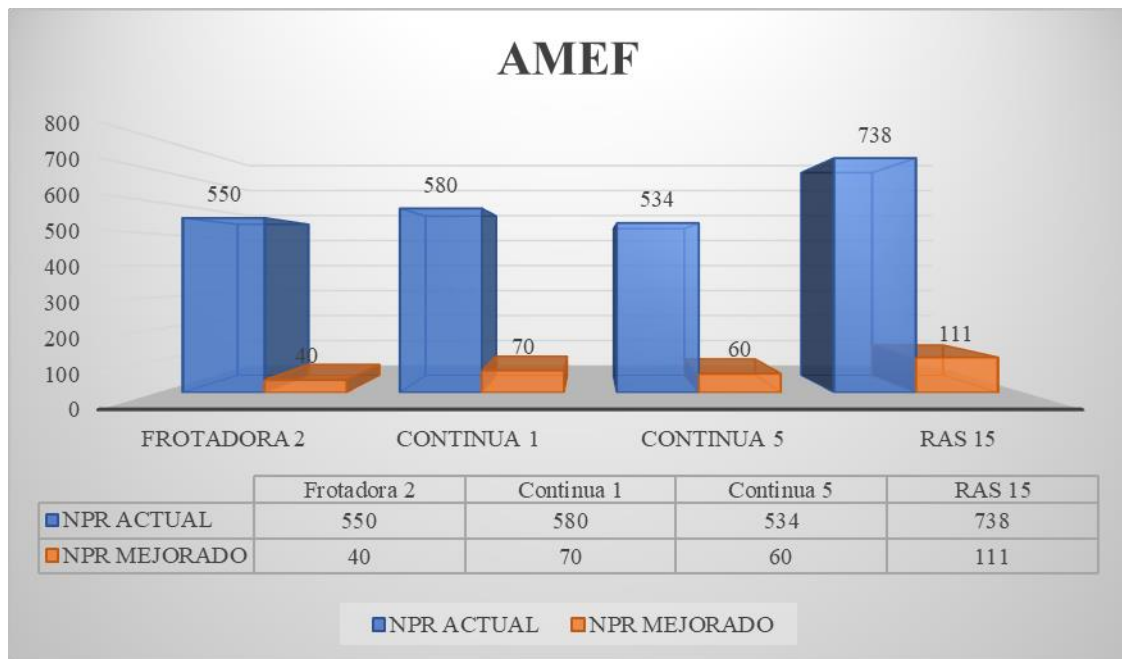


Fig. 23 Resumen del AMEF

El AMEF (análisis de modo y efecto de fallo) busca encontrar el NPR (Número de Prioridad y Riesgo), tanto del estado actual de las máquinas, como del estado mejorado, este estado final se logra planteándonos la siguiente pregunta ¿cómo disminuir el riesgo?, para lo cual se propone inspecciones técnicas continuas, limpiezas, lubricaciones, etc.

# ANÁLISIS WEIBULL

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

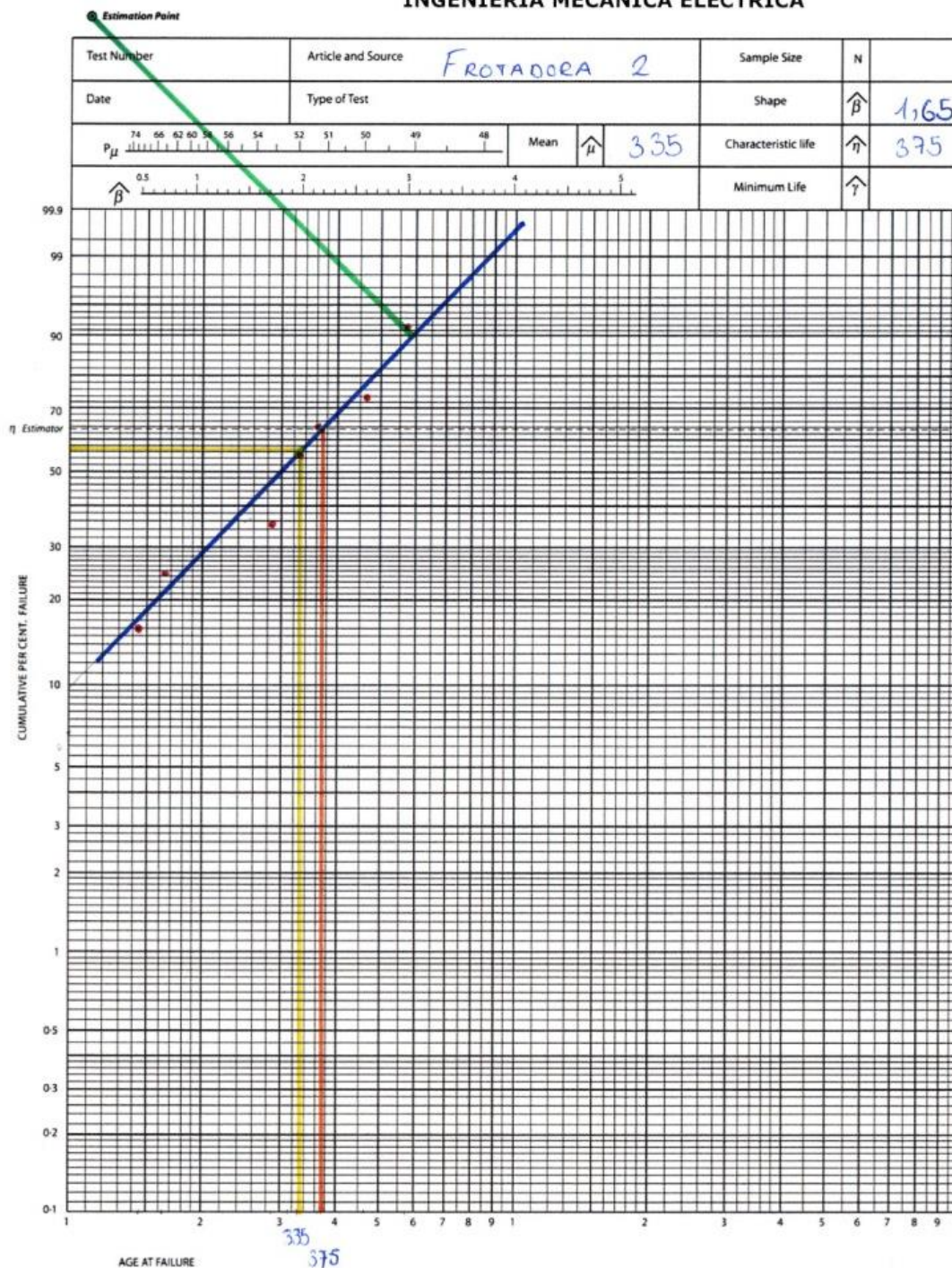


Fig. 24 Análisis Weibull de la Frotadora 2

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

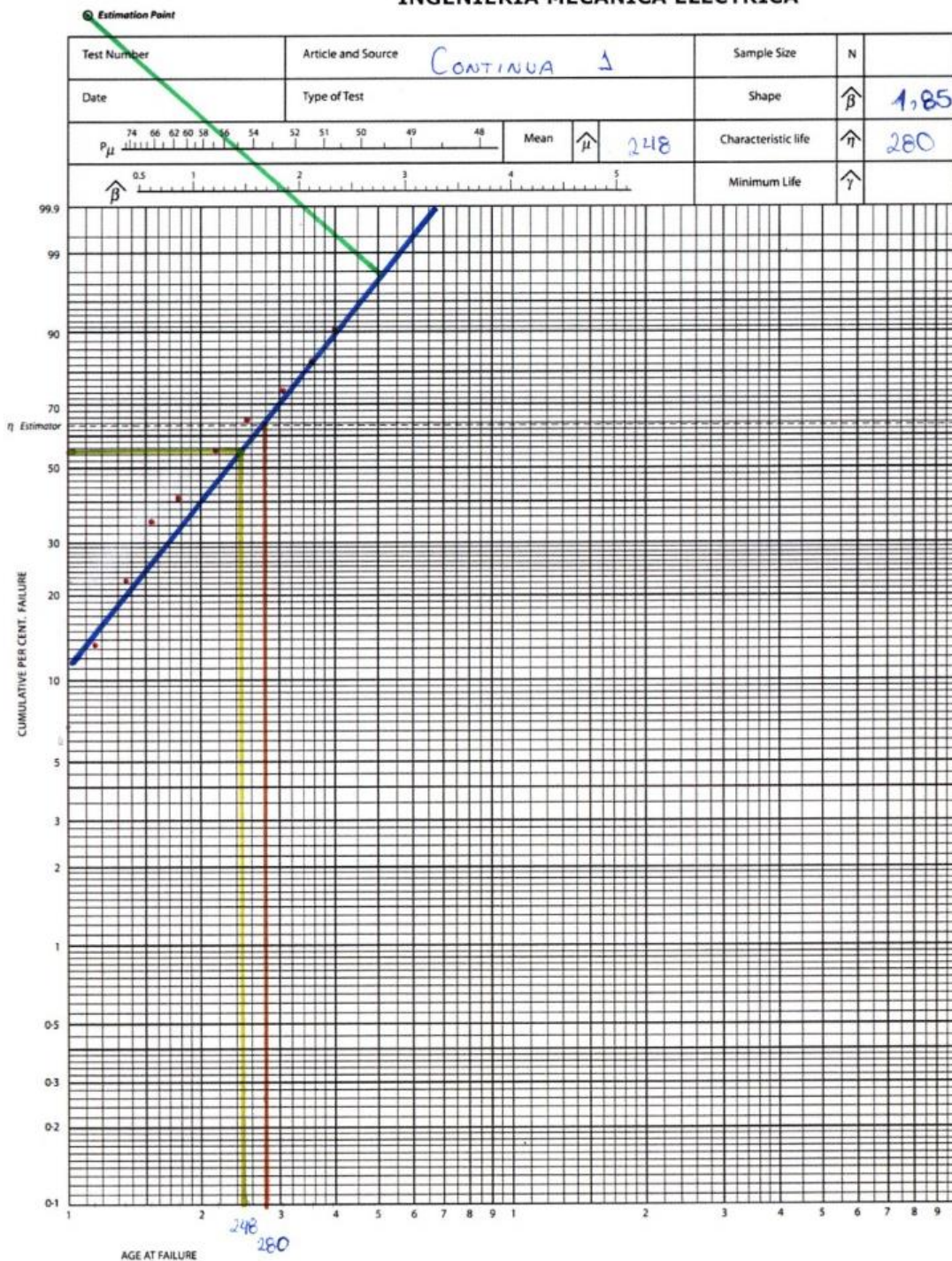


Fig. 25 Análisis Weibull de la Continua 1

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

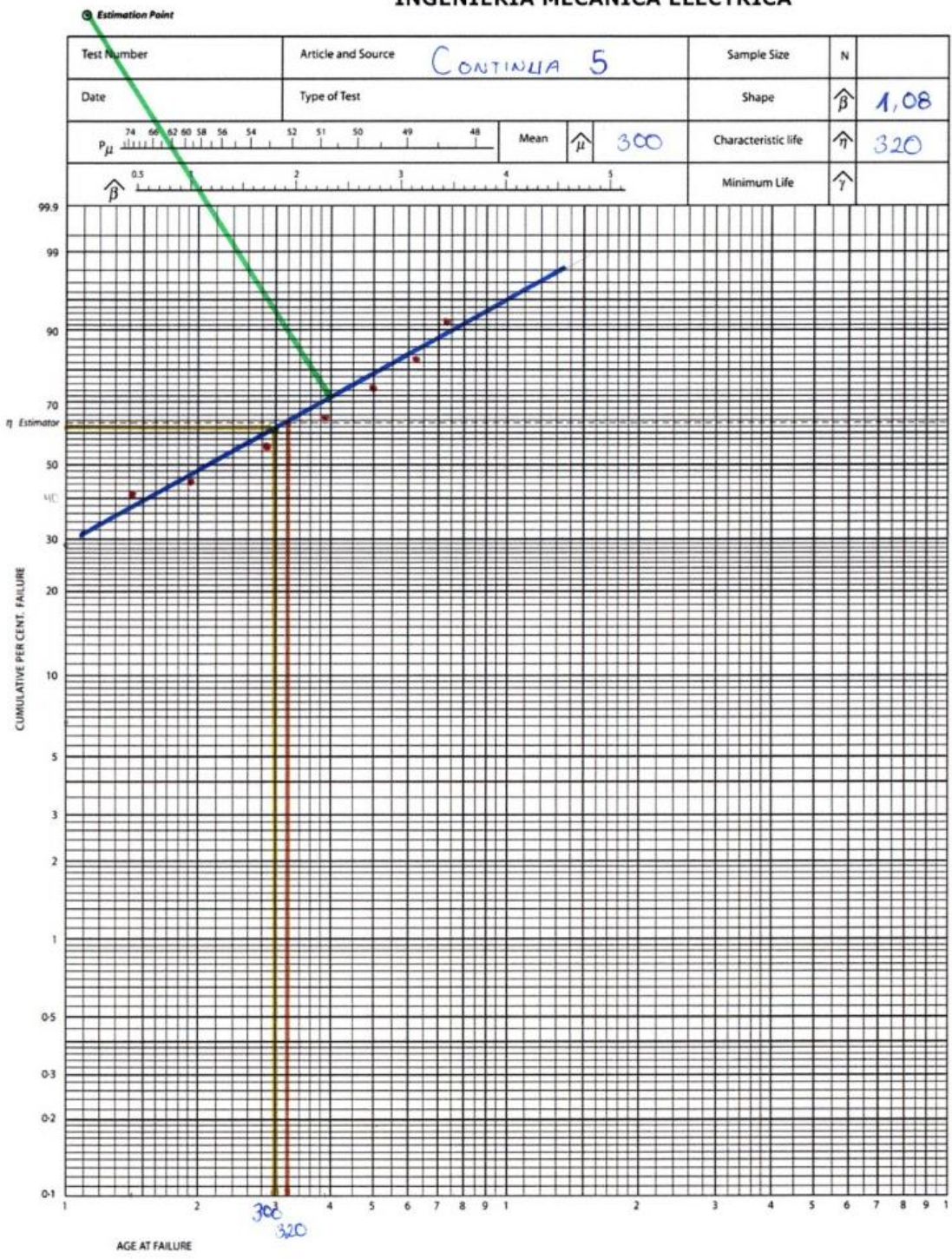


Fig. 26 Análisis Weibull de la Continua 5

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

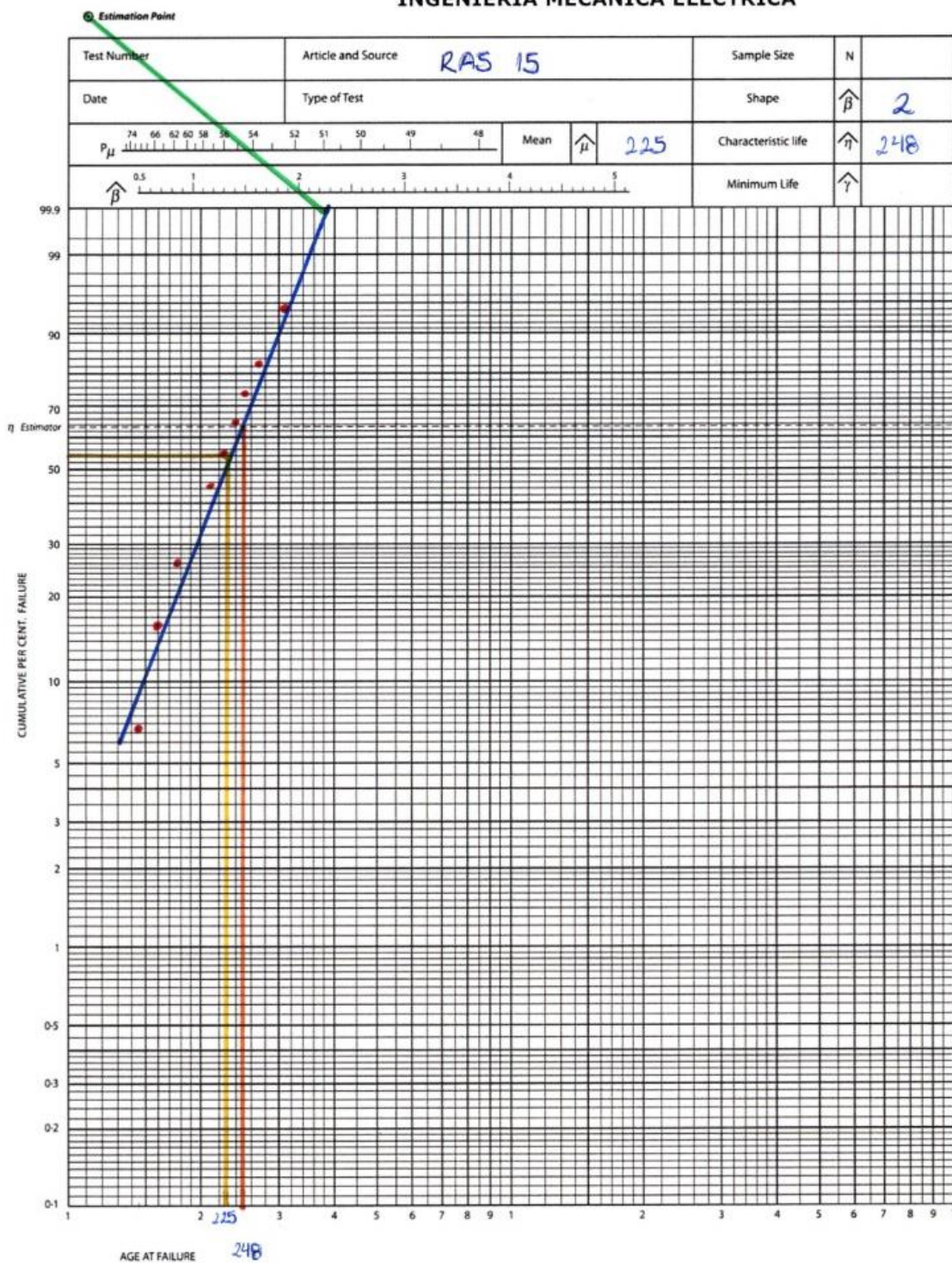


Fig. 27 Análisis Weibull de la RAS 15

El factor Beta indica las acciones mas adecuadas que se deben realizar según el resultado obtenido:

- De 0 a 1,95: Mantenimiento correctivo/modificativo.
- De 1,5 a 2,05: Mantenimiento Preventivo.
- De 2,05 a 3,44: Mantenimiento Predictivo.

<b>RESULTADOS DEL ANÁLISIS WEIBULL EN LAS MÁQUINAS CON MAYOR ÍNDICE DE CRITICIDAD</b>		
<i>Máquina</i>	<i>Valor B</i>	<i>Acción</i>
Frotadora 2	1,65	Mantenimiento preventivo
Continua 1	1,85	Mantenimiento preventivo
Continua 5	1,08	Mantenimiento preventivo
RAS 15	2	Mantenimiento preventivo

**4.3. Proponer el plan de mantenimiento RCM en los equipos con mayor criticidad de la empresa, a partir de los resultados del análisis de criticidad, árbol de fallas, AMEF.**

## **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

### **EQUIPO CON MAYOR CRITICIDAD DE LA EMPRESA**

#### **1. Introducción**

Se establece el proceso adecuado para ejecutar el mantenimiento preventivo de las maquinarias evaluadas, con la finalidad de prevenir fallas y así asegurar la producción constante del proceso.

#### **2. Alcance**

Este plan de gestión de mantenimiento aplica al quipo con mayor criticidad de la empresa textil.

#### **3. Definiciones:**

- **Ejecución:** Se refiere a la ejecución de una cierta acción, en especial para cumplir un proyecto.



- **Mantenimiento preventivo:** Se refiere al proceso consignado al mantenimiento de los equipos a través de inspecciones previas a las labores del mantenimiento lo que garantizará el funcionamiento constante de las máquinas encargadas de la producción.
- **Análisis de criticidad:** Se refiere a la asignación de un estado de prioridad en los equipos, sistemas y dispositivos, instituyendo una estructura que proporciona la toma de decisiones convenientes y positivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más significativo y necesario optimizar la confiabilidad.
- **Árbol de falla:** Se refiere a un proceso que permite identificar fallas continuas, productos y procedimientos, así como evaluar y catalogar de manera imparcial sus causas, efectos y componentes de identificación y así evitar su ocurrencia, así mismo, tener un procedimiento documentado de prevención.

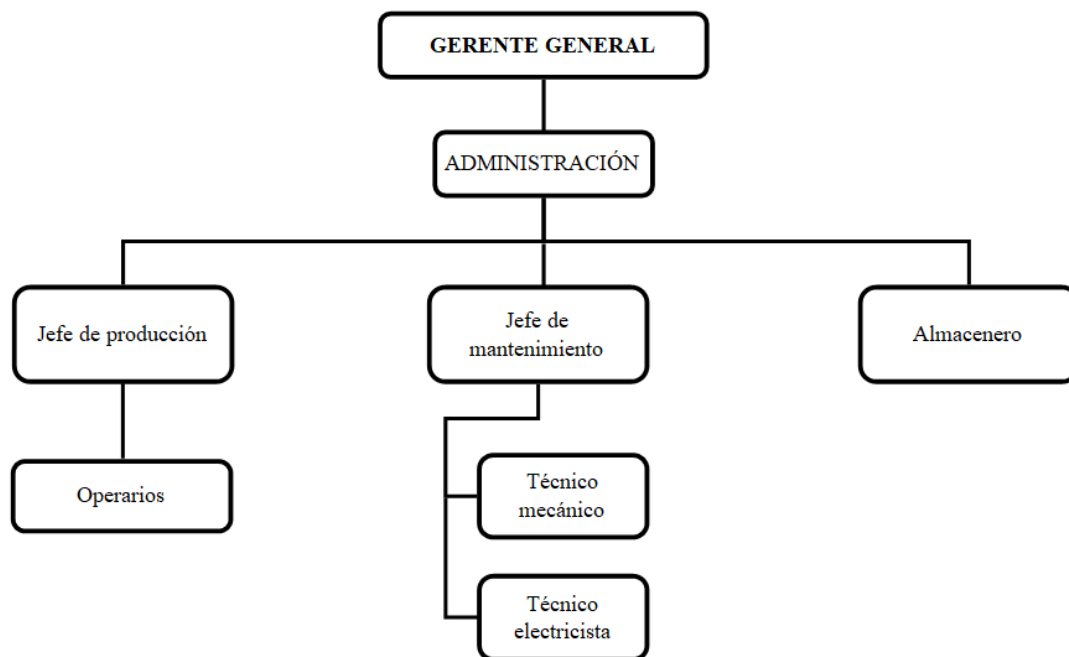


Fig. 28 Organigrama de la empresa textil

## – JEFE DE MANTENIMIENTO

### a) Función general

Registrar y supervisar la ejecución de las diligencias de mantenimiento, controlando las labores del personal que tiene a cargo, garantizando la actividad constante de los mecanismos.

### b) Funciones específicas

- Definir y planificar la política de mantenimiento, con la finalidad de mejorar el modelo de labores preventivas y establecer metodologías sólidas en el proceso de mantenimiento.
- Asegura el funcionamiento adecuado de los grupos de trabajo y de las instalaciones de la empresa.
- Planificar el mantenimiento preventivo del proceso de producción y asegura la continuidad de estas.
- Elabora y mantiene actualizados la programación de mantenimiento preventivo, verificando su garantía.
- Ordena y asigna las labores de mantenimiento.
- Dirige, gestiona y motiva los equipos de mantenimiento.
- Coordina el proceso y ejecución del mantenimiento con el jefe de producción y con otros jefes de departamentos de la empresa, con el fin de diseñar y poner en práctica el mantenimiento de cada uno de los equipos.

## – TÉCNICO MECÁNICO

### a) Función general

Garantiza el funcionamiento adecuado de la parte mecánica de todas las máquinas existentes en la empresa.

### b) Funciones específicas

- Llevar a cabo las actividades que le sean encomendadas, y acatar los reglamentos o normas que rijan en su ámbito de trabajo, por lo que deberá actualizarse constantemente.
- Inspeccionar y realizar las actividades técnicas de mantenimiento RCM, calibración de instrumentos, reparación y mantenimiento de maquinaria.

- Asegurar que se cumplan las metodologías de mantenimiento preventivo, como: diagnóstico, soluciones rápidas y óptimas.
- Participar en la identificación de nuevos métodos de acuerdo con las normas y recomendaciones nacionales e internacionales.

## – **TÉCNICO ELECTRICISTA**

### **a) Función general**

Garantizar el funcionamiento adecuado de la parte eléctrica de todas las máquinas y las instalaciones de la fábrica.

### **b) Funciones específicas**

- Tener habilidades manuales en el manejo de herramientas y equipos.
- Tener conocimientos de lectura y dibujo técnico para poder interpretar planos o esquemas.
- Tener conocimientos en materia de seguridad y prevención de riesgos en el trabajo.
- Ser meticoloso y cuidadoso, con capacidad para trabajar de manera ordenada.
- Mantenerse actualizado de los avances tecnológicos e industriales.
- Capaz de comunicarse de manera correcta en las relaciones interpersonales, en el trato con sus compañeros de trabajo.
- Tener la rapidez en la resolución de cualquier incidencia o problema.

## – **ALMACENERO**

### **a) Función general**

Comprobar que los repuestos que ingresan y salen de almacén vengam acompañados de los documentos aprobados y vigentes. Además de revisar el inventario de cada repuesto.

### **b) Funciones específicas**

- Llevar el control adecuado de los inventarios (stocks), sean estos repuestos o herramientas de reparación.

- Verificar que las ordenes de salida del almacén cumpla con lo solicitado por el jefe de mantenimiento, verificando los códigos de los productos, la firma del solicitante, descripción completa del producto.
- Clasificar y codificar todos los productos del inventario evitando códigos duplicados para proporcionar una lista confiable de materiales y distribuirlos a los solicitantes.
- Garantizar el proceso adecuado de almacenamiento de los productos.
- Agilizar el tiempo de adquisición de los repuestos.
- Implantar procedimientos técnicos para la recepción, registro, codificación, clasificación, almacenamiento y entrega de los repuestos; además de mantenerlos en buen estado.
- Realizar el seguimiento de las compras de repuestos y herramientas que se encuentren pendientes.

TABLA 15 PLAN DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO DE FROTADORA 2

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de maquina	Tiempo aproximado de trabajo	Observaciones
Frotadora #2	Limpieza de los cilindros	Limpieza	Cuchilla	Interdiario	Operario de la máquina	Máquina parada	5 min	Realizar la limpieza con la máquina parada, así evitar daños en el cilindro y demás componentes.
	Reemplazo de muelle de presión	Reemplazo	Llave allen N°6, llave de boca N°8, destornillador plano	Anual	Técnico mecánico	Máquina parada	10 horas	Verificar que el material del muelle sea de buena calidad, así evitar el desgaste prematuro.
	Regulación del brazo de alimentación	Regulación	Llave de boca N°10, llave allen N°6	Anual	Técnico mecánico	Máquina parada	1 hora	Realizar la regulación adecuada, de tal manera no afectar la calidad del producto.
	Rectificación del eje de mando	Rectificación	Llave de boca N°17, 19; martillo, desarmador plano, pinza interna y externa, llave allen N° 4, 5.	Anual	Técnico mecánico	Máquina parada	6 horas	Disponer las medidas exactas para el procedimiento de rectificación.
	Limpieza y engrase de los rodamientos del porta bobinas	Limpieza	Llave allen N°3, 4; martillo, botador, pinza interna	Mensual	Técnico mecánico	Máquina parada	10 horas	Limpiar totalmente el rodamiento antes de realizar su engrase.
	Reemplazo de los rodamientos del porta bobinas	Reemplazo	Llave allen N°3, 4; martillo, botador, pinza interna	Anual	Técnico mecánico	Máquina parada	8 horas	Cerciorarse que la base del rodamiento no tenga imperfecciones que eviten su correcto trabajo

TABLA 16 PLAN DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO DE LA CONTINUA 1

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de maquina	Tiempo aproximado de trabajo	Observaciones
Continua #1	Reemplazo de aros de los husos	Reemplazo	Destornillador plano, llave allen 8	Semestral	Técnico mecánico	Máquina parada	30 minutos	Revisar que la plancha de los aros se encuentre en buen estado, caso contrario se deberá realizar las correcciones correspondientes.
	Lubricación de la base del huso	Lubricación	Aceitera, waipe, aceite fino #10	Anual	Técnico mecánico	Máquina parada	10 horas	Antes de lubricar y/o agregar el aceite, se debe realizar la limpieza de la base con el uso de waipe o un trapo limpio.
	Engrase de los rodamientos del eje de estiraje	Engrase	Llave Stilson, martillo, grasera	Quincenal	Técnico mecánico	Máquina operativa	2 horas	Antes del engrase, se debe limpiar las bocas de engrase de los rodamientos.
	Revisión de eje y sus componentes del eje de estiraje	Revisión	Llave Stilson, martillo, grasera	Anual	Técnico mecánico	Máquina parada	10 horas	Revisar el estado en que se encuentra el eje y sus rodajes, en el caso de que se encuentren deteriorados, se deberá realizar el rectificado del eje o reemplazo de los rodamientos.
	Reemplazo de la cinta de huso	Reemplazo	Pegamento, plancha para pegar, lija	Semestral	Técnico mecánico	Máquina parada	5 horas	Al momento de realizar el pegado de la cinta, dejar en la plancha por 30 minutos, para que el empalme se realice de manera adecuada.

TABLA 17 PLAN DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO DE LA CONTINUA 5

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de maquina	Tiempo aproximado de trabajo	Observaciones
Continua #5	Limpieza del eje del cilindro delantero	Limpieza	Llave Stilson, martillo	Mensual	Técnico mecánico	Máquina parada	20 minutos	Realizar la limpieza del eje con la máquina parada, para realizar una correcta ejecución.
	Lubricación de los rodajes del eje del cilindro delantero	Lubricación	Llave Stilson, martillo	Mensual	Técnico mecánico	Máquina parada	30 minutos	Limpiar adecuadamente los rodamientos antes de realizar el engrase.
	Reemplazo de la cadena de mando	Reemplazo	Llave de boca N°17, 19, martillo, desarmador plano, alicate de presión	Anual	Técnico mecánico	Máquina parada	5 horas	Verificar que el material de la cadena sea de buen material, así evitar el desgaste prematuro, debido a la alta tensión a la que será sometida
	Rectificado de los cots	Rectificado	Llave allen N°4,6	Anual	Técnico mecánico	Huso parado	5 horas	Disponer de las medidas adecuadas para el rectificado.

**TABLA 18 PLAN DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO DE LA CONERA AUTOMÁTICA RAS 15**

Equipo	Actividad	Trabajo a realizar	Herramientas	Periodo	Personal	Condición de maquina	Tiempo aproximado de trabajo	Observaciones
RAS 15	Regulación del galopín	Regulación	Llave "T" N°6, llave corona N° 17, llave allen N°5	Quincenal	Técnico mecánico	Huso parado	5 minutos	Revisar que el diámetro del galopín sea el adecuado, caso contrario se debería rectificar.
	Reemplazo de rodaje del brazo porta cono	Reemplazo	Llave allen N°3, Pinza de extracción, Rodaje N°626 y 626	Trimestral	Técnico mecánico	Huso parado	10 minutos	Revisar que los rodamientos estén lubricados antes de su montaje.
	Reemplazo de zapatas	Reemplazo	Llave allen N°3, 5, 6, llave dado N°13	Anual	Técnico mecánico	Huso parado	1hora/30minutos	Limpiar la parte interna del tambor de frenado con aire comprimido.
	Limpieza de splayser	Limpieza	Aire comprimido, llave allen N°6, llave corona N°6, desarmador	Semestral	Técnico mecánico	Huso parado	2 horas	Observar que no queden desechos de fibras en la parte interna del splayser, tener cuidado con los componentes del mismo.
	Reemplazo del galopín	Reemplazo	Llave allen N°5, 6	Semestral	Técnico mecánico	Huso parado	25 minutos	Optar por un compuesto adecuado del galopín, para evitar desgastes prematuros.
	Reemplazo de carbones del viajero	Reemplazo	Llave allen N°3, desarmador estrella, llave corona N° 13	Semestral	Técnico mecánico	Máquina operativa	2 horas	Utilizar carbones de buena calidad para evitar su desgaste prematuro.



**TABLA 19 CRONOGRAMA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO**

Máquina	Actividad	CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA FROTADORA #2																																																	
		ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
Frotadora 2	Limpieza de los cilindros	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D			
	Reemplazo de muelle de presión																																																		A
	Regulación del brazo de alimentación																																																	A	
	Rectificación del eje de mando																																																	A	
	Limpieza y engrase de los rodamientos del porta bobinas				M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M		M		
	Reemplazo de los rodamientos del porta bobinas																																																	A	
Continua 1	Reemplazo de aros de los husos																																																	S	
	Lubricación de la base del huso																																																	A	
	Engrase de los rodamientos del eje de estriaje	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q	
	Revisión de eje y sus componentes del eje de estriaje																																																		A
	Reemplazo de la cinta de huso																																																	S	
Continua 5	Limpieza del eje del cilindro delantero				M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M		M		
	Lubricación de los rodajes del eje del cilindro delantero				M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M			M		M		
	Reemplazo de la cadena de mando																																																	A	
	Rectificado de los cots																																																	A	
RAS 15	Regulación del galopin	Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q		Q	
	Reemplazo de rodaje del brazo porta cono																																																		T
	Reemplazo de zapatas																																																		A
	Limpieza de splayser																																																	S	
	Reemplazo del galopin																																																	S	
	Reemplazo de carbones del viajero																																																	S	

D	Diario
S	Semanal
Q	Quincenal
M	Mensual
T	Trimestral
ST	Semestral
A	Anual



TABLA 21 ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

	<b>FORMATO DE SOLICITUD DE MANTENIMIENTO</b>	<b>EMPRESA</b>	<i>MULTISERVICIOS SAC</i>
<b>MÁQUINA</b>			
<b>SOLICITANTE</b>			
<b>FECHA</b>			
<b>DESCRIPCIÓN DE LA FALLA</b>			
<b>SOLICITUD APROBADA</b>		Si	
<b>SOLICITUD APROBADA</b>		No	
<b>MÁQUINA</b>			
<b>SOLICITANTE</b>			
<b>FECHA</b>			
<b>DESCRIPCIÓN DE LA FALLA</b>			
<b>SOLICITUD APROBADA</b>		Si	
<b>SOLICITUD APROBADA</b>		No	

TABLA 22 REGISTRO DE FALLAS

	REGISTRO DE FALLAS	EMPRESA	MULTISERVICIOS SAC
FECHA		RESPONSABLE DE REPARACIÓN	
MÁQUINA	FALLA	DESCRIPCIÓN DE FALLA	
REPUESTOS UTILIZADOS		ESTADO FINAL	
<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>		
FECHA		RESPONSABLE DE REPARACIÓN	
MÁQUINA	FALLA	DESCRIPCIÓN DE FALLA	
REPUESTOS UTILIZADOS		ESTADO FINAL	
<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>		

**4.4. Evaluar de la reducción tiempo de paradas, comparando los tiempos del mantenimiento correctivo aplicado actualmente en la empresa, con el mantenimiento basado en RCM.**

En la siguiente tabla, se visualiza el número y horas de paradas de cada máquina debido a fallas presentadas durante los meses de enero, febrero y marzo, teniendo un total de 119 averías con 298 horas.

**TABLA 23 TIEMPO DE PARADAS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Máquina	Mes	Mecánicas		Eléctricas		Total	
		#	horas	#	horas	#	horas
Frotadora 2	Enero	1	9	0	0	1	9
	Febrero	12	33	0	0	12	33
	Marzo	20	8	0	0	20	8
Continua 1	Enero	4	35	0	0	4	35
	Febrero	15	43	2	4	17	47
	Marzo	6	16	0	0	6	16
Continua 5	Enero	4	13	1	1	5	14
	Febrero	9	28	0	0	9	28
	Marzo	6	16	0	0	6	16
RAS 15	Enero	4	12	1	2	5	14
	Febrero	19	50	3	8	22	58
	Marzo	11	19	1	1	12	20
<b>TOTAL</b>						<b>119</b>	<b>298</b>

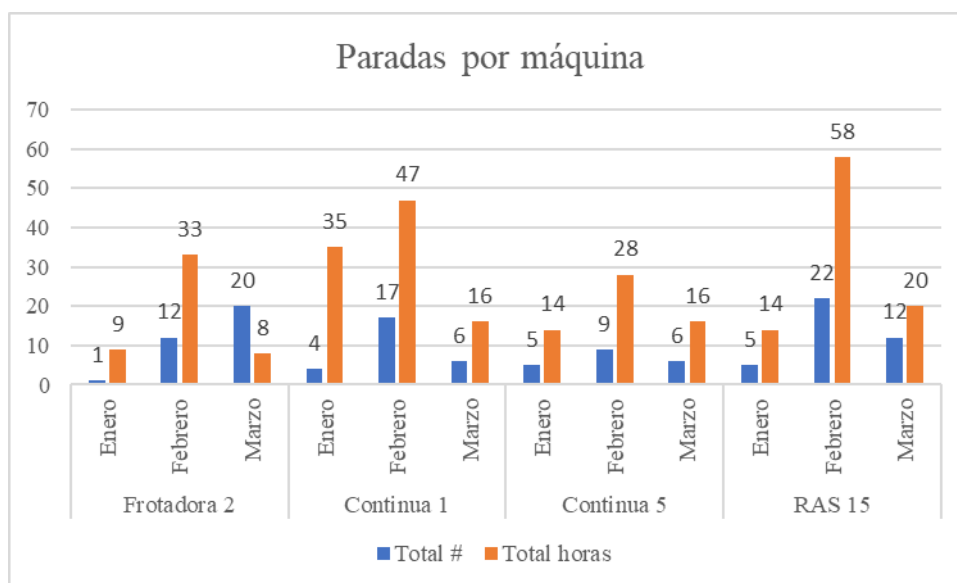


Fig. 29 Tiempo de paradas de mantenimiento correctivo

Seguido a ello se muestra el cálculo de horas de paradas aplicando las actividades de mantenimiento RCM, teniendo un total de 172,6 horas anuales.

**TABLA 24 TIEMPO DE PARADAS CON EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

<b>Máquina</b>	<b>Actividad de mantenimiento</b>	<b>Tiempo de actividades de mantenimiento anual (hr)</b>	<b>Total de paradas anuales (hr)</b>
<i>Frotadora 2</i>	Limpieza de cilindros	25,15	60,15
	Reemplazo de muelle de presión	10,00	
	Regulación del brazo de alimentación	1,00	
	Rectificación del eje de mando	6,00	
	Limpieza y engrase de los rodamientos del porta bobinas	10,00	
	Reemplazo de los rodamientos del porta bobinas	8,00	
<i>Continua 1</i>	Reemplazo de los aros de huso	1,00	79,00
	Lubricación de la base de los husos	10,00	
	Engrase de los rodamientos del eje de estiraje	48,00	
	Revisión y mantenimiento del eje de estiraje y sus componentes	10,00	
	Reemplazo de la cinta de huso	10,00	
<i>Continua 5</i>	Limpieza del eje de cilindro delantero	3,96	19,96
	Engrase de los rodamientos del eje de estiraje	6,00	
	Reemplazo de la cadena de mando	5,00	
	Rectificado de los cots	5,00	
<i>RAS 15</i>	Regulación del galopín	1,99	12,95
	Reemplazo del rodaje del brazo porta cono	0,64	
	Reemplazo de zapatas	1,50	
	Limpieza de splayser	4,00	
	Reemplazo del galopín	0,82	
	Reemplazo de los carbones del viajero	4,00	
<b>TOTAL</b>			<b>172,06</b>

Al realizar la comparación del tiempo de paradas del mantenimiento correctivo tenemos lo siguiente:

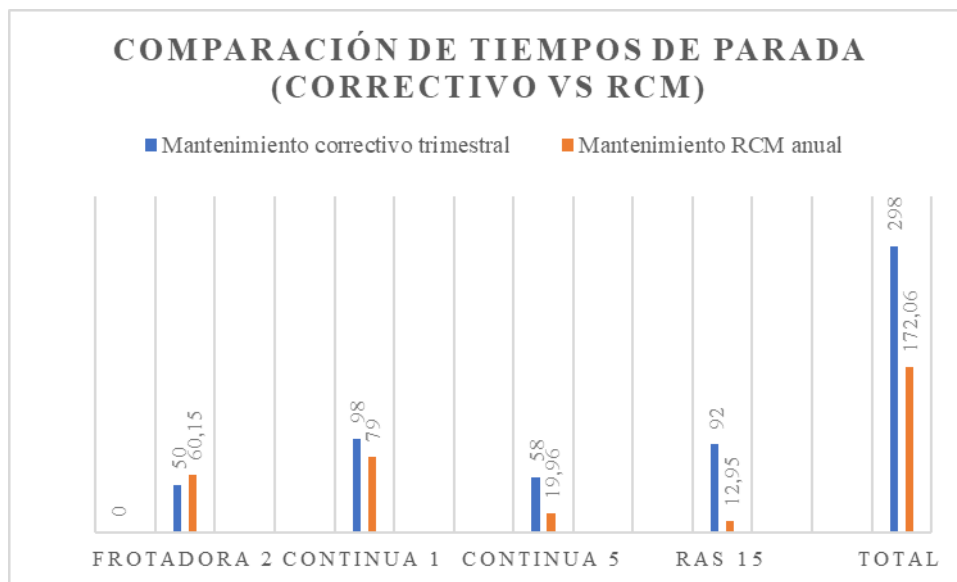


Fig. 30 Comparación de tiempos de parada (Correctivo vs RCM)

Como se observa en la tabla al comparar el mantenimiento correctivo con el RCM, existe una diferencia considerable puesto que el resultado del mantenimiento correctivo es de 298 horas de parada en solo 3 meses, en cambio el mantenimiento preventivo es de 172,06 horas de parada en un año.

A continuación se muestra los costos de producción y las pérdidas generadas en las máquinas que presentan mayor índice de criticidad de la empresa textil. Para ello se tuvo en cuenta las horas de trabajo al día, la producción diaria, el tiempo de paradas; para con ello calcular el costo de pérdidas de producción.

**TABLA 25 COSTO DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN**

Máquina	Mes	Horas de trabajo diario	Horas de trabajo al mes	Paradas de producción	Unidades	Producción diaria (bobinas)	Producción diaria (kg)	Producción diaria kg/hora	Producción mensual (kg)	Máquina parada (hr)	Producción mensual con paradas (averías)	Pérdida (kg)	Producción mensual (S/.)	Pérdida mensual por maquinaria (S/.)	Producción mensual neta (S/.)
Frotadora 2	Enero	18,00	450,00	18,00	24,00	432,00	864,00	48,00	21 600,00	9,00	21 168,00	432,00	S/ 64 800,00	S/ 1 296,00	S/ 63 504,00
	Febrero	18,00	432,00	18,00	24,00	432,00	864,00	48,00	20 736,00	33,00	19 152,00	1 584,00	S/ 62 208,00	S/ 4 752,00	S/ 57 456,00
	Marzo	18,00	486,00	18,00	24,00	432,00	864,00	48,00	23 328,00	8,00	22 944,00	384,00	S/ 69 984,00	S/ 1 152,00	S/ 68 832,00
Continua 1	Enero	18,00	450,00	6,00	540,00	3 240,00	200,88	11,16	5 022,00	35,00	4 631,40	390,60	S/ 40 176,00	S/ 3 124,80	S/ 37 051,20
	Febrero	18,00	432,00	6,00	540,00	3 240,00	200,88	11,16	4 821,12	47,00	4 296,60	524,52	S/ 38 568,96	S/ 4 196,16	S/ 34 372,80
	Marzo	18,00	486,00	6,00	540,00	3 240,00	200,88	11,16	5 423,76	16,00	5 245,20	178,56	S/ 43 390,08	S/ 1 428,48	S/ 41 961,60
Continua 5	Enero	18,00	450,00	6,00	480,00	2 880,00	178,56	9,92	4 464,00	14,00	4 325,12	138,88	S/ 35 712,00	S/ 1 111,04	S/ 34 600,96
	Febrero	18,00	432,00	6,00	480,00	2 880,00	178,56	9,92	4 285,44	28,00	4 007,68	277,76	S/ 34 283,52	S/ 2 222,08	S/ 32 061,44
	Marzo	18,00	486,00	6,00	480,00	2 880,00	178,56	9,92	4 821,12	16,00	4 662,40	158,72	S/ 38 568,96	S/ 1 269,76	S/ 37 299,20
RAS 15	Enero	18,00	450,00			759,00	1 518,00	84,33	37 950,00	14,00	36 769,33	1 180,67	S/ 360 525,00	S/ 11 216,33	S/ 349 308,67
	Febrero	18,00	432,00			759,00	1 518,00	84,33	36 432,00	58,00	31 540,67	4 891,33	S/ 346 104,00	S/ 46 467,67	S/ 299 636,33
	Marzo	18,00	486,00			759,00	1 518,00	84,33	40 986,00	20,00	39 299,33	1 686,67	S/ 389 367,00	S/ 16 023,33	S/ 373 343,67
<b>TOTAL</b>													S/ 1 523 687,52	S/ 94 259,65	S/ 1 429 427,87



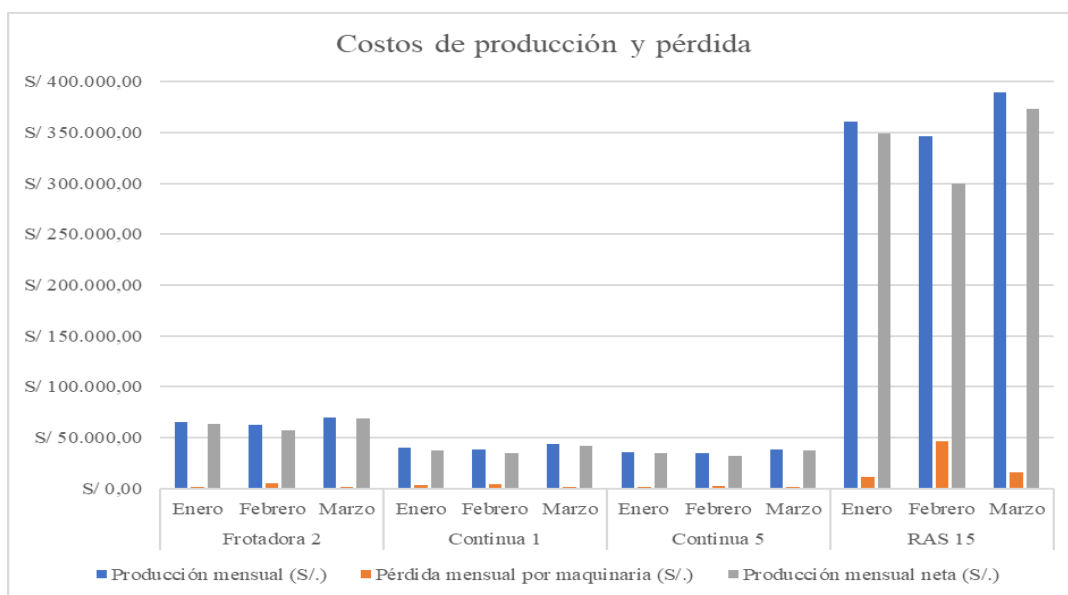


Fig. 31 Costo de pérdida de producción

#### 4.5. Elaborar el presupuesto de implementación de la propuesta del plan de mantenimiento en la empresa.

Para elaborar el presupuesto de implementación se tuvo en cuenta que en la empresa faltan las herramientas necesarias para realizar el trabajo de mantenimiento preventivo, por lo cual se realizó la cotización de herramientas faltantes, que se muestran a continuación:

**TABLA 26 PRESUPUESTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA**

HERRAMIENTAS	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Juego de herramientas manuales x 42 piezas	2	S/ 665,00	S/ 1 330,00
Extractor de rodamientos 3"	1	S/ 24,00	S/ 24,00
Extractor de rodamientos 6"	1	S/ 55,00	S/ 55,00
Pluma hidraulica 2Tn	1	S/ 2 000,00	S/ 2 000,00
Gata hidraulica 2Tn	2	S/ 400,00	S/ 800,00
Máquina de soldar	1	S/ 1 390,00	S/ 1 390,00
Casco de soldar	1	S/ 160,00	S/ 160,00
Bata de soldadura	1	S/ 20,00	S/ 20,00
Esmeril	1	S/ 241,00	S/ 241,00
Tornillo de prensa	1	S/ 330,00	S/ 330,00
Taladro	1	S/ 350,00	S/ 350,00
Pinza amperimetrica	1	S/ 136,00	S/ 136,00
Multimetro	1	S/ 130,00	S/ 130,00
Escalera telescopica de 28 pasos	1	S/ 1 928,00	S/ 1 928,00
Escalera tijera	1	S/ 1 155,00	S/ 1 155,00
Arnés	1	S/ 200,00	S/ 200,00
Set de sierra de corona	1	S/ 142,00	S/ 142,00
Set de llaves ajustables	1	S/ 45,00	S/ 45,00
Set de llave stilson 18"	1	S/ 60,00	S/ 60,00
Set de llave stilson 24"	1	S/ 80,00	S/ 80,00
Juego de alicate saca seguros	1	S/ 50,00	S/ 50,00
Calibrador de bujias	1	S/ 20,00	S/ 20,00
Torquimetro	1	S/ 226,00	S/ 226,00
Remachadora	1	S/ 35,00	S/ 35,00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 10 907,00</b>

Así mismo se tuvo en cuenta que para realizar el mantenimiento de manera mas rápida, se debe tener un stock de repuestos, es por ellos que se adicionará una caja chica con un monto de S/. 5 000 mensuales, para las diferentes compras de repuestos que se tengan que realizar, así como de reparaciones externas (torno).

Sumando el costo de herramientas faltantes, así como también de caja chica para la compra de repuestos tendríamos un total de S/. 15 907,00. El cuál sería el presupuesto para implementar nuestro plan de mantenimiento en la empresa textil.

## **5. Conclusiones y recomendaciones**

- Teniendo en cuenta los reportes de fallas de máquinas activas de la empresa MULTISERVICIOS ASTOLINGON S.A.C, se diagnosticó las máquinas con más frecuencia de falla, dentro de estas se encuentra la máquina de frotación 2, continua 1, continua 5 y la conera automática RAS 15. Así mismo la empresa no presenta un plan de mantenimiento preventivo, siendo la causante de la alta frecuencia de fallas en las máquinas.
- A partir del diagnóstico realizado se aplicaron las herramientas del RCM, como el análisis de criticidad con la cual se corroboró el diagnóstico actual de las máquinas, teniendo como resultado crítico para las máquinas ya antes mencionadas, seguido de ello se realizó el árbol de fallas para cada uno de los activos en estado crítico, finalmente se realizó el AMEF para tomar acciones de prevención en la planificación de mantenimiento.
- Elaborado las herramientas de la metodología RCM, se propuso el plan de gestión de mantenimiento en los equipos críticos de la empresa, en esta se elaboró el organigrama de la empresa, en la cual se designan funciones para cada colaborador en sus áreas respectivas. Así mismo se plantea el plan y cronograma de las actividades de mantenimiento a realizar.
- Se realizó la comparación del tiempo de paradas de la empresa calculando 119 paradas con 298 horas en las cuales las máquinas estuvieron inoperativas desde el mes de enero a marzo del 2021, a comparación del plan de mantenimiento RCM se obtiene 172 horas de parada al año, la cual es una variación significativa donde el coste de producción no se ve tan afectada.
- Finalmente se elaboró el presupuesto de implementación del plan de mantenimiento preventivo, en el cual se tuvo en cuenta la compra de herramientas como también de una caja chica para la compra de repuestos y trabajos externos, obteniendo un total de S/. 15 907,00.

## **6. Recomendaciones**

- Se recomienda realizar el plan de mantenimiento de las máquinas en estado de criticidad medio.
- Se recomienda realizar un análisis energético de la empresa, con ello disminuir el consumo energético de la empresa.
- Se recomienda llevar el control de fallas de todas las máquinas activas de la empresa, así como registros de mantenimiento realizado en donde se detalle cómo se llevó a cabo.
- Se recomienda implementar un almacén de repuestos en donde se controle las entradas y salidas de estos, con ello tener un registro del stock de repuestos, así evitar retrasos en las compras o adquisición de los mismos.
- Se recomienda la contratación de practicantes o técnicos tanto para el área mecánica, eléctrica y almacén, de tal manera acelerar las actividades de mantenimiento.

## 7. Referencias bibliograficas

- [1] J. G. Sierra, J. Cárcel y J. Mendoza, “Importancia del Mantenimiento, Aplicación a una Industria Textil y su Evolución en Eficiencia”, 3Ciencias, vol. 8 (2), pp. 50-67, 2019.
- [2]. S. C. Uribe, “Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil”, Universidad de Lima, vol. 38, pp. 15-31, 2020.
- [3] D. A. Castrillón & R. B. Gallego, “Diseño del plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) para los equipos de la empresa de Confecciones Jonley S.A.S”. M.S. tesis, Universidad De Antioquia, Medellín, Colombia, 2019.
- [4] N. F. Gualán y C. V. Lucero Sánchez, “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el área de preparación de la empresa Francelana S.A.”, Quito, 2011.
- [5] Y. Duany y M. Herrera, “Validación de procesos con análisis inicial de criticidad aplicado a la obtención del principio activo policosanol (PPG)”, Revista Colombiana de Biotecnología, vol. 19 (1), pp. 124-132, 2017.
- [6] M. Kasirye & C. van Waveren , “Improvement of process machinery availability and reliability: A case study of the production line in a sugar processing plant”, International Association for Management of Technology, pp. 1-27, 2018.
- [7] S. Butdee T. Kullawong, Int. J. Appl. Sci. Technol, 8(2), 2015.
- [8] Z. Sajaradj, L. Nurul, & S. Sinulingga, “The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing”, International Conference on Industrial and Manufacturing Engineering, vol. 505, pp. 1-5, 2019.
- [9] B. Yssaad, M. Khiat, & A. Chaker, “Reliability centered maintenance optimization for power distribution systems”, Electrical Power and Energy Systems – ELSEVIER, vol. 55, pp. 108-115, Agosto 2014.
- [10] A. Tudón, “Implementation of the RCM methodology in pleating machine”, Journal of Quantitative and Statistical Analysis, vol. 6 (18), pp. 13-15, Diciembre 2019.
- [11] I. Rizkya, I. Siregar, K. Siregar, R. Matondang & E. Henri, “Reliability Centered Maintenance to Determine Priority of Machine Damage Mode”, Web of Conferences, vol. 125, pp. 1-4, 2019.

- [12] S. Okwuobi, F. Ishola, O. Ajayi, E. Salawu, A. Aworinde, O. Olatunji & S. Akinlabi, “A Reliability-Centered Maintenance Study for an Individual Section-Forming Machine”, *machines – MDPI*, vol. 6 (50), pp. 1-17, Octubre 2018.
- [13] R. Ramli & M. Nizam, “Reliability Centered Maintenance in Schedule Improvement of Automotive Assembly Industry”, *American Journal of Applied Sciences*, vol. 9 (8), pp. 1232-1236, 2012.
- [14] B. Muñoz, “Mantenimiento Industrial”, Universidad Carlos III de Madrid – Área de Ingeniería Mecánica”, Madrid, España, 2015.
- [15] Integra Markets, “Gestión y planificación de mantenimiento industrial”, Grupo América Factorial S.A.C., pp. 1-33, 2018.
- [16] F. Kristjanpoller, A. Crespo, M. López-Campos & P. Viveros, “Propuesta metodológica para la evaluación del impacto esperado de fallos en equipos complejos. Caso aplicado a una planta de trituración de mineral de cobre”, *Dyna Management*, 2017.
- [17] I. Silva Urbina, M. Rodríguez Pineda, R. Acosta Roza y P. Gómez Monsalve, «Diseño de plan de mantenimiento preventivo para los talleres del centro CIES Sena Regional Norte de Santander utilizando metodología AMEF,» *Mundo Fesc*, vol. 9, n° 18, pp. 36-46, 2019.
- [18] Renovete. (2021, Sep 10). Manual del jefe de mantenimiento [Online]. Disponible: <http://mantenimiento.renovetec.com/plan-de-mantenimiento>

## 8. Anexos

## Anexo 1: Registro de fallas

TABLA 27 REGISTRO DE FALLAS DE LA FROTADORA #2

FECHA	MÁQUINA	FALLA	CAUSA	TRABAJO REALIZADO	TIPO DE REPARACIÓN	RESPONSABLE DE REPARACIÓN	ESTADO FINAL	TIEMPO DE PARADA (hr)
29/01/2021	Frotadora #2	Desgaste de eje mando cilindros de fileta platos regulados	Trabajo		Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	8
5/02/2021	Frotadora #2	Desgaste de los rodillos delanteros		Fabricación de rodillos delanteros		Edgar León Palomino		2
6/02/2021	Frotadora #2	Brazos de alimentación malogrados	Mala manipulación por parte del operario	Limpieza y soldadura	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	2
11/02/2021	Frotadora #2	Brazo de alimentación mal regulado	Mala manipulación por parte del operario	Limpieza y regulación	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	2
12/02/2021	Frotadora #2	Brazo de alimentación roto y mal regulado	Mala manipulación por parte del operario	Limpieza, soldadura, regulación de 4 brazos	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO (falta terminar)	1
13/02/2021	Frotadora #2	Modificación de contra punta de mazo / Mantenimiento de brazos de alimentación	Trabajo	Se reemplazó un rodaje defectuoso, se llevó al torno, y se realizó la limpieza de los brazos de alimentación	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	1
15/02/2021	Frotadora #2	Falla en e brazo alimentador	Operario	Reparación de brazo alimentador	Correctivo	Edgar León	Faltan 5 brazos por terminar	2

19/02/2021	<b>Frotadora #2</b>	Contrapunta de mazos malogrados	Falta de limpieza y mala manipulación del operario	Limpieza de rodajes, cambio de perno, fabricación de arandelas	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	2
20/02/2021	<b>Frotadora #2</b>	Brazo de alimentación	Mala manipulación por parte del operario	Se terminó de reparar los brazos	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	2
24/02/2021	<b>Frotadora #2</b>	Porta bobinas no giran	Falta de limpieza	Reparación de 5 husos, se mandó a reparar repuestos al torno	Correctivo	Edgar León	FALTA REVISAR MAS UNIDADES	6
26/02/2021	<b>Frotadora #2</b>	Fabricación de rodillos de estriaje	Desgaste de rodillos por rozamiento constante	Rectificado de 6 rodillos, reemplazo de rodajes 6201	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	6
27/02/2021	<b>Frotadora #2</b>	Manguera de aire rotas	Resecas por el tiempo de uso	Reemplazo de mangueras	Correctivo	Edgar León	Cambiados 5 unidades, faltan 19	4
27/02/2021	<b>Frotadora #2</b>	Rodillos de estriaje gastados	Desgaste por fricción	Fabricación de rodillos, cambio de rodajes, rectificado de rodillos	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	3
4/03/2021	<b>Frotadora #2</b>	Mangueras de aspiración rotas	Cumplió su ciclo de trabajo	Reemplazo de mangueras defectuosas	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	2
5/03/2021	<b>Frotadora #2</b>	Porta bobinas presenta fallas	Trabajo	Reparación de porta bobinas	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	3



TABLA 28 REGISTRO DE FALLAS DE LA CONTINUA 1

FECHA	MÁQUINA	FALLA	CAUSA	TRABAJO REALIZADO	TIPO DE REPARACIÓN	RESPONSABLE DE REPARACIÓN	ESTADO FINAL	TIEMPO DE PARADA (hr)
15/01/2021	Continua #1	Motor de aspiración quemado	Elevada temperatura de trabajo y sobrecarga del mismo		Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	24
25/01/2021	Continua #1	Brazos sin presión y deteriorados	Trabajo constante		Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	1
27/01/2021	Continua #1	Huso roto	Trabajo		Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	2
28/01/2021	Continua #1	Rodajes gastados - rotos	Trabajo	Reemplazo de rodajes por nuevos	Correctivo	Edgar León Palomino, Wilfredo Marquez	OPERATIVO	8
7/02/2021	Continua #1	Rodajes en mal estado	Trabajo	Reemplazo de rodajes	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	4
08/02/2021	Continua #1	Flautas de aspiración de lado A rotas	Trabajo	Remplazo de flautas, por unas usadas pero en buena condición	Correctivo	Lener Pérez	OPERATIVO	3
9/02/2021	Continua #1	Revisión de aros de x desgaste	Trabajo	Se modificó la subida de la bancada cambiando el piñón del carro 40/54 x 46/48	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	1
9/02/2021	Continua #1	Pasadores desgastados	Trabajo	Se colocaron puntos de soldadura	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	1
10/02/2021	Continua #1	Faja rota	Trabajo	Cambio de cinta huso 2.35m	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	1
10/02/2021	Continua #1	Aros desgastados	Trabajo	Reemplazo de aros por unos usados (mejor condición)	Correctivo	Lener Pérez	OPERATIVO (necesita cambiar aros)	5
11/02/2021	Continua #1	Cinta de huso rota, cilindro delantero punta rota, silleta de	Trabajo	Cambio de cinta de huso (2.35m). Fabricación de punta rota. Rectificación de silleta, fabricación de toe de rodaje	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	3

		cilindro mal rectificado						
12/02/2021	<b>Continua #1</b>	Polea de 4" rota	Trabajo	Reemplazo de polea y fajas	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	2
13/02/2021	<b>Continua #1</b>	Rotura de cilindro delantero / base o silleta desgastada	Falta de limpieza del operario	Se corrigió la falla y se retiraron los defectuosos	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	2
15/02/2021	<b>Continua #1</b>	Base de cilindro desgastado	Trabajo	Torno (rellenado)	Correctivo	Lener Pérez	OPERATIVO	7
17/02/2021	<b>Continua #1</b>	Cinta de uso rota	Trabajo	Pegado de cinta (6,70)m	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	1
23/02/2021	<b>Continua #1</b>	Falta de aceite en la base de huso	Falta de mantenimiento	Se cambió de aceite del huso 1 al 105	Correctivo	Edgar León Palomino	Por terminar	3
23/02/2021	<b>Continua #1</b>	Husos inoperativos (262-272)	Falta de seguros en los rodillos	Colocación de seguros	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	1
24/02/2021	<b>Continua #1</b>	Aros expulsados de su base	Aros desgastados	Reemplazo de 32 aros (N°55)	Correctivo	Lener Pérez	OPERATIVO	8
25/02/2021	<b>Continua #1</b>	Aros expulsados de su base	Aros desgastados	Reemplazo de 32 aros (N°55)	Correctivo	Lener Pérez	OPERATIVO	2
27/02/2021	<b>Continua #1</b>	Faja de uso rota	Ruptura por desgaste	Reemplazo de faja (2,35m)	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	1
28/02/2021	<b>Continua #1</b>	Falta de aceite en la base de huso	Falta de mantenimiento	Cambio de aceite de husos del lado A	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	1,5
3/03/2021	<b>Continua #1</b>	Fajas rotas, 2 en el lado A y B	Desgaste por trabajo	Se pegó las fajas de 2,35m	Correctivo	Lener Pérez	OPERATIVO	1
3/03/2021	<b>Continua #1</b>	Cintas de huso rotas	Desgaste por trabajo	Se pegó 2 cintas de 4,70m	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	1,5
5/03/2021	<b>Continua #1</b>	Cintas de huso rotas	ruptura por trabajo	Se pegó 2 cintas de 2,35m	Correctivo	Lener Perez	OPERATIVO	1

TABLA 29 REGISTRO DE FALLAS DE LA CONTINUA 5

FECHA	MÁQUINA	FALLA	CAUSA	TRABAJO REALIZADO	TIPO DE REPARACIÓN	RESPONSABLE DE REPARACIÓN	ESTADO FINAL	TIEMPO DE PARADA (hr)
21/01/2021	Continua #5	Material pasa con grumos o con crudo	Cots de rodillo despegado, Huso 97-98		Correctivo	Lener Pérez	OPERATIVO	2
21/01/2021	Continua #5	Rotura de hilo, hilo con motas	Eje de bolsa gastado, falta de presión al brazo pendular, lubricación aro		Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	2
22/01/2021	Continua #5	Canilla de continua chorreando	Trinquete formador de canilla gastado		Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	2
23/01/2021	Continua #5	Rodajes y bandas gastadas, limpieza de ejes			Correctivo	Edgar León Palomino, Wilfredo Marquez, Lener Pérez	OPERATIVO	7
27/01/2021	Continua #5	Rodaje sin tapa	Trabajo		Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	1
3/02/2021	Continua #5	Cadena de mando rota	Trabajo	Cambio de cadena	Correctivo	Lener Pérez, Wilfredo Marquez	OPERATIVO	3
10/02/2021	Continua #5	Limpieza de husos y poleas de cinta de huso	Trabajo		Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	2
11/02/2021	Continua #5	Cinta de huso rota	Trabajo	Reemplazo de cinta (11,55m)	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	1
11/02/2021	Continua #5	Acumulación de peluza en la polea del templador y cinta de uso	Trabajo	Limpieza co aire	Correctivo	Lener Pérez	OPERATIVO	1

12/02/2021	<b>Continua #5</b>	Cinta de huso rota	Trabajo	Reemplazo de cinta (7.7m)	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	1
17/02/2021	<b>Continua #5</b>	Eje roto de cilindro delantero, lado izquierdo	Falta de limpieza de ejes	Reemplazo de cilindro y rodajes 16x32, torno	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	12
17/02/2021	<b>Continua #5</b>	Abrazadera rota	Trabajo	Reemplazo de abrazadera	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	1
23/02/2021	<b>Continua #5</b>	Fajas rotas	Desgaste por trabajo	Reemplazo de fajas	Correctivo	Edgar León Palomino	OPERATIVO	4
27/02/2021	<b>Continua #5</b>	Falta de clic, eje de rodillo gastado	Desgaste por trabajo	Colocación de clic y eje de rodillo nuevo	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	3
5/03/2021	<b>Continua #5</b>	Cinta de huso rota	ruptura por trabajo	Se pegó 1 cinta de 3,85m	Correctivo	Lener Perez	OPERATIVO	1

**TABLA 30 REGISTRO DE FALLAS DE LA RAS 15**

FECHA	MÁQUINA	FALLA	CAUSA	TRABAJO REALIZADO	TIPO DE REPARACIÓN	RESPONSABLE DE REPARACIÓN	ESTADO FINAL	TIEMPO DE PARADA (hr)
21/01/2021	<b>RAS 15</b>	Cambio de galopín (huso 1,15,30)	Trabajo		Correctivo	Wilfredo Marquez	<b>OPERATIVO</b>	2
21/01/2021	<b>RAS 15</b>	Reparación del brazo porta Huso (25)	Trabajo		Correctivo	Wilfredo Marquez	<b>OPERATIVO</b>	1
25/01/2021	<b>RAS 15</b>	Galopín gastado	Trabajo constante, el perno ajustador es plástico		Correctivo	Wilfredo Marquez	<b>OPERATIVO</b>	1
25/01/2021	<b>RAS 15</b>	Desgaste de galopín en el huso #43,	Desgaste por trabajo	Cambio de galopín en el huso #43, reparación de palanca y plato porta-canilla en el huso #33, reparación de cabezal.	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
30/01/2021	<b>RAS 15</b>	Huso 2, fallas en el cabezal, huso N°14 falla en el galopín, Huso N°30 falla en el splayser	Trabajo	Reparación y regulación	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
1/02/2021	<b>RAS 15</b>	Reparación del huso 33, 47,3,20	Trabajo	Huso 33 y 47 (reparación de brazos), Huso 3 (regulación de galopín), huso 20 (reparación de splayser)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	3
2/02/2021	<b>RAS 15</b>	Falla en los husos 7, 11, 21	Trabajo	Huso 7 (reparación de grupo palpador), husos 11, 21 (cambio de rodajes)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	3
3/02/2021	<b>RAS 15</b>	Grupo repetidor (huso 5)	Trabajo	Reparación	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
4/02/2021	<b>RAS 15</b>	Reparación del brazo porta cono (huso 5,15 y 18)	Trabajo	Huso 5 (cambio de rodaje 625), Huso 15 (reparación de brazo), Huso 18	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	3

				(reparación de caja pinza hilo)				
5/02/2021	<b>RAS 15</b>	Brazo porta cono, huso 2,3 y 49	Trabajo	Reparación de husos	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
6/02/2021	<b>RAS 15</b>	Reparación de husos 18, 50	Trabajo	Reparación de frenado de tambor (huso18), reparación del plato porta canilla (huso 50)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
08/02/52021	<b>RAS 15</b>	Brazo porta cono #38, 24	Trabajo	Reparación de brazo porta cono	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
08/02/52021	<b>RAS 15</b>	Automático #8	Trabajo	Reparación de automáticos #8	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
10/02/2021	<b>RAS 15</b>	Husos en mal estado (4, 5, 30, 31, 34, 40)	Trabajo	Huso 4: Reparación de brazo porta cono. Huso 5,30,34: cambio de galopín. Huso 40: reparación de adaptador de purgador. Huso 31: reparación de grupo disparador.	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	4
11/02/2021	<b>RAS 15</b>	Brazos porta cono	Trabajo	Reparación de brazos (6, 18, 27, 28)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	3
12/02/2021	<b>RAS 15</b>	Grupo disparador	Trabajo	Reparación de husos 19 y 2	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
13/02/2021	<b>RAS 15</b>	Brazos porta cono	Trabajo	Reparación de porta conos #(13, 42)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
15/02/2021	<b>RAS 15</b>	Falla en el cabezal	Trabajo	Cambio de galopín 84,6mm, Huso 52 reparación de disparador	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	4
16/02/2021	<b>RAS 15</b>	Huso 28 (grupo palpador), Huso 22 y 30 (splayser), Huso 55 (brazo porta cono), Huso 40 (adaatador de tarjeta).	Trabajo	Reparación de husos dañados	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	4

18/02/2021	<b>RAS 15</b>	Brazo porta cono	Trabajo constante	Reparación de brazo porta cono (cambio de rodaje 626)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	1
19/02/2021	<b>RAS 15</b>	Bobina abierta (grupo disparador), husos defectuosos (8, 9, 17, 33, 40)	Trabajo	Cambio de bobina, reparación de husos	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	1
22/02/2021	<b>RAS 15</b>	Reparación de cabezales, husos (7, 22, 37, 55)		Reparación de husos (cambio de galopín, reparación de splayser, regulación de galopín)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	3
23/02/2021	<b>RAS 15</b>	Husos inoperativos #(3,34,38,44)	Falta de mantenimiento	Huso 3 (regulación de galopín), huso 34 (reparación de adaptador), huso 38 (cambio de pistón de modulación), huso 44 (reparación de repetidor)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	3
24/02/2021	<b>RAS 15</b>	Falla en el viajero y en los husos (6,30,,36,42,46)	Trabajo constante	Cambio de rodajes en el viajero, huso 6 (regulación de galopín), huso 30 (reparación de adaptador), huso 36 (reparación de brazo porta cono, huso 42 (regulación de galopín), huso 46 (regulación de adaptador)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	4
25/02/2021	<b>RAS 15</b>	Falla en el motor de aspiración	Falta de mantenimiento	Cambio de rodajes de la polea, engrase de rodajes de polea de ventilación, huso 27 (reparación de splayser), huso 30 (cambio de galopín)	Correctivo	Wilfredo Marquez, Lener Pérez	OPERATIVO	3
26/02/2021	<b>RAS 15</b>	Reparación en los husos 1, 10, 33, 34	Falta de mantenimiento	husos 1, 10, 33 (reparación de splayser), huso 34 (reparación del plato porta estaca)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	3

27/02/2021	<b>RAS 15</b>	Galopín de los husos 1 y 16 defectuosos, huso 32 grupo disparador defectuoso	Trabajo	Huso 1 cambio de galopín, huso 16 regulación de galopín, huso 32 reparación de grupo disparador	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
1/03/2021	<b>RAS 15</b>	Brazos presentan fallas (huso 18 a 24)	Trabajo	Reemplazo de rodajes (626)	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
2/03/2021	<b>RAS 15</b>	Husos (10, 30, 41, 47) presentan defectos sus componentes	Trabajo	Huso 10: reparación de brazo porta cono, huso 30: regulación de galopín, huso 41: reparación de brazo porta cono, huso 47: reparación de porta estaca de canilla.	Correctivo	Edgar León	OPERATIVO	3
3/03/2021	<b>RAS 15</b>	Splayser de husos 22, 25, 31, presentan defectos	Trabajo	Reparación de splayser	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	2
4/03/2021	<b>RAS 15</b>	Husos 6, 9, 13, 15, 37, 46 presentan fallas en sus componentes	Trabajo	Huso 6: cambio de pistón de modulación, huso 9: reparación de falla eléctrica, huso 13: regulación de galopín, huso 15 y 37, reparación de brazo porta cono, huso 46: reparación de splayser	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	4
5/03/2021	<b>RAS 15</b>	Reparación de husos 6, 13, 37, 53, 55	Trabajo	Reparación de los componentes de los husos	Correctivo	Wilfredo Marquez	OPERATIVO	5



## Anexo 2: Análisis de criticidad

**TABLA 31 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA PREPARADORA 1**

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
<b>Daños al personal</b>	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<b>Impacto a la población</b>	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
	2	Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
	1	Sin efecto a la población.	<b>1</b>
	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>

<b>instalaciones</b>	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000 soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	
	1	Sin daños en las instalaciones.	<b>1</b>
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	8
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>40</b>

TABLA 32 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA PREPARADORA 2

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	
	1	Sin daños en las instalaciones.	<b>1</b>
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	8
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>40</b>

TABLA 33 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA PREPARADORA 3

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	
	1	Sin daños en las instalaciones.	<b>1</b>
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	8
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>40</b>

TABLA 34 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA FROTADORA 1

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	9
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>45</b>



TABLA 35 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA FROTADORA 2

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	<b>3</b>
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	10
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>50</b>

TABLA 36 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 1

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	<b>3</b>
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	10
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>50</b>

TABLA 37 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 2

<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	9
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>45</b>

TABLA 38 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 3

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	9
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>45</b>



TABLA 39 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 4

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	9
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>45</b>

TABLA 40 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 5

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	<b>3</b>
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	<b>3</b>
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	11
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>55</b>

TABLA 41 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA CONTINUA 6

<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
1	Es poco probable que ocurra en 1000 años		
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	9
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>45</b>

TABLA 42 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA RAS 15

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	<b>4</b>
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	<b>3</b>
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	12
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>60</b>



TABLA 43 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA REUNIDORA

<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
	5	Es probable que ocurra varias veces	
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	<b>4</b>
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
	2	Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
	1	Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	9
Frecuencia de Fallas	4
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>36</b>

TABLA 44 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA RETORCEDORA 1

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	9
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>45</b>

TABLA 45 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA RETORCEDORA 2

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	<b>2</b>
	1	Sin daños en las instalaciones.	
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	9
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>45</b>

TABLA 46 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA MADEJERA

	<b>FRECUENCIA</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE PROBABILIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Probabilidad según criterio de frecuencia</b>	5	Es probable que ocurra varias veces	<b>5</b>
	4	Es probable que ocurra algunas veces en 10 años, pero es poco probable que ocurra en un año.	
	3	Es poco probable que ocurra una vez en 10 años.	
	2	Es poco probable que ocurra en 100 años.	
	1	Es poco probable que ocurra en 1000 años	
<b>Daños al personal</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS AL PERSONAL</b>	<b>VALOR</b>
	5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	
	4	Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
	3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Daños reportables.	
	2	El personal de planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios. Daños reportables.	
	1	No se esperan heridas o daños físicos.	<b>1</b>
	<b>Impacto a la población</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO EN LA POBLACIÓN</b>
5		Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad	
4		Incapacidad parcial permanente, heridas severas enfermedades en uno o más miembros de la empresa. Requiere suspensión laboral.	
3		Pueden resultar en la hospitalización de al menos 3 personas, requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	
2		Pueden resultar en heridas o enfermedades leves.	
1		Sin efecto a la población.	<b>1</b>
<b>Impacto al ambiente</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO AL AMBIENTE</b>	<b>VALOR</b>
	5	Daños irreversibles al ambiente y que violan regulaciones y leyes ambientales.	
	4	Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales	
	3	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	
	2	Mínimos daños ambientales ni violación de leyes ambientales.	
	1	Mayor de 5 000 soles	<b>1</b>
<b>Daños a instalaciones</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>DAÑOS A LAS INSTALACIONES</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 5 000 soles.	
	4	Con daños que puedan ascender de 1 000 a 5 000	

		soles.	
	3	Con daños que puedan ascender de 500 a 1 000 soles.	
	2	Con daños que puedan llegar hasta 500 soles.	
	1	Sin daños en las instalaciones.	<b>1</b>
<b>Impacto a la producción</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LA PRODUCCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	<b>3</b>
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	
	1	Hasta 1 000 soles	
<b>Costos de materiales y repuestos</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>IMPACTO A LOS MATERIALES Y REPUESTOS</b>	<b>VALOR</b>
	5	Mayor de 10 000 soles.	
	4	De 8 000 a 10 000 soles.	
	3	De 5 000 a 8 000 soles.	
	2	De 1 000 a 5 000 soles.	<b>2</b>
	1	Hasta 1 000 soles	

<b>RESULTADOS</b>	
Impacto Total	9
Frecuencia de Fallas	5
<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>45</b>