

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA  
Y URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**TESIS**

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA  
HERRAMIENTA RCM PARA MEJORAR SU  
EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRACCIÓN DE  
TRAPICHE DE LA EMPRESA AZUCARERA DEL  
NORTE S.A.C, FERREÑAFE – 2018**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**Autor:**

**Bach. Rentería Morales Omar Elías**

**(Orcid: 0000-0002-6924-7189)**

**Asesor:**

**Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto**

**(Orcid:0000-0003-4573-3868)**

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2020**

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA HERRAMIENTA RCM PARA  
MEJORAR SU EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRACCIÓN DE TRAPICHE DE  
LA EMPRESA AZUCARERA DEL NORTE S.A.C, FERREÑAFE – 2018**

**Aprobación del jurado**

---

Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mg. Armas Zavaleta, José Manuel

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Mg. Supo Rojas Dante Godofredo

**Vocal del Jurado de Tesis**

## **Dedicatoria**

### **A mis padres**

Elmer y Vilma, por su gran apoyo incondicional, por sus consejos y por su infinito amor y esfuerzo sobre mí, por educarme con valores y creer siempre en mi como persona, y como profesional, por ser mi motor y motivo para luchar con todas mis fuerzas en la vida y no dejarme vencer en los obstáculos que esta pone y ayudarme a cumplir cada una de mis metas propuestas.

Cada logro que obtenga en la vida se las dedicare a ustedes.

### **A mi hermano**

Frankie, por tu paciencia que tienes conmigo, gracias por enseñarme a vivir con pasión día y por dedicarme parte de tu tiempo para apoyarme en las situaciones difíciles que pone la vida, gracias por ser mi mejor amigo desde la infancia.

### **A mi Abuela**

Mamá Gina, como te decía de niño, gracias por enseñarme a vivir la vida con amor desde la infancia y por enseñarme esa alegría tan linda que te caracterizaba, gracias por ser mi ángel guardián desde el cielo, cada logro que obtenga en el futuro te lo dedicare con mucho amor abuelita.

Bach. Rentería Morales Omar Elías

## **Agradecimiento**

### **A Dios**

Mi principal motivo para seguir cumpliendo cada uno de mis sueños, porque gracias a él estoy logrando mis objetivos y metas propuestas, el que me sabe guiar por el buen camino de la vida para ser buena persona y profesional

### **A mi Familia**

Agradezco a cada uno de mis familiares, por su cariño, amor, y su empuje diario, para seguir motivándome a cumplir mis objetivos y metas

### **A mis Docentes**

Agradezco a cada uno de mis docentes que a lo largo de mi carrera me apoyaron en todo momento, en especial al Dr. Manuel Vásquez Coronado, quien supo guiarme para la realización de la presente investigación, asimismo agradecerle por sus sabios consejos que me ayudaran a crecer como persona y profesional.

Bach. Rentería Morales Omar Elías

# **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA HERRAMIENTA RCM PARA MEJORAR SU EFICIENCIA EN LA LÍNEA DE EXTRACCIÓN DE TRAPICHE DE LA EMPRESA AZUCARERA DEL NORTE S.A.C, FERREÑAFE – 2018**

*Bach. Renteria Morales Omar Elias<sup>1</sup>*

## **Resumen**

*La presente investigación tiene como objetivo principal incrementar la eficiencia de la línea del área de Trapiche de la empresa ANORSAC S.A.C, a través de una gestión de mantenimiento, para el desarrollo se identificó la situación actual y la criticidad de los equipos del área de trapiche, para esto el investigador elaboró una encuesta y entrevista, la cual fue validada por juicio de expertos, la investigación presentó un diseño no experimental y el tipo de investigación fue descriptivo. Se trabajó con una población muestra de todas las máquinas y equipos del área de trapiche, para luego realizar un análisis con el diagrama de Pareto, obteniendo los equipos críticos y su disponibilidad era de 85%, para mejorarla se utilizó la herramienta RCM que se basa en el cumplimiento y seguimiento de 10 fases: definición de indicadores claves, codificación de equipos, funciones y especificaciones, determinación de fallos, determinación de los modos de fallo, criticidad de los fallos, medidas preventivas, agrupación de las medidas, implementación de resultados y seguimiento se obteniendo así un plan de mantenimiento que se adapte a las necesidades de la empresa y con este lograr una buena gestión se obtuvo el aumento de la disponibilidad en 92% y una eficiencia de 88%. Como punto culminante, se realizó el beneficio costo, obteniendo un 1,75 lo que quiere decir que por un nuevo sol invertido ganamos 0,75 nuevos soles, lo cual es rentable.*

**Palabras claves:** *disponibilidad, eficiencia, correctivo, preventivo.*

---

<sup>1</sup>Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Chiclayo. Lambayeque, Perú. email: [rmoralesomar@crece.uss.edu.pe](mailto:rmoralesomar@crece.uss.edu.pe) Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6924-7189>

# MAINTENANCE MANAGEMENT BASED ON THE RCM TOOL TO IMPROVE ITS EFFICIENCY IN THE TRAPICHE EXTRACTION LINE OF THE COMPANY AZUCARERA DEL NORTE S.A.C, FERREÑAFE – 2018

*Bach. Renteria Morales Omar Elias<sup>2</sup>*

## ***Abstract***

*The main objective of this research is to increase the efficiency of the line in the Trapiche area of the company ANORSAC SAC, through maintenance management, for the development the current situation and the criticality of the equipment in the trapiche area were identified, For this, the researcher prepared a survey and interview, which was validated by expert judgment, the research presented a non-experimental design and the type of research was descriptive. We worked with a sample population of all the machines and equipment in the sugar mill area, to then carry out an analysis with the Pareto diagram, obtaining the critical equipment and its availability was 85%, to improve it the RCM tool that is based on in the compliance and monitoring of 10 phases: definition of key indicators, coding of equipment, functions and specifications, determination of failures, determination of failure modes, criticality of failures, preventive measures, grouping of measures, implementation of results and Follow-up, thus obtaining a maintenance plan that adapts to the needs of the company and with this achieving good management, an increase in availability was obtained by 92% and an efficiency of 88%. As a culminating point, the cost benefit was made, obtaining 1.75, which means that for a new sun invested we earn 0.75 new soles, which is profitable.*

***Keywords: availability, efficiency, corrective, preventive.***

---

<sup>2</sup>Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Chiclayo. Lambayeque. Perú. email: rtoralesomar@crece.uss.edu.pe Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6924-7189>

## Índice

I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 Realidad problemática.....	12
1.2 Trabajos previos.....	14
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	17
1.4. Formulación del problema.....	31
1.5. Justificación e importancia del estudio.....	31
1.6. Hipótesis.....	31
1.7. Objetivos.....	32
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	33
2.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	34
2.2. Población y muestra.....	34
2.3. Variables y operacionalización.....	35
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	37
2.5. Procedimientos para la recolección de datos.....	37
2.5. Procedimientos de análisis de datos.....	37
2.6. Aspectos éticos.....	38
2.7. Criterios de rigor científico.....	38
III. RESULTADOS.....	39
3.1. Diagnóstico de la empresa.....	40
3.2. Discusión de resultados.....	69
3.3. Propuesta de gestión de mantenimiento basado en RCM.....	70
3.4 Beneficio – costo de la propuesta con respecto a la gestión del mantenimiento basado en RCM.....	115
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	126
REFERENCIAS.....	129
ANEXOS.....	135

## Índice de figuras.

Figura 1. “Diagrama de Pareto” .....	20
Figura 2. “Diagrama de Ishikawa” .....	20
Figura 3: Ejemplo de diagrama Ishikawa .....	21
Figura 4. Procedimiento del RCM.....	25
Figura 5. AMEF.....	28
Figura 6. Índice de gravedad .....	29
Figura 7. Índice de Frecuencia .....	29
Figura 8. Índice de Detección.....	30
Figura 9. Evaluación AMEF.....	30
Figura 10. Aspectos Éticos .....	38
Figura 11. Organigrama general de la empresa .....	41
Figura 12. Organigrama del área de trapiche. ....	41
Figura 13. Recepción de materia prima.....	42
Figura 14. Diagrama de operaciones del proceso de trapiche .....	44
Figura 15. Mantenimiento actual realizado por la empresa.....	46
Figura 16. Existe un plan de mantenimiento. ....	47
Figura 17. Se llevan controles de los equipos en el area .....	48
Figura 18. Realizan inspecciones visuales los operarios.....	49
Figura 19. Se tienen codificadas las máquinas .....	49
Figura 20. Existen formatos para el area de mantenimiento .....	50
Figura 21. Se registran las fallas de las máquinas .....	50
Figura 22. Se programan los mantenimientos .....	51
Figura 23. Existen ordenes de trabajo para las actividades de mantenimiento .....	51
Figura 24. Realizan capacitaciones técnicas.....	52
Figura 25. Existen formatos para las compras.....	52
Figura 26. El tiempo de entrega de los repuestos es agil y oportuno. ....	53
Figura 27. Condiciones de la masquinas .....	55
Figura 28. Cada que tiempo se presentan fallas .....	55
Figura 29. Que tiempo se pierde cuando existen fallas .....	56
Figura 30. Cuantos dias a la semana trabaja la maquina .....	56
Figura 31. Que tipo de mantenimiento se realiza .....	57
Figura 32. La maquina es segura .....	57
Figura 33. Cuando se hace el mantenimiento general .....	58
Figura 34. Estas capacitado para percibir una falla. ....	58
Figura 35. Principales problemas en la gestión de la empresa Anorsac S.A.C.....	59
Figura 36. Diagrama de Pareto para la selección de equipos críticos del área de trapiche .	61
Figura 37. Disponibilidad de la empresa Anorsac S.A.C.....	68
Figura 38. Fases de ejecución del mantenimiento basado en el RCM .....	70
Figura 39. Diagrama de Pareto de las fallas más frecuentes. ....	77
Figura 40. Ficha de control de mantenimiento preventivo.....	105
Figura 41. Formato para orden de trabajo .....	105
Figura 42. Formato para el registro de gastos de mantenimiento.....	106



Figura 43. Formato para analizar las intervenciones de mantenimiento .....	106
Figura 44. Formato para la orden de repuestos y materiales. ....	107
Figura 45. Formato de ficha de ingreso a almacén.....	108
Figura 46. Formato para orden de compra .....	108
Figura 47. Formato de registro de gastos de mantenimiento.....	109
Figura 48: Nuevos indicadores .....	114
Figura 49. Costos de inversión estimados .....	122

## Índice Tablas

Tabla 1. Operacionalización de la variable dependiente .....	35
Tabla 2. Operacionalización de la variable independiente .....	36
Tabla 3. Datos generales de la empresa.....	40
Tabla 4. Operadores y sus Maquinas.....	53
Tabla 5. Actividades que realizan de las maquinas a su cargo.....	54
Tabla 6. Labores de Mantenimiento que realiza.....	54
Tabla 7. Frecuencia de fallas para el análisis de Pareto de la muestra .....	60
Tabla 8. Datos referenciales de la producción.....	62
Tabla 9. Programa de molienda de caña desde Julio a Diciembre 2018 .....	62
Tabla 10. Molienda de caña perdida por mes desde Julio a Diciembre 2018 .....	63
Tabla 11. Calculo de eficiencia .....	63
Tabla 12. Calculo de la eficiencia física del bagazo.....	64
Tabla 13. Datos para el desarrollo de los indicadores de mantenimiento. ....	66
Tabla 14. Indicadores de mantenimiento de los equipos críticos del área de trapiche.....	68
Tabla 15. Lista y codificación de los equipos.....	71
Tabla 16. Lista y codificación de los equipos. ....	73
Tabla 17. Tiempos perdidos por fallas críticas.....	74
Tabla 18. Encuesta a los operarios del área de trapiche .....	78
Tabla 19. Determinación de modo de fallo para el molino 1 .....	79
Tabla 20. Determinación de modo de fallo para el motor del molino 1.....	81
Tabla 21. Determinación de modo de fallo para los reductores del molino 1 .....	82
Tabla 22. Determinación de modo de fallo para el donelly 1.....	83
Tabla 23. Prioridad del fallo .....	85
Tabla 24. Prioridad del fallo .....	86
Tabla 25. Detalle de decisiones de mejora para el área de mantenimiento .....	89
Tabla 26. Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo RCM. ....	92
Tabla 27. Plan de mantenimiento. ....	95
Tabla 28. Programación anual del mantenimiento preventivo basado en RCM. ....	101
Tabla 29. Datos referenciales de producción.....	110
Tabla 30. Tiempos de parada proyectados con la mejora.....	111
Tabla 31. Eficiencia de la molienda proyectada con la propuesta.....	111
Tabla 32. Eficiencia para el bagazo proyectada con la propuesta .....	112
Tabla 33. Datos para el desarrollo de los indicadores de mantenimiento. ....	112
Tabla 34. Indicadores de mantenimiento de los equipos críticos del área de trapiche.....	113
Tabla 35. Indicadores de mantenimiento antes y después de la propuesta.....	114
Tabla 36. Costos de mantenimiento preventivo. ....	115
Tabla 37. Equipo y herramientas para el acondicionamiento del taller.....	121
Tabla 38. Resumen de costos por mantenimiento preventivo en la propuesta.....	123
Tabla 39. Inversiones para la propuesta. ....	123
Tabla 40. Resumen de ahorro en soles por paradas de mantenimiento correctivo.....	124
Tabla 41. Resumen de ahorro por mantenimientos anuales en la propuesta.....	125

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad problemática.**

En un estudio realizado en Cuba por Cabrera y Araque (2010) analizaron la problemática de una planta que en la actualidad realiza operaciones para la extracción de aceite de palma africana, observaron que las máquinas son atendidas por indicaciones del fabricante, y esto conlleva a que los mantenimientos generen muchas paradas imprevistas y por ende genera que la empresa tenga un déficit en el indicador de eficiencia y disponibilidad, por lo tanto obtienen una pérdida económica notable a fin de año.

Guevara, Valera y Gómez (2015) realizaron un artículo en la ciudad de Bogotá, Colombia, indican que en la actualidad no es conveniente utilizar un mantenimiento correctivo a partir de la puesta en marcha de las máquinas o equipos que operan los expertos en el ámbito industrial, opinan que confiar en la ficha técnica del fabricante trae inconvenientes notables en el aspecto de seguridad en los operarios, también en la calidad del producto, en faltas en producción y obviamente en costos, entre otros es por eso que surge la necesidad de hacer uso de una correcta gestión del mantenimiento.

Garcés (2011) realizó su investigación en Riobamba ciudad de Ecuador en donde encontró que la falta de gestión de mantenimiento ocasiona el exceso de horas inoperativas de las máquinas, por lo que la empresa gasta una cantidad excesiva de dinero dedicado a la gestión de mantenimiento, ya que en la actualidad se trabaja con un mantenimiento empírico y esto ocasiona el mantenimiento correctivo y este es el principal problema que la empresa tiene y conlleva a un bajo porcentaje de eficiencia y disponibilidad.

En un estudio ejecutado en Huancayo por Rojas (2014) afirma que la eficiencia de todos los equipos en el área de molienda de la planta de alimentos balanceados de la empresa San Fernando S.A se hallaba en 70% aproximadamente generando problemas, atrasos e incumplimiento de la producción de toda la línea de proceso.

En el año 2016 Martínez realizó su investigación en Lima, en donde manifestó la falta de una buena gestión del área de maquinaria ocasiona el exceso de la inoperatividad de horas en una empresa de línea amarilla. Estas acciones que entorpecen las operaciones se originan cuando la empresa no cuentan con las

maquinas disponibles en los momentos planificados o en los más necesitados por el programa de actividades, esto crea costos de oportunidad e incumplimientos de contratos.

Fuentes (2015) en su investigación realizada en Chiclayo, Perú, expresó la necesidad de mejorar la deficiente gestión del mantenimiento de la empresa Hilados Richards, puesto que la empresa utiliza un mantenimiento con poco estudio, se puede decir que utilizan mantenimiento correctivo en la mayoría de sus operaciones y por ende genera las paradas inesperadas en el área de producción y esto genera una pérdida de dinero.

En la región de Lambayeque la empresa agroindustrial ANORSAC S.A.C se dedica a la producción de azúcar para el mercado nacional, donde su producto principal que es el azúcar rubia en presentación de envases de 50 kilos, según el organigrama cuenta con áreas como administración, recursos humanos, calidad, mantenimiento, logística y almacén, en lo que corresponde a fabrica los equipos están distribuidos en 3 áreas elaboración, calderos y trapiche. La planta opera 2 turnos con esto las máquinas están forzadas a trabajar en su máximo desempeño dando como consecuencia el deterioro y debilidad de las maquinas del área que se encarga de la molienda de la caña, esta cuenta con las siguientes maquinas: Grúa hilo, mesa, conductores, bombas, molinos y otros, estos vienen demostrando averías como:

Atoro en el conductor de caña principal, atoro en donellys, rotura cadena de arrastre, pernos, piñones, desgaste de rodamientos, descarrilamiento del conductor de caña principal, fallas eléctricas. Estas fallas o averías continuas que se presentan causan tiempos perdidos en producción de azúcar que son 1,5 horas en promedio, ya que el área de trapiche es el suministro de jugo para elaboración y combustible para los calderos. Estas fallas producen mantenimientos correctivos no programados, ocasionando un aumento en el coste, ya que el precio de reparación se eleva al ser una solución a último momento, además como consecuencia resulta imposible garantizar el tiempo se demorará el proceso en reanudar sus operaciones, lo cual es inadecuado, ya que origina que los pedidos no lleguen a alcanzar las fechas pactadas de entrega a tiempo, lo cual conlleva a trabajar horas extras para cumplir con lo establecido respecto a las fechas de ventas. Así mismo se inflan los costos de inventarios de insumos y partes, entre otros. Todos estos problemas se transforman en costos, los cuales generan

una pérdida notable en la utilidad de la empresa, debido a que carece de un plan de mantenimiento que aporte a minimizar las paradas innecesarias de la planta, estratégicamente que no afecten a la producción, es por ello, que es necesario una buena gestión del mantenimiento. Para tener una alta probabilidad de tener la disponibilidad requerida, con los costos mínimos. Ante esto los directivos de la empresa proyectan el sobrecosto del mantenimiento para el año 2018, aumentara en un 35% ante esta situación nace la presente propuesta de crear un plan de gestión de mantenimiento que facilite hallar y corregir los problemas antes que ocurran las fallas, mejorando y aumentando la disponibilidad de las máquinas, sobre todo reducir los costos de mantenimiento y mejorar la eficiencia de la fábrica.

## **1.2 Trabajos previos**

En Ecuador, Garcés (2011) elaboró una investigación con el título “Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo de la empresa Bioalimentar Cia, Ltda”. Con la intención de optimizar el mantenimiento preventivo para disminuir los costos totales de mantenimiento correctivo. En donde analizo la realidad presente de la gestión de mantenimiento en Biolimentar Cia, además determinó e implementó el mantenimiento preventivo en la asociación y evaluaron los indicadores de la propuesta, concluyen que para obtener datos reales del análisis de criticidad se debe formar un equipo de trabajo con el personal involucrado en cada una de las áreas de impacto, además mejora la gestión del mantenimiento con la herramientas del RCM, concluyen que realizando una buena gestión de mantenimiento preventivo se reduce el costo total de mantenimiento del año 2009 al 2010 en un 7,3%, incrementando la rentabilidad de la empresa y por ende se mejoran los ratios de disponibilidad y eficiencia de la empresa.

En el 2014 en la ciudad de Bogotá, Colombia. Aguiar y Rodríguez en su investigación con el título “Análisis de modos y efectos de falla para mejorar la disponibilidad operacional en la línea de producción de gaseosas No. 3”. Propuso mejorar el plan de mantenimiento de un proceso de producción de Gaseosas Colombianas Sur, aplicaron un análisis de modo y efecto de fallas sobre la línea de producción, identificaron cual era la máquina con menor disponibilidad y plantearon su plan de mejora con la finalidad de mejorar la gestión del área, con su propuesta concluyen con el aumento de la productividad de 82.40 % en julio del 2011 a 88.40%

del año 2012 indicando un 6.6% diferencia con el valor propuesto y siendo un resultado favorable reflejado en la productividad, además concluyen que el cumplimiento del plan de mantenimiento actual no se está cumpliendo a cabalidad por esto se presentan las fallas en los equipos crítico que afectan más del 50% de los tiempos de parada de la línea.

En el año 2009, en México D.F. Benítez y Chávez expusieron una investigación con el título “Propuesta para mejorar la gestión del mantenimiento industrial en la empresa RAMSA S.A. de C.V.”. Con el propósito de mejorar la gestión del mantenimiento industrial en la empresa, aplicaron el índice ICGM, la filosofía del TPM, el diagrama de Ishikawa, las 5's y el análisis ABC, concluyen que es muy importante que las empresas contemplen la gestión de mantenimiento de sus sistemas o equipos, ya que la disponibilidad y la confiabilidad de estas, dependen en gran parte la forma de ejecutar esta labor, ósea programar actividades de manera eficiente para perseverar la calidad en el servicio, además que la metodología que emplearon en la investigación contribuyo a cumplir con los objetivos planeado al inicio de la investigación, en sus resultados obtuvieron una eficiencia total de 45.25% a 76%.

En la ciudad de Trujillo, Perú, León (2016) realizó una investigación “Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en el caldero de la empresa industrial Center Wash”. Con la finalidad de realizar un programa de mantenimiento preventivo en el caldero, para reducir los costos operativos de la empresa Industrial Center Wash SAC, que se dedica al lavado industrial de Denim, ya que en la actualidad utilizan el mantenimiento correctivo, diseño la organización del departamento de mantenimiento y descripción de puestos, hicieron un análisis de criticidad del caldero, programaron y documentaron el control del programa de mantenimiento, concluyen en su diagnóstico que la empresa no posee un programa de mantenimiento preventivo formal y tampoco registran formatos adecuados las actividades de mantenimiento que realizan. Se determinó que mayormente se realizan mantenimiento correctivo, además lograron determinar que su propuesta es económicamente viable, gracias a los indicadores que trabajó, un costo de oportunidad de 20% de capital, un Van es S/. 7. 81624,52 el TIR de 75% además el beneficio costo sería de 1.73, además con su propuesta obtuvo la reducción de los costos operativos de S/. 10633.33 al mes con un TIR de 75%.

Yengle (2016) en su investigación realizada en Cajamarca, Perú con el título de “Propuesta de un plan de mantenimiento basado en RMC para incrementar la rentabilidad en la operación Cerro Corona de la empresa San Martín Contratistas Generales S.A”. Con la finalidad de desarrollar una mejora en el área de operaciones en el proceso de carguío para incrementar la producción por ende la rentabilidad de la empresa San Martín Contratistas Generales S.A. En primera instancia realizaron un diagnóstico, luego aplicaron encuestas para redactar un diagnóstico final, implementaron planes de mejora para reducir la baja disponibilidad y rentabilidad, concluyen que apoyándose del RCM para analizar el efecto y modo de fallas para identificarlos como críticos, luego de hacer un análisis concluyen que se deben tomar acciones correctivas para minimizar o eliminar, la falta de gestión de proveedores, la falta de un programa de mantenimiento de vías, la falta de personal operativo especializado en la flota, con su propuesta obtuvieron un total de beneficios de S/. 56, 941,140, una disponibilidad de 90% y 75% en el MTBS.

En el año 2016 en Perú. Jackson Castañeda y Karim Gonzales realizaron una investigación “Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa Transportes Chiclayo S.A – Chiclayo”. Con el afán de hacer un plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento, aplicaron un mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y mantenimiento programado, analizaron los indicadores de gestión como también aplicaron herramientas de gestión de mejora como la metodología 5s, con su propuesta obtuvieron la reducción de un poco más del 50 % de costos del área de mantenimiento.

Gonzales (2016) realizó una investigación en Chiclayo – Perú “Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C”. Con el propósito de elaborar el plan de mantenimiento preventivo ya que en la actualidad la empresa viene aplicando un mantenimiento correctivo, partieron de un diagnóstico inicial para saber qué tipo de plan utilizar en la propuesta, realizó un diagnóstico inicial a las máquinas para determinar cuáles eran los puntos críticos encontrando que 12 puntos críticos en el molino de tierra y 9 puntos críticos en la amasadora, concluyen que con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo de las diferentes máquinas, el número de paradas se debe reducir con un promedio de 80% en toda la línea de producción, además la empresa produce



actualmente ladrillos del tipo estándar 410,557 millares por semana, con la propuesta planteada aumentan en 459,824 millares lo que hace una diferencia de 49,266 millares por semana, dependiendo del ladrillo a producir teniendo un aumento en la producción por cada tipo de ladrillo es un promedio de 12 %.

Fuentes (2015) en su investigación realizada en Chiclayo, Perú con el título “Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard’s S.A.C”. Con el propósito de elaborar un sistema de gestión de mantenimiento ya que en la actualidad carece con un sistema que le facilite la gestión de manera eficiente el mantenimiento, concluyen que en la actualidad la empresa ha venido implementando de manera paulatina las actividades de mantenimiento preventivo, lo que ha generado un aumento de 5 toneladas/mes en el proceso productivo y una reducción del 30% de las fallas mecánicas en las diferentes maquinas que pertenecen al proceso productivo, con la implementación de su propuesta la empresa lograría un ahorro de S/. 103, 020, 53 semestrales, además la eficiencia en la maquinaria subiría en su mayoría a 87 % también la calidad en un escenario pesimista la maquinaria no baja de 0.24% y la fiabilidad aumento a 93%.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Eficiencia.**

##### **1.3.1.1. Conceptos de eficiencia.**

Según Valencia (2016) comenta que es la comparación de desempeño que es medible en función a un tiempo establecido en una misma operación, para comparar su evolución en las diversas etapas estudiadas, además se puede calcular el uso de los recursos o componentes de manufactura de un proceso, este indicador o KPI se utilizan en las empresas manufactureras para controlar los procesos productivos de diferentes áreas y procesos.

Para Raffo y Ruiz (2005) se refieren al escenario de lo monetario y opinan que la eficiencia se puede comparar con los recursos utilizados y los resultados alcanzados, quiere decir que este indicador se puede utilizar para proyectar la rentabilidad de la producción de un bien o servicio en un determinado proceso en las organizaciones u empresas con y sin fines monetarios.

Para Parra y Crespo (2016) definen que es realizar una gestión optimizando recursos y eliminando desperdicios dentro de los procesos y subprocesos, con esto se logra reducir gastos asociados a una mala planificación, además permite reducir los costos de mantenimientos correctivos que se generan a raíz de la mala gestión, quiere decir que tendremos mantenimientos de calidad a un costo más competitivo con respecto a la competencia entre empresas.

#### **1.3.1.2. Aporte del mantenimiento a la eficiencia.**

Según Rey (2009) comentan que gestionando correctamente las actividades que se aplican para los mantenimientos de una planta industrial o diferentes empresas, logramos que los equipos o máquinas aumenten su disponibilidad, por ende apoya a lograr la meta total de producción utilizando la máxima capacidad de estas, y además que funcionen en el tiempo solicitado, se deduce que al planificar los materiales y las tareas de mantenimiento en el tiempo correcto, se optimiza el buen uso de las máquinas y permite incrementar la eficiencia de línea de producción, generando ganancias y mejorando la rentabilidad de las empresas.

$$Eficiencia = \frac{Produccion\ Real}{Produccion\ Proyectada}$$

#### **1.3.1.3. Tiempo promedio entre fallas (TPEF).**

Según García (2016) nos dice que es la duración de una maquina donde puede trabajar sin averías o fallas en su máxima capacidad y sin detenerse dentro de un ciclo de tiempo medido, algunos autores la llaman confiabilidad, se dice que este indicador mide la seguridad de que una maquina pueda trabajar en su totalidad en un tiempo localizado en las funciones y necesidades requeridas por un usuario.

$$TPEF = \frac{Horas\ totales\ operadas}{Cantidad\ total\ de\ fallos\ reportados}$$

#### **1.3.1.4. Tiempo promedio de reparar (TPDR).**

Según García (2016) comenta que al fallar una maquina los encargados de realizar el servicio de reparación utilizan un tiempo para dejarla operativa, entonces es el tiempo desde que deja de operar hasta que se culmine la reparación, algunos autores la llaman mantenibilidad, se dice que este indicador permite medir los tiempos y

comportamientos en los servicios de mantenimientos en fin de controlar a los encargados directos de brindar el servicio y mejorar en caso exista la posibilidad e implementar equipos y herramientas necesarias con el fin de desarrollar la mejora continua en las organizaciones

$$TPDR = \frac{\text{Horas totales de mantenimiento correctivo}}{\text{Total de número de fallos}}$$

#### **1.3.1.5. Disponibilidad.**

Es la capacidad que tiene un equipo de ejecutar su función de manera óptima en un tiempo consecutivo en una medida determinada, es el equipo cuando se encuentra disponible a funcionar en el momento que requiere un sistema productivo, este indicador es el más utilizado mundialmente en las empresas para medir la gestión de mantenimiento en diferentes industrias como: Agroindustrias, textil, mineras, manufactureras, etc. (Duffuaa et al, 2010).

Según García (2016) comenta que es la capacidad de una planta o fabrica para lograr con los objetivos de producción sin dificultades en un periodo de tiempo establecido, asumiendo que se abastecen los recursos de manera óptima, este indicador logra medir la gestión de los líderes del mantenimiento, por ende si este indicador está por debajo de la meta, está involucrando riesgos en la producción y en la calidad por ende se debe mejorar la gestión del mantenimiento, utilizando herramientas como el RCM y TPM sea el caso.

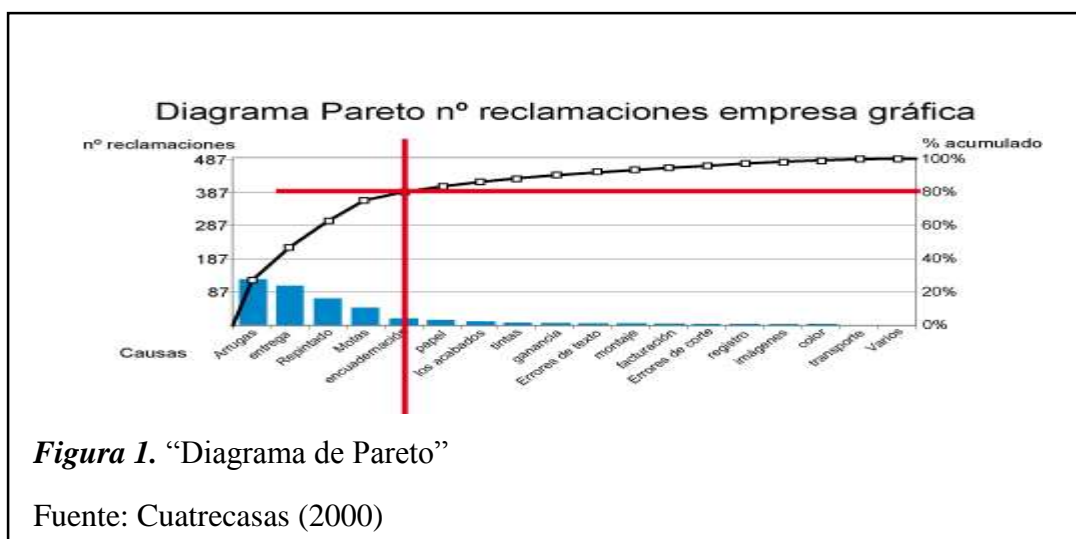
$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPDR}$$

#### **1.3.1.6. Herramientas que se aplican en la mejora de procesos.**

Según Evans y Lindsay (2008) mencionan que son herramientas que se aplican en las empresas productoras o de servicios para obtener un análisis de la información alcanzada y así desarrollar planes de mejoras que tengan que ver con el desarrollo de nuevos procesos o productos y que aporten al desarrollo de la mejora continua.

### Diagrama de Pareto.

Según Evans y Lindsay (2008) nos comentan que es una herramienta que se utiliza en las empresas manufactureras que cuentan con área de mantenimiento, para analizar los datos medidos o históricos en función al tiempo de uso y tiempo de fallas, con esto se observa el impacto de las fallas de mayor importancia, donde se debe monitorear y analizar con urgencia si se quiere lograr la mantención de la operatividad del sistema y disponibilidad, también se utilizan en otros campos de industria ya sea productora y de servicio este análisis nos ayuda a poseer la máxima convicción al termino de tomar decisiones en proyectos de mejora.

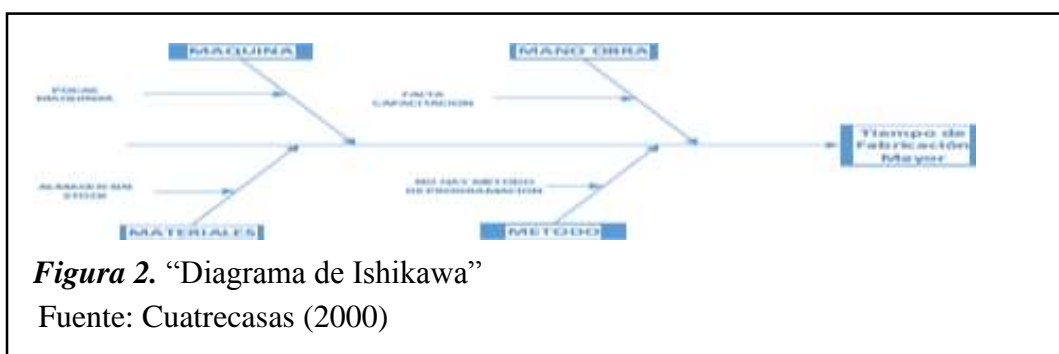


**Figura 1.** “Diagrama de Pareto”

Fuente: Cuatrecasas (2000)

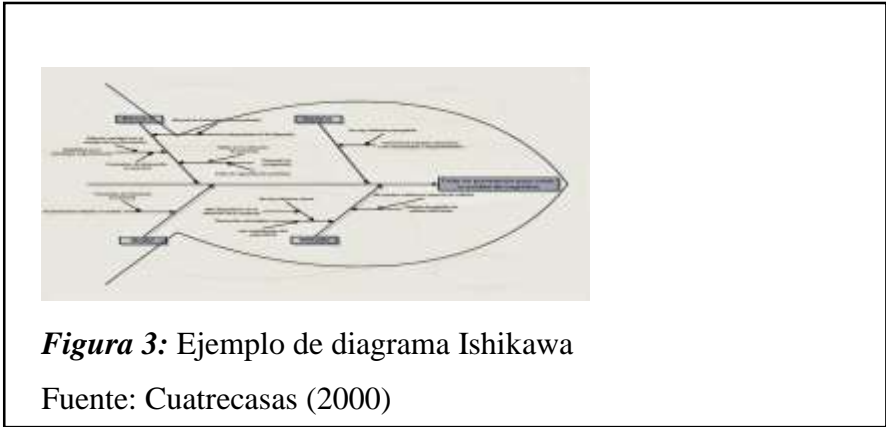
### Diagrama de Ishikawa.

Según Evans y Lindsay (2008) se refieren al diagrama como espina de pescado, indican que es un gráfico en el cual se puede analizar un problema principal y llevarlo a potenciales causas donde algunos aplican las 5 M para aquello y con esto poder ramificar las causas más potenciales para poder analizar a detalle la situación, además este diagrama permite visualizar y proyectar a través del grafico los problemas y así facilitar la mejora continua con otros tipos de herramientas.



**Figura 2.** “Diagrama de Ishikawa”

Fuente: Cuatrecasas (2000)



### 1.3.2. Plan de gestión de mantenimiento.

#### 1.3.2.1. Gestión.

Interpreta que la palabra gestión es el proceso mediante el cual la gerencia general o la alta directiva detalla las metas a cumplir (planeación), según lo propuesto en los comités o reuniones y la manera en que se realizaran estas estrategias, la medición de estos por medio de indicadores, quiere decir que gestionar es, ser el capitán del barco en donde para que todo esto fluya se debe planificar bien las compras, recursos y demás con el fin de un mismo objetivo común con todos los tripulantes de la operación. Castañeda y Gonzales (2016).

Mora (2009) menciona gestionar es tener la relación entre todo lo que tenga que ver con la sociedad a nivel social y técnico con la finalidad de direccionar y planificar de manera eficiente para obtener bienes y servicios que se necesiten para poder ser sostenibles en el tiempo.

#### 1.3.2.2. Mantenimiento.

En el entorno organizacional la palabra mantenimiento se dice que es el servicio que se le brinda, como solución de fallas y mantenimientos preventivos, otorga la confianza del funcionamiento estable y mantener en buen estado las instalaciones, quiere decir que una maquina en perfecto funcionamiento puede tener fallas repentinas ahí intervienen el factor del mantenimiento dándole solución a las fallas repentinas de momento y cuando se planifiquen las labores de mantenimiento se realiza un servicio de mantenimiento con el fin de anticipar estas fallas que se generan de momento. (Rodríguez, citado en Zambrano, et al, 2015).

Según Calderón (2016) comenta que las maquinas al ser diseñadas para cumplir una función con el pasar del tiempo y su uso estas presentan fallas y necesitan

del servicio de reparación o mantenimiento para que cumplan con su propósito y estas partes de las maquinas son reemplazables y reutilizables al ser el caso, un ejemplo claro son los tractores agrícolas que cumplen con su ciclo de vida y del mantenimiento depende que los costos no sean elevados.

### **1.3.2.3. Gestión del mantenimiento.**

Una definición de la gestión del mantenimiento, es la organización de un grupo de personas con alto cargo en gerencia de mantenimiento con la capacidad de programar las actividades e integrar las gestión con las demás áreas con métodos óptimos y con la ayuda de la tecnología así como las computadoras para controlar actividades inherentes a mantenimiento, quiere decir que es planificar las tareas y actividades de mantenimiento, programar las compras de los repuestos, controlar las horas de producción y ver la cantidad de personal que se necesita para que esto funcione y así minimizar los costos por mantenimientos correctivos. (Lorick, citado en Mora, 2009).

Parra y Crespo (2016) comentan que la gestión de mantenimiento que comprende el diseño de un plan ajustado a las necesidades de los equipos y la realidad de las empresas, para con este poder utilizar de manera óptima los recursos y repuestos, con el fin de tener costos de mantenimiento más bajos que la competencia y con esto lograr ser una empresa más sostenible en el tiempo y garantizar la calidad de los pedidos.

### **1.3.2.4. Costo de mantenimiento.**

Sierra (2004) comenta que el costo de mantenimiento por parada repentina es más que el cien por ciento, porque se tiene que asumir los costos incurridos por parada de producción, además de los costos de mantenimiento correctivos y los pedidos se generan de momento es por eso que se tiene que pagar un costo extra.

Según García (2016) comenta que para calcular el costo de mantenimiento primero se tiene que considerar cuanto es el costo de producción con esto poder calcular los costos que estos incurren ya sea por horas extras, costos de repuestos u otros, entonces a partir de eso se le suma el costo por el servicio de mantenimiento, los costos de mantenimientos son más altos cuando se realizan mantenimiento correctivos

y suelen ser más bajos cuando se realizan buenas prácticas en los mantenimientos preventivos.

#### **1.3.2.5. Tipos de mantenimiento.**

Según Mora (2009) comentan que se pueden clasificar en función al tiempo en el que se realice el servicio de mantenimiento y va a depender de las actividades que se realicen y así clasificarlos en el contexto que se requiera a partir de esto se puede también mencionar que los mantenimientos se pueden planificar y proyectar ya sea el caso que veamos en la necesidad de las empresas.

##### **Mantenimiento correctivo.**

Se considera un mantenimiento correctivo, la reparación de la falla repentina que ocurre en operación, desde que el operador genera el aviso de la falla, este tipo de mantenimiento se debe realizar de la manera más rápida, por lo que no es programado y afecta a la productividad de las empresas, además este tipo de mantenimiento suelen ser por falta de coordinación o planificación, también por fallas por mala operación de los equipos y pueden ocasionar fallas en la producción en temas de calidad y cantidad, en ocasiones pueden ocasionar accidentes, se recomienda que este tipo de mantenimiento en las empresas sea de menor cantidad . Mora (2009).

##### **Mantenimiento predictivo.**

Según Mora (2009) define a este tipo de mantenimiento como la proyección de datos estudiados en las máquinas bajo parámetros establecidos a través del tiempo, con la finalidad de programar actividades de mantenimiento para evitar paradas en los procesos por causa de estas, se dice que este tipo de mantenimiento se hace antes de que ocurra una falla, se realizan revisiones programadas, si se encuentra algún defecto se procede a realizar el mantenimiento, y al realizarse se convierte en un mantenimiento correctivo anticipado, este tipo de mantenimiento en la actualidad se está utilizando con el uso de la transformación de digital, es uno de los pilares del machine learning, con el uso de matemáticas y el internet, los mantenimientos están evolucionando.

### **Mantenimiento preventivo.**

Según Mora (2009) comenta que es el mantenimiento que necesita de un seguimiento, para programar actividades de acuerdo a horas trabajadas, con esto se logra planificar las actividades realizadas por el personal de acuerdo al programa maestro de producción, reducir mantenimientos correctivos y ahorrar significativamente en costos por mantenimientos, entonces este mantenimiento es el que aporta a la reducción de costos por mantenimientos imprevisto y aporta a la gestión de mantenimiento y la buena planificación de las actividades de mantenimiento y así reducir sobre costos de mano de obra, repuestos y otros.

#### **1.3.2.6. RCM.**

Según Mora (2009) define como los procesos que corresponden realizar para efectuar en un plan de mantenimiento, que logre asegurar la producción en óptimas condiciones sin problemas y paradas repentinas quiere decir que esta herramienta aporta desde hace mucho tiempo en la gestión de mantenimiento a partir de un análisis de los equipos, sus sistemas y subsistemas que parte de un análisis milimétrico en función de sus errores y con un almacenamiento de la data existente con la proyectada se puede dar un plan riguroso de mantenimiento.

Según Calderón (2016) el RCM es sistematizar los procesos que permitan identificar la realidad inmediata y proponer los mantenimientos de los equipos que garanticen su operación y nace a partir de siete preguntas entre ellas la función del sistema, posibles fallas, que origino la falla y otras. Para poder desarrollar estas preguntas de manera exitosa se utilizan dos herramientas el análisis de modo y efecto de fallas y el árbol lógico de decisiones, aporta a la reducción de costos por mantenimiento correctivo.





**Figura 4.** Procedimiento del RCM

Fuente : Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A, Eduardo Calderón Rodríguez (2016)

Además Calderón (2016) en la realidad los colaboradores del área de mantenimiento no pueden responder todas las consultas del RCM, es por eso que se debe trabajar en equipo con los operadores de las máquinas, con esto se logra la comunicación para concluir las preguntas del análisis de modo y efecto de falla y con esto poder garantizar las actividades de mantenimiento y así obtener una disponibilidad de las máquinas óptimas que aporten a la producción.

### 1.3.2.7. Análisis e modo y efecto de falla (AMEF).

Según Calderón (2016) es una técnica que se desarrolló en los estados unidos por los ingenieros que participan en la NASA, se utilizaba para realizar pruebas en la confiabilidad de los equipos y examinar las posibles causas de las fallas y sus impactos, además esto aportaba a la seguridad de las personas involucradas, quiere decir que el AMEF es la herramienta más importante dentro de la metodología del RCM, con la cual se va a lograr obtener la información de las diferentes máquinas involucradas en los procesos de manufactura u otras, además esta herramienta es el pilar del machine learning o conocimiento de los equipos en tiempo real, gracias a su método estadístico que en la actualidad se está utilizando en la base de datos con proyección.

### **1.3.2.8. Definición de funciones.**

Según Calderón (2016) comenta que cada máquina o equipo en la empresa fue diseñada para que cumple una debida función y la lesión completa o parcial de esta puede significar un impacto negativo en los objetivos de las empresas, estas se dividen en funciones primarias y secundarias, donde la primera cumple con todos los objetivos por el cual fue adquirido un equipo en ámbitos de producción y calidad, la segunda va más allá de la primera se espera con el cumplimiento de la seguridad, la economía, lo estructural, entonces las maquinas tienen un ciclo de vida útil que se puede manejar con la gestión del mantenimiento.

Según Calderón (2016) define lo siguiente:

#### **Falla.**

Es cuando una maquina o equipo no puede desarrollar sus funciones por cuales han sido diseñados en las industrias o para su aplicación en general es por eso que afecta en tanto a la producción y calidad, por ende impacta en los costos de la empresa.

#### **Fallas funcionales.**

Las maquinas o equipos fueron al generarse una falla e impide que realice una función o muchas de estas, es decir una maquina puede tener muchas fallas funcionales.

#### **Modo de fallas.**

Es todo aquello que genere una falla funcional en efecto originan fallas físicas estas pueden ser detectables de momento o necesitan tiempo para analizarlas.

#### **Efectos de falla.**

Es todo lo que genera un modo de falla y se debe analizar y guardar registro de lo que pasó y pasara, con la finalidad de investigar los efectos en la producción y en la calidad de los productos y servicios sea el caso del estudio en tiempos reales y parámetros establecidos

#### **Consecuencias de fallas.**

Se describe la importancia y el grado de severidad de las fallas y estas consecuencias se clasifican en cuatro tipos.

La falla oculta tiene la necesidad de que se genere otra falla para que se identifique es decir puede pasar desapercibida en condiciones de trabajo normales.

### **Fallas de seguridad y medio ambiente.**

Es aquella falla que pone en riesgo y puede causar accidentes laborales e incluso la muerte, además de poner en riesgo el medio ambiente, estas fallas se tienen que evitar de manera crítica ya que pone en riesgo la integridad de los colaboradores y personas que estén sometidas al proceso.

### **Fallas no operacionales.**

Son fallas que no afectan a la producción de la empresa pero si afecta en lo económico, no son muy fáciles de observar y deben ser analizadas desde la raíz con el fin de evitar pérdidas monetarias y ser sostenibles.

#### **1.3.2.9. Aplicación de análisis de modo y efecto de falla.**

Según Calderón (2016) nos comenta que primero se debe realizar la codificación y trabajo de campo con los operadores de la máquina para investigar más a detalle sobre los subsistemas y componentes, luego se procede a la ejecución del análisis del AMEF, donde se describen los procedimientos a continuación estos deben ser sometidos con carácter estrictos y de manera minuciosa.

#### **Formación del equipo AMEF:**

Para la creación del equipo de trabajo se deben tener en cuenta los criterios de producción, es por eso que deben formar parte los operadores de la maquinaria, sus supervisores y además los técnicos encargados de dar el servicio de mantenimiento con la finalidad de realizar un excelente análisis del porque suceden estos eventos y como evitarlos, este trabajo es un trabajo en equipo con los colaboradores y parte del líder de los procesos

#### **Identificar el tipo de AMEF**

Los diferentes AMEF calculan el golpe en la eficiencia de las operaciones y la seguridad de un equipo, es por eso que también es importante definir de qué calidad son las piezas de los equipos para poder tener un buen rendimiento al final de este análisis. Con los datos alcanzados al ejecutar el análisis, se crea el siguiente formato en donde se plantea según el seguimiento realizado a las máquinas, con el apoyo del diagrama de Pareto y siguiendo los pasos del AMEF.

Planta De Producción De Azúcar				Departamento De Trapiche						
Área		Revisado Por			Fecha					
Sistema		Revisado Por			Fecha					
Subsistema		Cod								
Función	Falla Funcional	Modo De Falla	Efecto De Falla	Consecuencia	Causa De Fallo	G	F	D	Ipr	Acciones Proactivas

**Figura 5. AMEF**

Fuente: Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A, Calderón, E (2016)

En el cuadro se describe la información necesaria por equipo, máquina y sistemas, además de cumple con el desarrollo del AMEF, para luego implementar el IPR que es el porcentaje de riesgo de los problemas y para finalizar las acciones proactivas que serían las mejoras a implementar en el programa

### Índice de prioridad de Riesgo (IPR)

Es un método donde fruto de todos los índices involucrados, cumple su función de indicador para luego implementar el programa de mantenimiento, tiene que ser estudiado con carácter estricto y minucioso para todas las causas de problemas, con el objetivo de maximizar el detalle en las causas de más importancia

$$\text{IPR} = \text{G} * \text{F} * \text{D}$$

### Índice de Gravedad (G)

Define la posibilidad de averías en la producción, se centra en el impacto o severidad del resultado de la cualidad de falla, este indicador es el que nos dice lo que ocurre si una falla en temas de mantenimiento

Gravedad	Criterio	Valor
<b>Muy baja</b> (Imperceptibles)	Esta falla es la más minúscula posiblemente no se den cuenta de su falla, no afecta a la producción.	1
<b>Baja</b> (Irrelevantes)	Afecta de manera ligeramente a la eficiencia del proceso de producción	2-3
<b>Moderada</b>	Afecta a la eficiencia del proceso no permite cumplir con las necesidades del cliente.	4-6
<b>Alta</b>	El fallo produce deficiencia del proceso y este no permite seguir con la producción	7-8
<b>Muy alta</b>	Este fallo afecta tanto a la producción, como a la seguridad de las normas básicas del producto	9-10

**Figura 6.** Índice de gravedad

Fuente: Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A, Calderón, E (2016)

### Índice de Frecuencia (F)

Son las repeticiones de las fallas que aparecen ya sean por tiempo de vida, o fallas imprevistas en lo largo de la producción y operación de esta

Gravedad	Criterio	Valor
<b>Muy baja</b> (Improbable)	Casi nunca ocurre. Que pase un evento es la posibilidad de 6 años, en escala de mil eventos.	1
<b>Baja</b>	Es poco probable que aparezca su índice es de 3 a 5 años.	2-3
<b>Moderada</b>	Aparece ocasionalmente, su ocurrencia puede ser de 6 meses a 1 año en los procesos.	4-6
<b>Alta</b>	Este evento se viene dando en ocasiones puede que pasen más de una vez en un mes	7-8
<b>Muy alta</b>	Este evento se puede desarrollar en un día o en dos días seguidas por eso es muy alta	9-10

**Figura 7.** Índice de Frecuencia

Fuente: Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A, Calderón, E (2016)

### Índice de Detección (D)

Este indicador realiza el monitoreo para la detección de los modo de falla que ocurrirán en el proceso.

Gravedad	Criterio	Valor
<b>Muy alta</b>	Es demasiado fácil de detectar, es imposible que no se perciba en los controles.	1
<b>Alta</b>	El defecto es fácil de detectar, puede ocurrir que se necesiten de dos controles pero no mas	2-3
<b>Mediana</b>	Es detectable, pero posiblemente se llegue a saber al final de la producción	4-6
<b>Pequeña</b>	Resulta difícil detectar el defecto con los procesos definidos.	7-8
<b>Improbable</b>	No se logra percibir y llega hasta el cliente final	9-10

**Figura 8.** Índice de Detección

Fuente: Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A, Calderón, E (2016)

### Método de evaluación AMEF

El trabajo realizado por el AMEF cumple un ciclo de mejora continua por lo que se debe revisar siempre teniendo en cuenta los índices mencionados anteriormente para poder realizar con eficiencia las tareas programadas de mantenimiento y con esto optimizar la disponibilidad de los equipos.

IPR	ACCIONES
300 – 500	Alto riesgo de falla.
100 – 300	Riesgo de falla medio o normal.
1 – 100	Bajo riesgo de falla.

**Figura 9.** Evaluación AMEF

Fuente: Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A, Calderón, E (2016)

#### **1.4. Formulación del problema.**

¿Qué gestión del mantenimiento, permitirá incrementar la eficiencia en la empresa ANORSAC S.A.C?

#### **1.5. Justificación e importancia del estudio**

La presente investigación realizada en la empresa ANORSAC S.A.C, busca mejorar la deficiente gestión del mantenimiento, con un plan de gestión de mantenimiento utilizando la filosofía del RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad), ya que actualmente no se realiza una gestión adecuada y esto les genera paradas repentinas.

Desde el punto de vista económico la investigación aportaría a la eliminación de paradas por fallas correctivas o disminuirlas notablemente por ende el proceso tendrá mayor producción al aprovechar al máximo su capacidad lo cual aporta a las ventas, además al tener una gestión más planificada con el apoyo del RCM se logra disminuir los mantenimientos correctivos, lo que genera una reducción de costos por mantenimiento notables.

Desde el punto de vista social la investigación aporta a que las futuras generaciones se inclinen por el desarrollo del mantenimiento en las empresas y puedan mejorar lo estudiado con tecnologías nuevas.

Así mismo esta técnica aporta a la reducción de riesgos por accidentes al analizar las posibles fallas y sus causas, lo que aporta a la seguridad de los colaboradores.

#### **1.6. Hipótesis.**

La gestión del mantenimiento utilizando la herramienta del RCM permitirá incrementar significativamente la eficiencia en la empresa ANORSAC S.A.C.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Diseñar una propuesta para la gestión del mantenimiento basado en la herramienta del RCM, que permita incrementar la eficiencia en la línea de extracción de trapiche de la empresa ANORSAC S.A.C.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- a) Realizar un Diagnostico la situación actual de la gestión de mantenimiento de la empresa ANORSAC S.A.C
- b) Realizar un análisis de los puntos críticos de la gestión de mantenimiento del área de trapiche de ANORSAC.
- c) Elaborar una propuesta para la gestión de mantenimiento utilizando RCM para aumentar la eficiencia de la empresa ANORSAC
- d) Realizar la evaluación económica de la propuesta.



## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

## **2.1 Tipo y Diseño de Investigación**

La presente investigación está orientada al tipo de investigación proyectiva, porque se trabaja mediante el RCM para obtener un plan de mantenimiento como apoyo para solucionar la deficiente gestión del mantenimiento en la empresa ANORSAC S.A.C

El tipo de investigación usada es la investigación aplicada, porque se estudió la bibliografía de diferentes autores, para poder implementar en el nuestra realidad y así aumentar la eficiencia en la empresa ANORSAC S.A.C

La presente investigación será de tipo descriptiva porque el alcance de la realidad actual se hará por el levantamiento de información de los procesos en donde se almacenaran los datos obtenidos para poder realizar una hipótesis donde se analizara exhaustivamente con la finalidad de crear información importante para la investigación

## **2.2. Población y muestra**

**Población:** Todas las máquinas del área de trapiche de la ANORSAC S.A.C que son: Molino 1,2,3,4 y 5 con sus respectivos conductores donellys 1,2,3,4, mesa recibidora, garra, conductor de caña desfibrada, machetero, sistema de jugo colado, desfibrador, tablero de trapiche, filtro tromel

**Muestra:** El tipo de muestreo será no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia.

### 2.3. Variables y operacionalización

**Tabla 1**

*Operacionalización de la variable dependiente*

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>&lt;Indicadores</b>	<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Eficiencia	Eficiencia	$Eficiencia = \frac{Produccion\ Real}{Produccion\ Proyectada}$	<p>Análisis documentario</p> <p>Encuesta</p>	<p>Guía de análisis documentario</p> <p>Cuestionario</p>

**Tabla 2***Operacionalización de la variable independiente*

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICA	INSTRUMENTOS
	Disponibilidad	$Disponibilidad = D = \frac{TPEF}{TPEF + TPDR} * 100$		
Gestión de mantenimiento basado en RCM	Tiempo promedio entre fallas	$TPEF = \frac{Horas\ totales\ operadas}{Cantidad\ total\ de\ fallos\ reportados}$	Análisis documental Observación Encuesta	Guía de análisis documental Guía de observación Cuestionario
	Tiempo promedio de reparación	$TPDR = \frac{Horas\ totales\ de\ mantenimiento\ correctivo}{Total\ de\ número\ de\ fallos}$		

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Para acceder datos válidos y cumplir con los objetivos se utilizó lo siguiente:

### **Técnicas de Recolección de datos**

#### **Observación**

Al tener acceso en la empresa ANORSAC S.A.C, se pudo realizar esta técnica de la manera más práctica con el apoyo de los encargados de las áreas, lo que apporto a tener una visión más clara a la realidad de esta.

#### **Encuesta:**

Esta técnica se implementó con el apoyo de la gerencia de la empresa, a los involucrados con las máquinas, operadores y técnicos

#### **La entrevista:**

Se ejecutó con el apoyo de la gerencia a la Jefatura del área de mantenimiento donde tuvimos una visión de la realidad actual de la gestión

### **Instrumentos de recolección de datos.**

#### **Guía de Observación.**

Se aplicara para controlar los conocimientos más relevantes para la investigación

#### **Cuestionario de encuestas.**

Se aplicara para las jefaturas de las áreas involucradas

## **2.5. Procedimientos para la recolección de datos**

Para obtener los objetivos pactados en esta investigación, se elaborara un procedimiento que se detallara más adelante en la propuesta.

## **2.5. Procedimientos de análisis de datos.**

La información obtenida mediante el estudio de los instrumentos como la entrevista se creara una base de datos utilizando el programa Microsoft Excel 2017, luego esta data generada se analizara para depender de su análisis en esta investigación.

## 2.6. Aspectos éticos

Se tomaran en cuenta los siguientes aspectos éticos

<b>Criterios</b>	<b>Características éticas del criterio</b>
<b>Fiabilidad</b>	Los datos recogidos son merecedores de crédito y confianza
<b>Confidencialidad</b>	Asegurar la protección de la identidad de las personas que participan como informantes de la investigación.
<b>Originalidad</b>	Citar la información de las fuentes bibliográficas con estilo APA con la finalidad que no haya existencia de plagio intelectual

**Figura 10.** Aspectos Éticos

Fuente: Elaboración Propia

## 2.7. Criterios de rigor científico

### 2.7.1 Validez.

La encuesta y la entrevista que se utilizó en esta investigación tuvo éxito en la validación por los especialistas del tema es así que se demuestra su validez.

Es por eso que esta investigación tiene seguridad en sus resultados.

### 2.7.2 Replicabilidad.

Este criterio hace referencia a la estabilidad de los datos.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Diagnóstico de la empresa

#### 3.1.1. Información General

La empresa ANORSAC S.A.C, es una empresa agroindustrial que se dedica a la producción de azúcar para el consumo humano, obtenido mediante un proceso automatizado y suministrado por insumos químicos, la materia prima principal, la caña de azúcar, es abastecida por los alrededores del departamento, finalmente después de pasar por los procesos y subprocesos se logra obtener el producto principal que es el azúcar rubia en envases de 50 kg, como subproductos obtenemos la melaza, el compost y cachaza, la empresa está ubicada en la carretera Ferreñafe Km 12.6 del distrito de Picsi, provincia de Chiclayo.

**Tabla 3**

*Datos generales de la empresa*

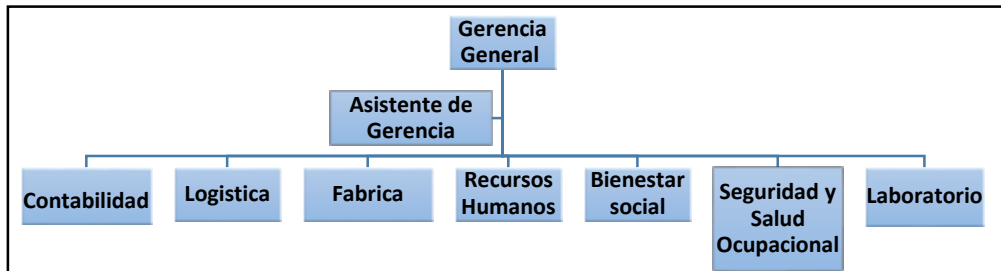
<b>RUC</b>	20479437875
<b>Razón social</b>	Azucarera del Norte S.A.C
<b>Tipo de empresa</b>	Sociedad Anónima Cerrada
<b>Condición</b>	Activo
<b>Fecha de inicio de actividades</b>	01 de Noviembre del 2001
<b>Actividad Comercial</b>	Elaboración de Azúcar
<b>Dirección</b>	Carretera Ferreñafe Km. 12.6
<b>Distrito</b>	Picsi
<b>Provincia</b>	Chiclayo
<b>Departamento</b>	Lambayeque

Fuente: Anorsac S.A.C.

#### **Organigrama general**

A continuación se presenta el organigrama general de ANORSAC S.A.C



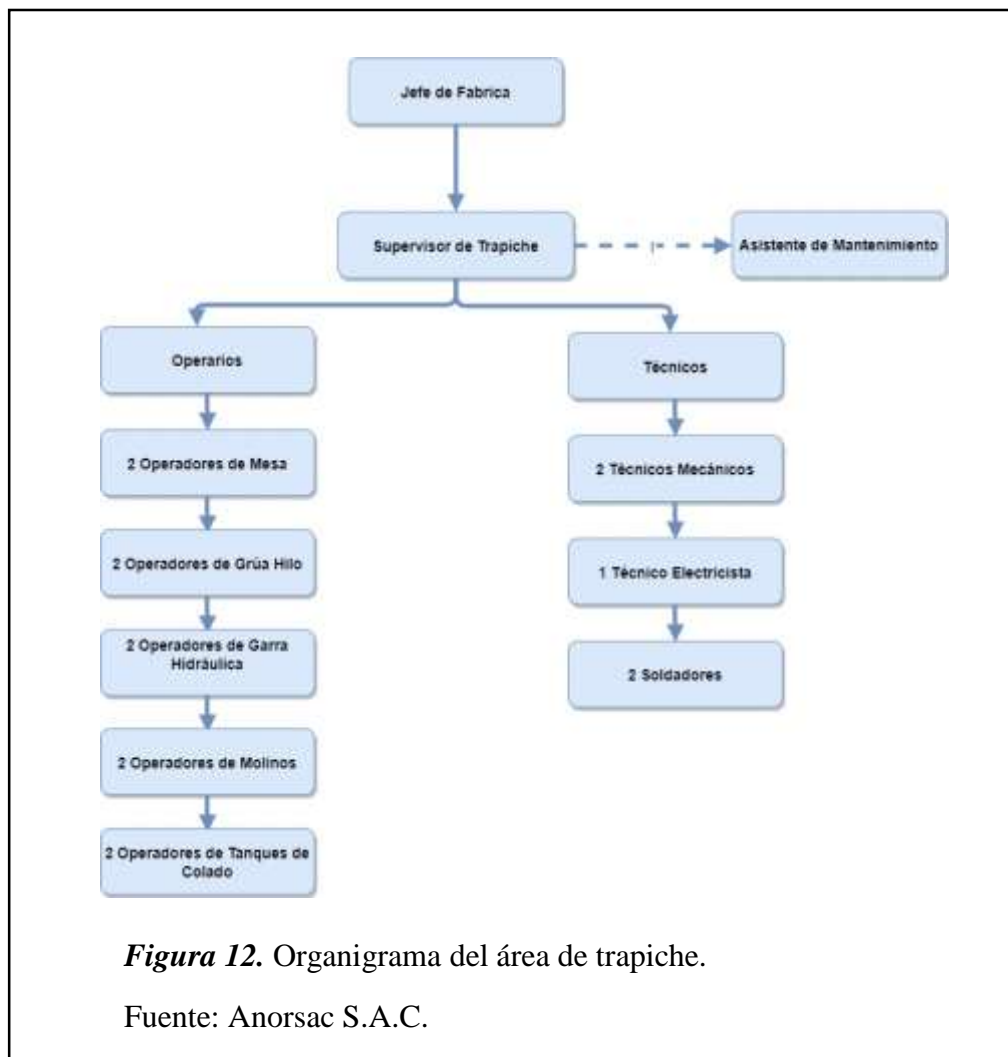


**Figura 11.** Organigrama general de la empresa

Fuente: ANORSAC S.A.C.

### 3.2.3. Organigrama del área de Trapiche.

A continuación se detalla el personal operativo y de gestión del área de Trapiche (Mantenimiento) que pertenece al área de Fábrica.



**Figura 12.** Organigrama del área de trapiche.

Fuente: Anorsac S.A.C.

### 3.1.2. Descripción del proceso del área de trapiche

#### 3.2.1.1 Recepción de materia prima

La caña del campo es trasladada a recepción por camiones de 25 toneladas de capacidad, donde se realiza la tara y destara al ingresar, para pasar por un control de rendimientos en pureza, fibra, Pol de caña en su agosto esto se realiza con la finalidad de cumplir con auditorías externas e internas dentro de la empresa.



*Figura 13.* Recepción de materia prima

Fuente: Anorsac S.A.C.

#### 3.2.1.2 Lavado

La caña cortada es depositada con el apoyo de la grúa hilo de 30 toneladas de capacidad esta posee cables de acero y una unidad hidráulica de 12000 PSI accionada por una bomba con un motor de 150 HP que desplaza dos pistones hidráulicos de modo que esta pueda voltear las tolvas de los camiones, para luego ser trasladado a la mesa con el apoyo de la garra hidráulica de capacidad de 5 toneladas por viaje, en la mesa recibidora que es una plataforma metálica con capacidad de 35 toneladas por hora divididas en dos mesas recibe un primer lavado con agua caliente, para garantizar que el proceso no se atore posteriormente.

#### 3.2.1.3 Nivelado.

La caña lavada pasa de un sistema de cadenas y arrastradores o tablillas que transportan la caña a un nivelador o kicker que está instalado en lo alto solo en caso que ingresara caña larga, esto para evitar atoros imprevistos, además existen conductores que cumplen dos funciones principales un grupo de ellos

se encarga de recoger la caña que cae de la mesa por algunas aberturas que existen en los ejes motrices y de retorno para luego transportarla hasta el conductor auxiliar, mientras que el otro grupo de conductores se encarga de recoger la basura o tierra que cae debajo del sistema de limpieza, para luego pasar por picadores de caña que contiene 88 cuchillas fijas, que son construidas a partir de acero SAE 1040 y son removibles para que se puedan reemplazar o recuperar agregándoles un nuevo recubrimiento o soldadura, quiere decir que este material es el más importante dentro del proceso para el área de mantenimiento y siempre se debe tener en stock

#### **3.2.1.4 Desfibrado**

La operación consiste en pasar la caña nivelada o cortada por un juego de 168 martillos oscilantes que están montados sobre un rotor a una velocidad de 1186 RPM, el objetivo del desfibrador es abrir el máximo las celdas que contienen azúcar (fibra y medula), al igual que las cuchillas de las picadoras, también los martillos del desfibrador son desmontables para ser reemplazados o para su recuperación aplicando soldadura STOODY 110-O y blindaje, al igual que en el nivelado el mismo material.

#### **3.2.1.5 Molienda**

La caña apta pasa por las estaciones de molienda (cinco molinos) operados por motores que son regulables en revoluciones, construida por masas cilíndricas ranuradas dispuestas en forma triangular que estos cumplen la función de extraer al máximo el jugo de la caña. Hay una actividad que es adquirir agua (imbibición) a 70°C antes de que termine el tren de los molinos con la finalidad disolver la sacarosa, si ocurre alguna falla en la molienda se refleja en la producción ya que este punto es crítico para abastecer a elaboración.

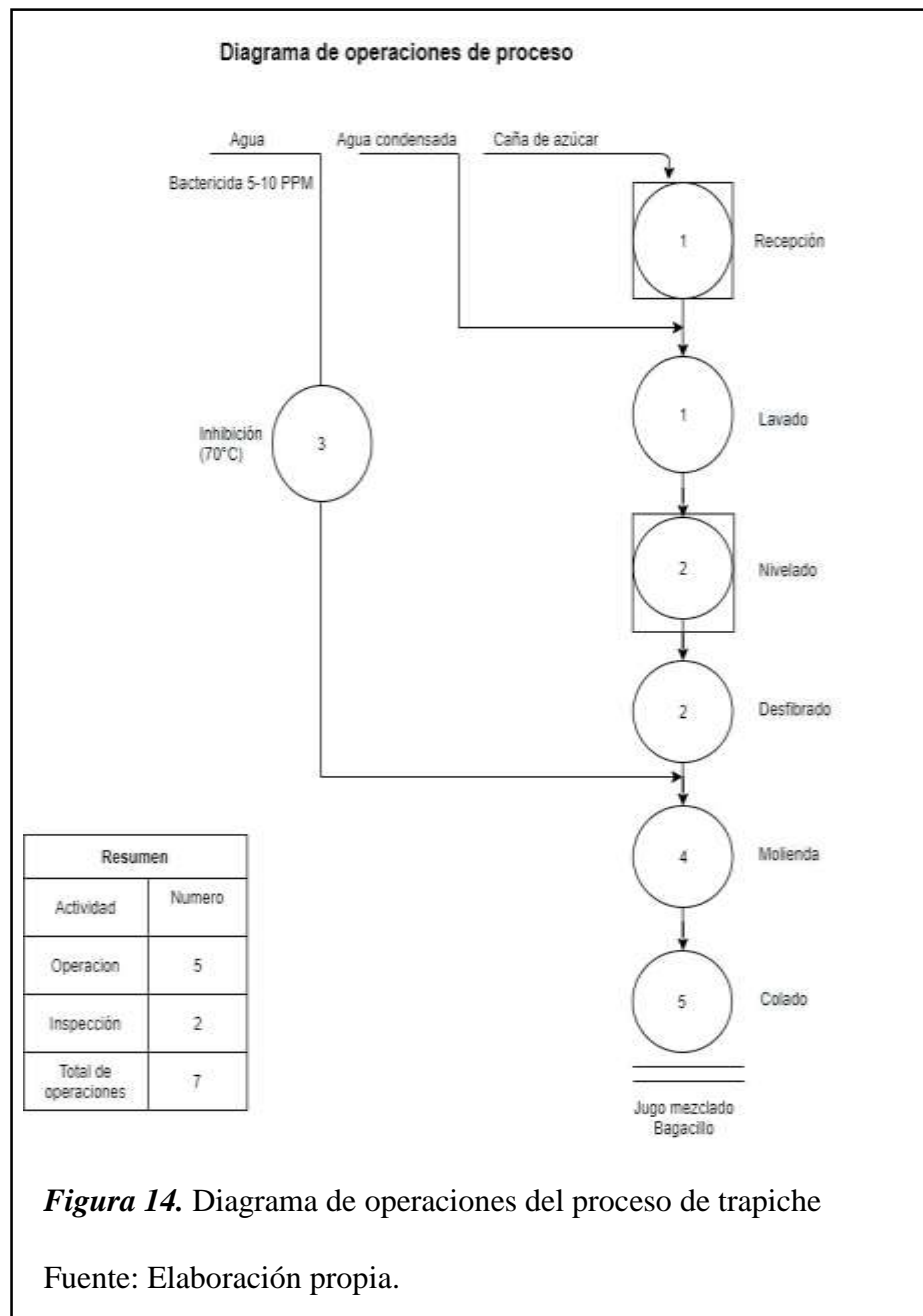
#### **3.2.1.6 Colado**

Después de pasar por los molinos el producto se traslada a un contenedor o tachos de acero inoxidable que trabaja como colador, donde se obtienen 2 subproductos principales: el bagazo que es utilizado en las calderas para generar energía en la fábrica y poder disminuir costos en electricidad y así se

generan una rentabilidad por saco de azúcar y el jugo mezclado que se traslada por el proceso de elaboración en donde pasa por un estricto proceso y subprocesos con puntos críticos de control y formatos de calidad para obtener sacos de azúcar de 50 kg para el consumo humano

### 3.2.2. Diagrama de operaciones del proceso del área de trapiche.

Continuación de detalla el diagrama de operaciones del procesos del área de trapiche.



**Figura 14.** Diagrama de operaciones del proceso de trapiche

Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.3. Análisis de la problemática**

La empresa Anorsac S.A.C ubicada en la ciudad de Chiclayo donde se realizan las operaciones para la producción de azúcar rubia en envases de 50 kilos para consumo humano, el área de Trapiche que pertenece a la división de Fabrica y se encarga de abastecer con jugo mezclado a elaboración, cuentan con 10 operarios, 3 técnicos y 2 soldadores que trabajan, dos turnos a la semana, el área de trapiche actualmente trabajan con un plan de mantenimiento más conocido como la parada anual, para las 18 máquinas y equipos del área, además, utilizando el método de Pareto se logró obtener que 9 de ellas son las más críticas, porque tienen mayor tiempo de paradas por fallas repentinas, entendiéndose que el plan no está cumpliendo con su propósito en la empresa, ya que las máquinas del área de trapiche presentan fallas frecuentes y esto entorpece la operación y por ende ocasiona un alto índice de órdenes de mantenimiento correctivo y paradas no programadas, ocasionando pérdidas de tiempo, menor eficiencia de la molienda, sobrecostos de mano de obra inoperativa, sobrecostos por mantenimientos correctivos, horas extras entre otros.

También se observa que en el área de mantenimiento no cuenta con controles para los mantenimientos realizados a las maquinas del área, además no cuentan un registro adecuado para sus mantenimientos correctivos, y se rigen por apuntes en cuadernos y esto genera demasiada incertidumbre para el área de almacén.

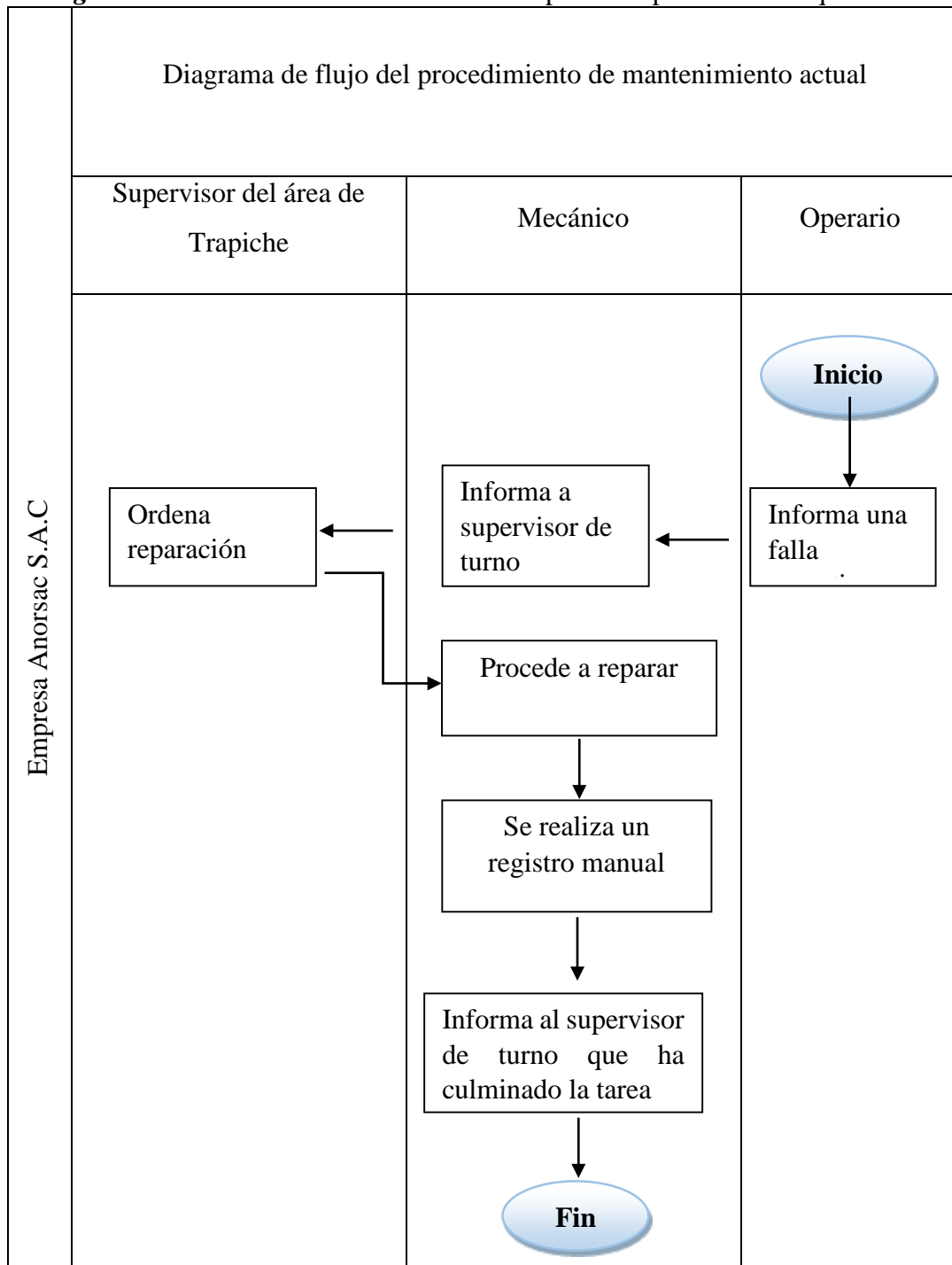
No cuentan con un kardex o una hoja de control para las órdenes o pedidos de almacén para retirar repuestos de mantenimiento, por ende no cuenta con el suficiente control para saber que inventario tener de los repuestos esto impacta en la planificación de las compras de los repuestos críticos del área de trapiche.

En el área de almacén carece de orden y genera que los repuestos con más índice de rotación no se encuentren con fácil ubicación.

Las actividades que se realizan en el procedimiento de mantenimiento son las siguientes.



**Figura 15.** Mantenimiento actual realizado por la empresa a las maquinas del



Área de Trapiche.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3.1. Resultados de la aplicación de los instrumentos

**Entrevista.** Se entrevistó al Jefe de área de trapiche, al supervisor y asistente, quienes se encargan de ejecutar la gestión de mantenimiento en fábrica.

### Resultados de las entrevistas

#### 1. ¿Existe un plan de mantenimiento de las máquinas y equipos en el área de trapiche?



**Figura 16.** De acuerdo con el resultado de las encuestas, el 67% de los entrevistados afirmaron que no existe un plan de mantenimiento mientras el 33% menciono que si existe pero que era un plan muy obsoleto.

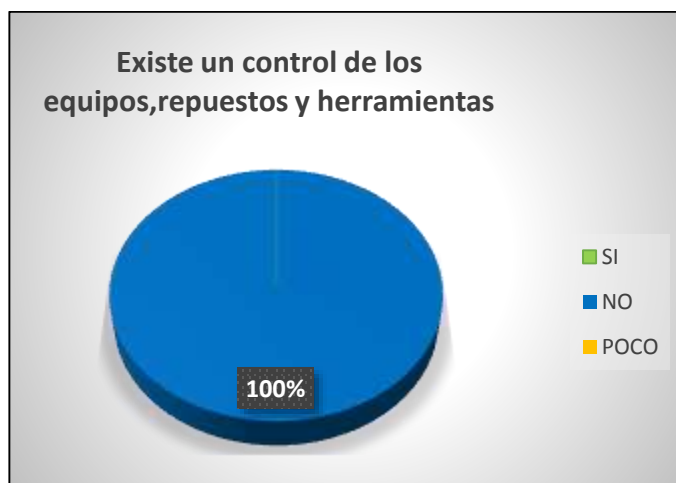
#### 2. ¿Considera usted que el área de trapiche necesita un plan de Mantenimiento, Por qué?

En donde contestaron lo siguiente:

El ingeniero Vargas M. Dennis Jefe de mantenimiento de Anorsac con 3 años en el cargo manifestó que contaban con un plan para el mantenimiento muy antiguo y se basaban a la ficha técnica de los equipos y que se necesitaba elaborar un plan de mantenimiento.

Por otra parte Villalobos Quintana Santos Jefe del área de Trapiche de Anorsac con 5 años en el cargo manifestó que las máquinas del área de trapiche contaba con un plan de mantenimiento antiguo y que los mantenimiento son de carácter correctivo y se tiene que esperar para solucionar la mayoría de los

**3. ¿Llevan un control de los equipos, repuestos, herramientas que se encuentran a su cargo?**



**Figura 17.** El 100% de los encuestados contestaron que no cuentan con un control de los equipos, herramientas y repuestos.

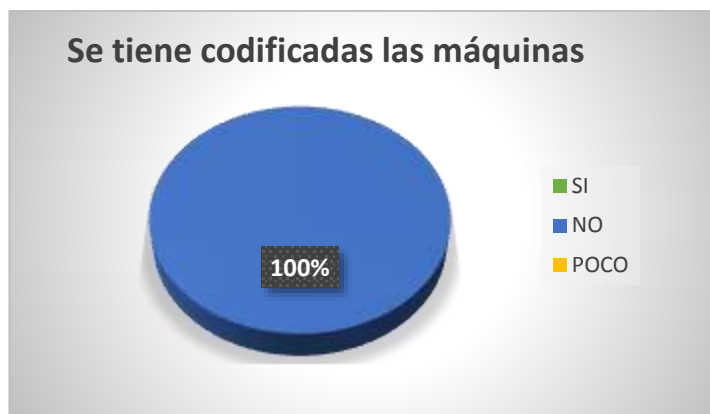


**4. ¿Realizan todos los operarios una inspección visual periódica de todos los sistemas de sus máquinas?**



**Figura 18.** El 67% de los encuestados indicó que los operarios si realizan una inspección periódica de los sistemas de sus máquinas a cargo, mientras que un 33% indicó que a veces se realizan estas inspecciones.

**5. ¿Se tiene un registro codificado de cada una de las máquinas?**



**Figura 19.** El 100% de los encuestados respondieron que no se cuenta con un registro codificado de cada una de las máquinas en el área de trapiche.

6. ¿Cuentan con formatos de apoyo para el registro y control de inventarios como materiales, repuestos, etc.?



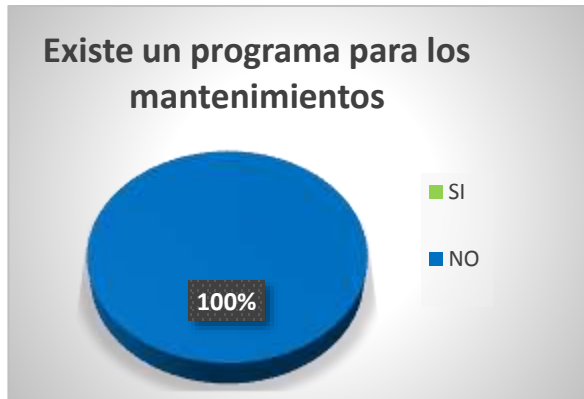
*Figura 20.* El 100% de los encuestados respondieron que no se cuenta con un formato de apoyo para el registro y control de inventarios de materiales, repuestos y otros en el área de trapiche.

7. ¿Se registran las fallas de las máquinas en la fábrica?



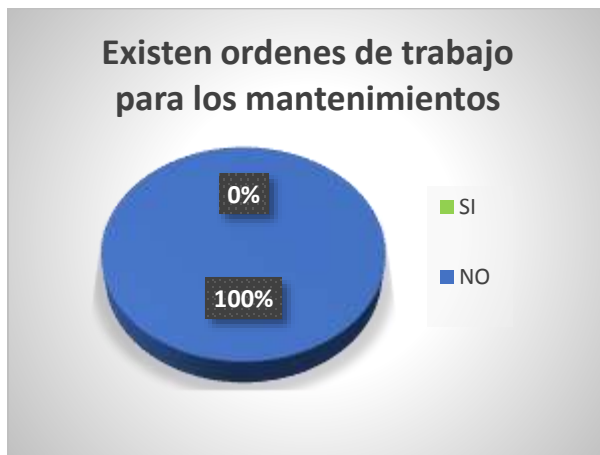
*Figura 21.* El 100% de los encuestados indicaron que si se registran las fallas de las maquinas en fábrica

8. ¿Se realizan actividades de mantenimientos programados?



**Figura 22.** El 100% de los encuestados respondieron indicaron que no se realizan dichas actividades.

**9. ¿Existen formatos de órdenes de trabajo para el mantenimiento de las máquinas?**



**Figura 23.** El 100% de los encuestados respondieron que no se cuenta con formatos de órdenes de trabajo para el mantenimiento de las maquinas.

**10. ¿Realizan capacitaciones técnicas?**



**Figura 24.** El 67% de los encuestados respondieron que no se cuenta con información técnica tanto de repuestos como de los equipos del área de trapiche y el 33% de los encuestados respondieron que poco.

**11. ¿Cuenta con formatos para la compra para realizar la adquisición de repuestos, equipos y herramientas?**



**Figura 25.** El 100% de los encuestados respondieron que poco son los formatos de compras para realizar la adquisición de repuestos, equipos y herramientas.

**12. ¿El tiempo de entrega de repuestos es ágil y oportuno?**



**Figura 26.** El 100% de los encuestados respondieron que el tiempo de entrega de los repuestos no es ágil y oportuno.

**Resultados de las encuestas**

**Encuesta:** Se encuestó a los operarios que laboran en el área de trapiche quienes tienen impacto cercano y directo con las máquinas y se obtuvo lo siguiente.

**1. ¿Cuál es el nombre de la máquina a su cargo?**

**Tabla 4**

*Operadores y sus Maquinas*

Enrique Zuloeta
Operador de Grúa Hilo
José Chozo
Operador de bombas(Tacero)
Oscar López
Operador de Estrella
Carlos Sosa Cumpa
Operador Garra Hilo
José Vílchez Martínez
Operador de Mesa
Fuente: Anorsac S.A.C

## 2. ¿Qué trabajos realiza con la máquina a su cargo?

**Tabla 5**

*Actividades que realizan de las maquinas a su cargo*

Operador de Grúa Hilo	Descargar camiones cañeros
Operador de bombas(Tacero)	Trasladar el jugo que se obtiene en los molinos a elaboración
Operador de Estrella	Molienda de la caña desfibrada para extraer jugo (Molinos)
Operador Garra Hilo	Acopiar toda la materia prima en el patio para alimentar a la mesa
Operador de Mesa	Preparar la caña para que pase correctamente a los conductores

Fuente: Anorsac S.A.C

## 3. ¿Qué actividades de mantenimiento realiza usted a su máquina?

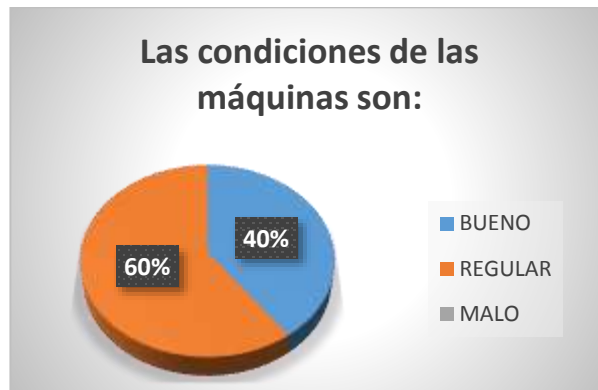
**Tabla 6**

*Labores de Mantenimiento que realiza*

Operador de Grúa Hilo	Lubricación, cambio de cables, rodajes, bronces y engrase de chumaceras
Operador de bombas(Tacero)	Atoro (cambio de rodajes, engrasar, cambiar poleas)
Operador de Estrella	Armar, cambio de chumaceras, bronces, pernos, cabezales, engranajes, piñones y ejes
Operador Garra Hilo	Rueda, chumaceras, engrase y ajuste, limpieza de filtro, yostin, cable
Operador de Mesa	Reparar martillo, ajustar pernos de macheteros

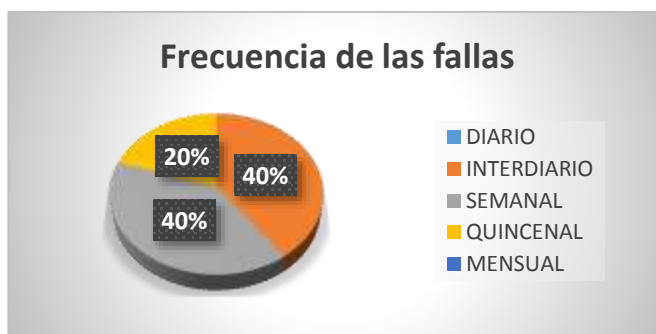
Fuente: Anorsac S.A.C

**4. ¿Cuáles son las condiciones operativas de la máquina a su cargo?**



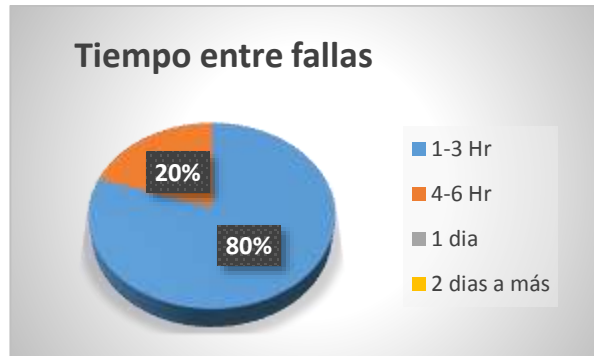
**Figura 27.** El 60% de los encuestados respondieron que las condiciones de su máquina a cargo son regular y el 40% respondió que las condiciones son buenas

**5. ¿Cada que tiempo, se presentan fallas en la máquina a su cargo?**



**Figura 28.** El 40% de los encuestados respondieron que las fallas que son inter diarias, otro 40% respondió que las fallas son semanales y un 20% respondió que las fallas se dan quincenalmente.

**6. ¿Qué tiempo pierde cada vez que hay una falla?**



**Figura 29.** El 80% de los encuestados respondieron se pierden de 1 hora a 3 horas cuando ocurre una falla aproximadamente y un 20% respondió que se pierden 4 a 6 horas aproximadamente.

**7. ¿Cuántos días a la semana trabaja la máquina?**



**Figura 30.** El 100% de los encuestados respondieron que las máquinas trabajan 6 días a la semana

**8. ¿Ante una falla quien te brinda el soporte?**

Todos respondieron que primero el Jefe de mantenimiento y luego los mecánicos que se encuentren disponibles en la fabrica

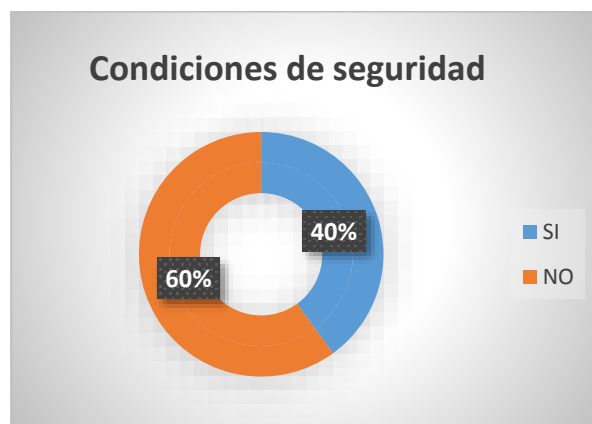


**9. ¿Qué tipo de mantenimiento se le hace a su máquina?**



**Figura 31.** El 60% de los encuestados respondieron que el mantenimiento que se le aplica a su máquina es cuando ocurre una falla y el 40% respondieron que se le aplica correctivo y preventivo.

**10. ¿Considera usted que la maquina a su cargo es segura?**



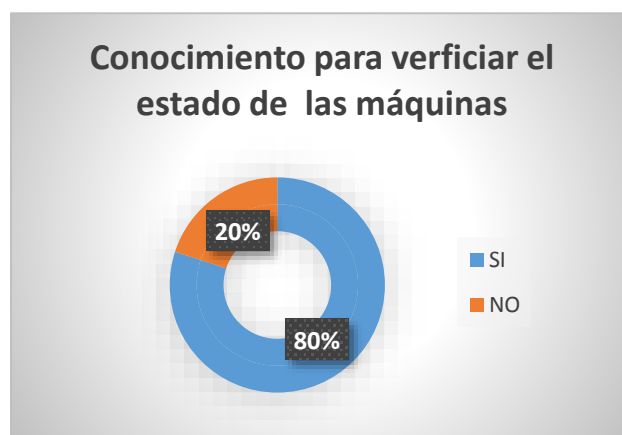
**Figura 32.** El 40% de los encuestados respondieron que consideran que su máquina si es segura y un 60% que no

**11. ¿Cuándo se hace mantenimiento general a su máquina?**



**Figura 33.** El 100% de los encuestados respondieron que el mantenimiento general de las máquinas se realiza anualmente

**12. ¿Estas capacitado para percibir una falla?**

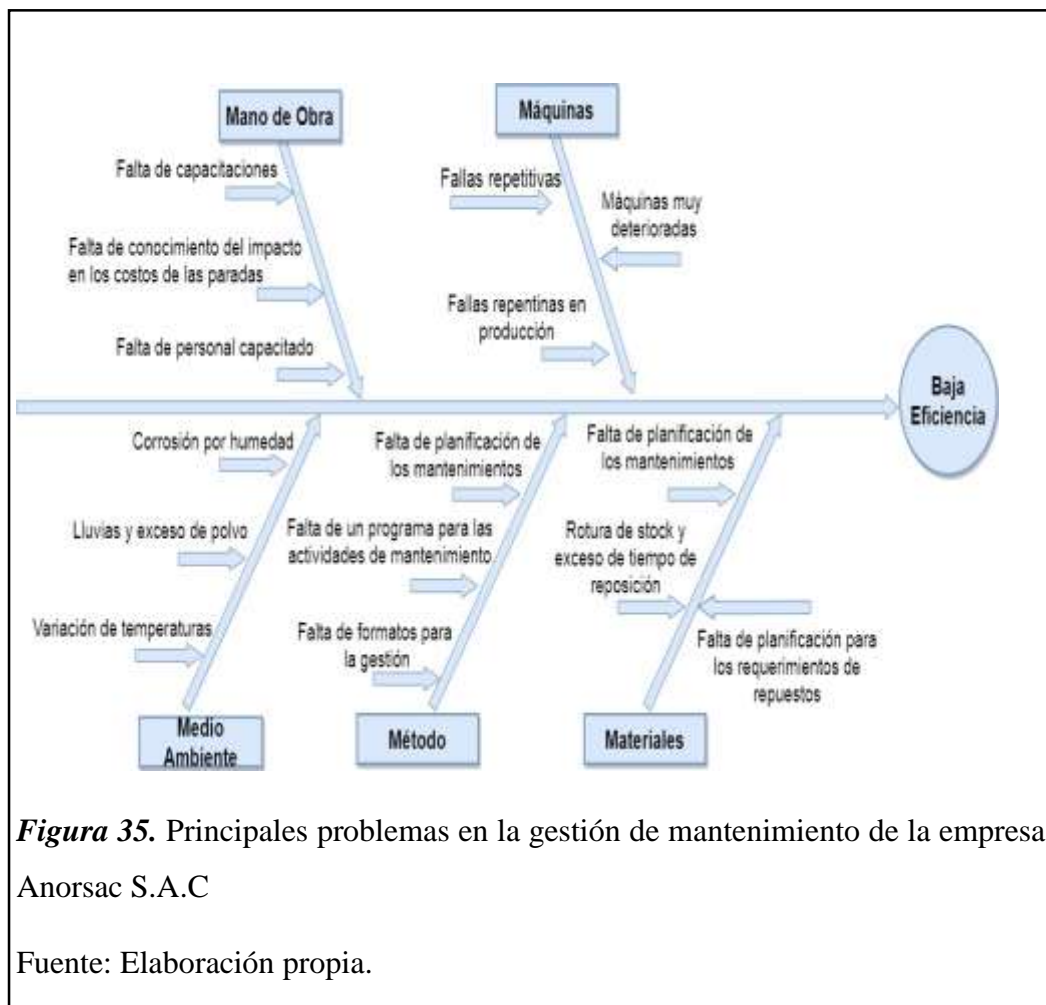


**Figura 34.** El 80% de los encuestados respondieron que si se encuentra capacitados para percibir una falla en su máquina a cargo y un 20% respondió que no se encuentran capacitados.

### 3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico

**Diagrama Ishikawa.** Se logró identificar los factores principales que generan el déficit de la eficiencia en el área de trapiche se reduce entonces conlleva a construir la adecuada gestión de mantenimiento y la implementación de un plan de mantenimiento establecido en la mejora lo que dará como resultado el aumento de la eficiencia. Este diagrama nos ayuda a visualizar todos los problemas que se encontraron en la empresa y así poder proponer las propuestas correspondientes.

Así como se puede apreciar en el siguiente gráfico se toman en cuenta las 5M del diagrama Ishikawa que reflejan la realidad actual de la empresa.



Para determinar los equipos más críticos, se trabajó con la frecuencia de fallas que crean las paradas no planificadas, la empresa nos brindó los datos necesarios para ejecutar la herramienta de los meses de Julio a Diciembre del 2017.

A continuación en la tabla 7 se detallan las frecuencia de las falla por equipos y su frecuencia acumulada para el desarrollo del diagrama de Pareto.

**Tabla 7**

*Frecuencia de fallas para el análisis de Pareto de la muestra*

<b>Sistema/Equipo</b>	<b>Frecuencia de fallas</b>	<b>Frecuencia Relativa (%)</b>	<b>Frecuencia Acumulada (%)</b>
<b>Molino 1</b>	<b>70</b>	<b>11.44</b>	<b>11.44</b>
<b>Conductor Donelly 3</b>	<b>68</b>	<b>11.11</b>	<b>22.55</b>
<b>Molino 5</b>	<b>62</b>	<b>10.13</b>	<b>32.68</b>
<b>Conductor Donelly 1</b>	<b>59</b>	<b>9.64</b>	<b>42.32</b>
<b>Molino 3</b>	<b>50</b>	<b>8.17</b>	<b>50.49</b>
<b>Conductor Donelly 4</b>	<b>45</b>	<b>7.35</b>	<b>57.84</b>
<b>Molino 4</b>	<b>42</b>	<b>6.86</b>	<b>64.71</b>
<b>Molino 2</b>	<b>42</b>	<b>6.86</b>	<b>71.57</b>
<b>Conductor Donelly 2</b>	<b>41</b>	<b>6.70</b>	<b>78.27</b>
<b>Grua Hilo</b>	<b>25</b>	<b>4.08</b>	<b>82.35</b>
<b>Machetero</b>	<b>30</b>	<b>4.90</b>	<b>87.25</b>
<b>Garra</b>	<b>19</b>	<b>3.10</b>	<b>90.36</b>
<b>Sistema De Jugo</b>	<b>18</b>	<b>2.94</b>	<b>93.30</b>
<b>Mesa Recibidora</b>	<b>16</b>	<b>2.61</b>	<b>95.92</b>
<b>Desfibrador</b>	<b>12</b>	<b>1.96</b>	<b>97.88</b>
<b>Tromel</b>	<b>8</b>	<b>1.31</b>	<b>99.18</b>
<b>Tablero</b>	<b>5</b>	<b>0.82</b>	<b>100.00</b>
<b>Total</b>	<b>612</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Anorsac S.A.C

Además aclarar que en Marzo, Abril y Mayo del 2017 no se realizó producción de azúcar por el motivo de las lluvias y no hacemos referencia a los tiempos perdidos originados por falta de caña, bloqueo de carreteras, demora en tráiler, etc.

De la figura 36 según el método de Pareto, se estableció que las máquinas más críticas son: Molino1, 2, 3, 4,5 y sus respectivos conductores donellys, que son las máquinas con mayor tendencia a fallar y por ende son las más críticas de la investigación.

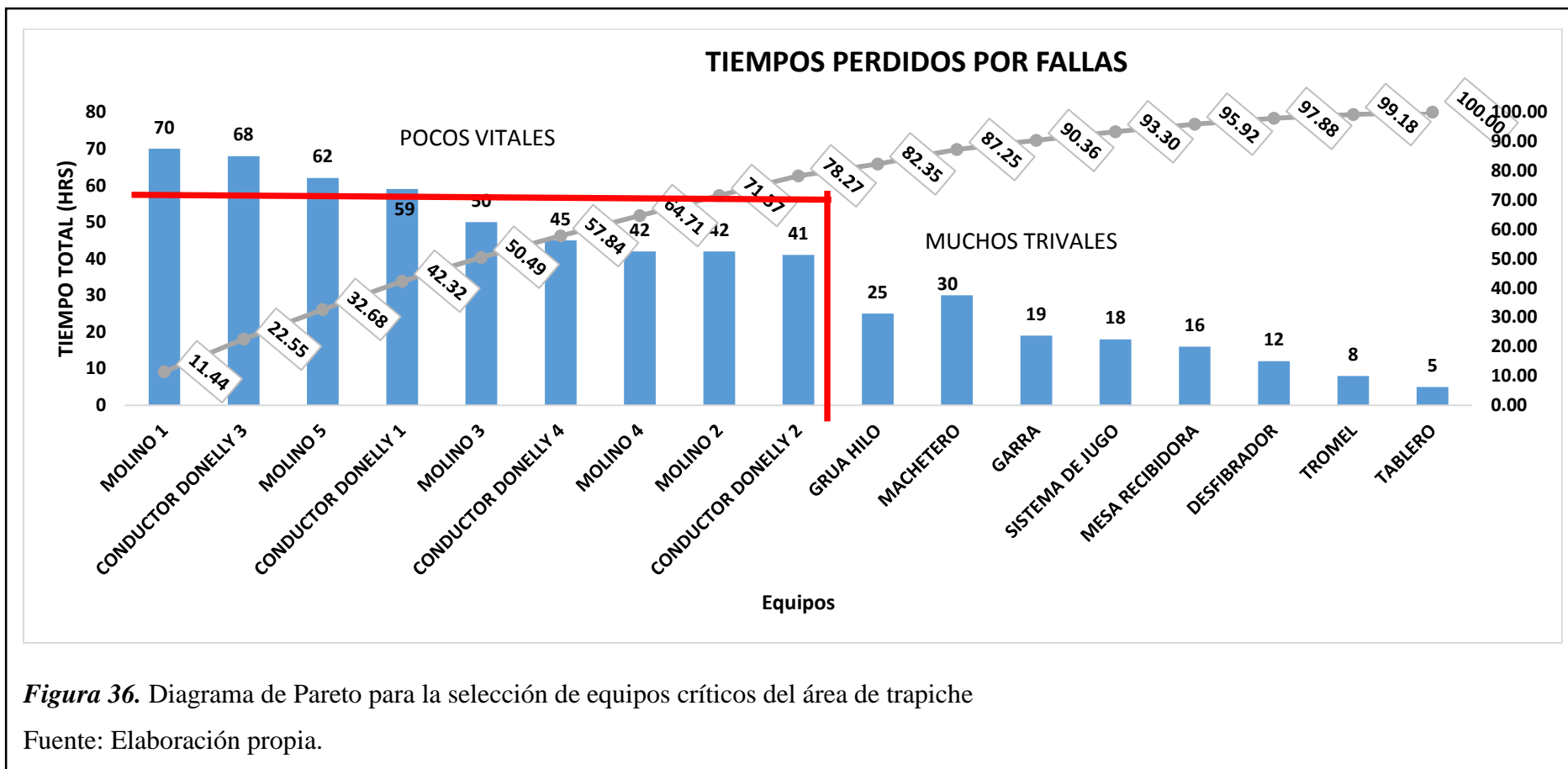


Figura 36. Diagrama de Pareto para la selección de equipos críticos del área de trapiche

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4. Situación actual de la eficiencia

#### 3.1.4.1 Calculo de la eficiencia

La jornada laborable es de domingo a viernes dos turnos de 8 a 6 y de 11 a 8 siendo un total de 19 horas por día, dato que tomaremos en cuenta para nuestro cálculo de eficiencia e indicadores de mantenimiento en las siguientes tablas.

**Tabla 8**

*Datos referenciales de la producción*

<b>Datos</b>	<b>Descripción</b>
Molienda por día	570 Toneladas
Horas laborables	19 Horas/Día
Molienda por hora	30 Toneladas
Consumo de caña por día	598.5 Toneladas
Consumo de caña por Hora	31.5 Toneladas

Fuente: Anorsac S.A.C

**Tabla 9**

*Producción Programada de molienda de caña desde Julio a Diciembre 2018*

<b>Meses</b>	<b>Tiempo programado para producir(Días)</b>	<b>Producción por día</b>	<b>Producción proyectada por mes (Toneladas)</b>
<b>Julio</b>	24	570	13,680
<b>Agosto</b>	24	570	13,680
<b>Septiembre</b>	25	570	14,250
<b>Octubre</b>	26	570	14,820
<b>Noviembre</b>	24	570	13,680
<b>Diciembre</b>	23	570	13,110
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>	<b>3,420</b>	<b>83,220</b>

Fuente: ANORSAC S.A.C

**Tabla 10**

*Producción de molienda de caña perdida por mes desde Julio a Diciembre 2018 por paradas de máquinas.*

Meses	Tiempo de parada (Horas)	Producción por hora (Toneladas)	Producción perdida por mes
Julio	80	30	2,400
Agosto	80	30	2,400
Septiembre	75	30	2,250
Octubre	78	30	2,340
Noviembre	74	30	2,220
Diciembre	72	30	2,160
<b>TOTAL</b>	<b>459</b>	<b>180</b>	<b>13,770</b>

Fuente: Elaboración propia.

Entonces para calcular la eficiencia de la molienda en el área de trapiche se hizo la comparación de la capacidad de planta es decir la proyección de molienda por mes vs la molienda real a continuación se detalla el cálculo para el mes de Julio a detalle por meses en la siguiente tabla.

$$Eficiencia = \frac{11,280}{13,680}$$

$$Eficiencia = 82\%$$

**Tabla 11**

*Calculo de eficiencia*

MES	Caña Proyectada (Toneladas)	Caña Real (Toneladas)	Eficiencia
JULIO	13,680.00	11,280.00	82%
AGOSTO	13,680.00	11,280.00	82%
SEPTIEMBRE	14,250.00	12,000.00	84%
OCTUBRE	14,820.00	12,480.00	84%
NOVIEMBRE	13,680.00	11,460.00	84%
DICIEMBRE	13,110.00	10,950.00	84%

Fuente: Anorsac S.A.C

Al realizar el cálculo de la eficiencia obtuvimos que en promedio de los seis meses es 83%, lo que nos indica que las fallas correctivas están impactando en estas, entonces con la propuesta de mejora nos hemos decidido aumentar dicho indicador.

Entonces al obtener la eficiencia de la molienda en el área de trapiche podemos calcular la eficiencia del proceso con respecto al bagazo.

**Tabla 12**  
*Calculo de la eficiencia física del bagazo*

MES	Molienda de caña (Toneladas)	Bagazo (Proyectado)	Bagazo (Real)	Eficiencia
JULIO	11,280.00	2,820.00	2,256.00	80%
AGOSTO	11,280.00	2,820.00	2,143.20	76%
SEPTIEMBRE	12,000.00	3,000.00	2,340.00	78%
OCTUBRE	12,480.00	3,120.00	2,558.40	82%
NOVIEMBRE	11,460.00	2,865.00	2,177.40	76%
DICIEMBRE	10,950.00	2,737.50	2,157.15	79%

Fuente: Anorsac S.A.C

Obtuvimos una eficiencia de 78% para la producción de bagazo como subproducto.

Los indicadores de mantenimiento que permiten evaluar el desempeño de los colaboradores encargados de planificar y gestionar el mantenimiento en las instalaciones de una empresa, de esta manera se puede definir que es necesario un plan de mantenimiento para gestionar y mejorar la eficiencia, para este cálculo hemos tomado valores proporcionados por la empresa Anorsac S.A.C del mes de Julio hasta Diciembre del 2017.

A continuación se detallan los datos que vamos a utilizar para el cálculo de nuestros indicadores de mantenimiento.



### **Frecuencia de fallas**

Es el total de fallas reportadas por el área de calidad en los meses de Julio a Diciembre del 2017 en el área de Trapiche.

### **Tiempo total para reparar**

Es el total de tiempo que se tardan en reparar las fallas repentinas en los meses de Julio a Diciembre del 2017 en el área de Trapiche, este indicador nos indica la efectividad y el desempeño de los mantenimientos por colaborador.

### **Tiempo programado para producir**

Es el tiempo programado para producir que se calcula de la jornada laborable que es de domingo a viernes dos turnos de 8 a 6 y de 11 a 8 siendo un total de 19 horas por día y 2774 horas en los meses de Julio a Diciembre del 2017.

### **Tiempo sin operación**

Son los días por las horas que las máquinas están paradas por el programa de producción y es un total de 1703 horas por los meses de Julio a Diciembre del 2017.

### **Tiempo total de operación (TTO)**

Debido a que el proceso de producción del área de trapiche es continuo, todas las maquinas deben estar operativas y por lo tanto todas trabajan a la misma cantidad de tiempo en el proceso. Así el tiempo total de operación es la diferencia del tiempo total programado para producir menos el tiempo total de reparación por máquina, dando como resultado el TTO.

A continuación se detallan los datos que vamos a utilizar para el cálculo de nuestros indicadores de mantenimiento en tabla 13.

**Tabla 13**

*Datos para el desarrollo de los indicadores de mantenimiento de los equipos críticos del área de trapiche.*

Sistema/Equipo	Frecuencia de fallas	Tiempo total para reparar	Tiempo programado producción (Horas)	Tiempo sin operación	Tiempo Total de Operación
MOLINO 1	150	430	2774	1703	2344
CONDUCTOR DONELLY 3	145	420	2774	1703	2354
MOLINO 5	142	415	2774	1703	2359
CONDUCTOR DONELLY 1	142	412	2774	1703	2362
MOLINO 3	140	412	2774	1703	2362
CONDUCTOR DONELLY 4	135	410	2774	1703	2364
MOLINO 4	135	405	2774	1703	2369
MOLINO 2	130	400	2774	1703	2374
CONDUCTOR DONELLY 2	130	400	2774	1703	2374

Fuente: Anorsac S.A.C

Entonces para el cálculo de nuestro indicador principal de mantenimiento que es la disponibilidad con los datos anteriormente mencionados procedemos a calcular los siguientes indicadores detallados líneas abajo.

Entonces para el desarrollo de nuestro indicador de disponibilidad empezaremos a calcular el TPEF que es el tiempo total en operación entre la cantidad fallas para luego calcular el TPDR que es el tiempo total de reparación entre la cantidad fallas, para esto solo aplicaremos en el Molino 1 y los demás se identificarán en la tabla detallada líneas abajo.

### **Tiempo promedio hasta el fallo (TPEF)**

$$TPEF = \frac{2334}{150}$$

$$TPEF = 15.63$$

Obteniendo como resultado 15.63, con lo que trabajaremos más adelante y además este indicador es claro y el resultado preocupante porque es muy alto y por ende tiene mucho tiempo perdido por fallas y altas repeticiones lo que es muy impactante en la disponibilidad de la empresa.

### **Tiempo promedio para reparar (TPDR)**

$$TPDR = \frac{430}{150}$$

$$TPDR = 2.87$$

Obteniendo como resultado 2.87, entonces este indicador que es un versus entre el tiempo que se demoran en reparar y las repeticiones en las fallas que además son muy altas es un factor preocupante que más adelante se trabajara.

### **Disponibilidad**

Entonces para obtener la disponibilidad del Molino 1 utilizaremos el TPEF y en TPDR ya calculado anteriormente.

$$Disponibilidad = \frac{15.63}{15.63 + 2.87} * 100$$

$$Disponibilidad = 84\%$$

Habiendo calculado los dos indicadores anteriormente se procede a calcular la disponibilidad lo que arroja obviamente por debajo del 85% ya que están sucediendo fallas correctivas en la operación.

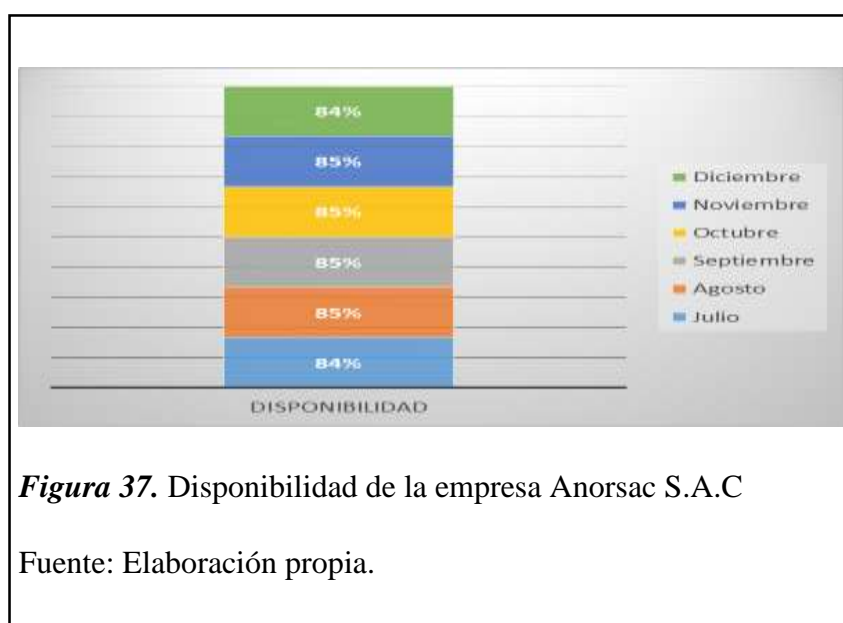
El indicador de mantenimiento que es la disponibilidad ya calculada por equipos críticos se detalla en tabla 14.

**Tabla 14***Indicadores de mantenimiento de los equipos críticos del área de trapiche.*

Sistema/Equipo	Tiempo promedio	Tiempo promedio	Disponibilidad
	hasta el fallo TPEF(horas)	para reparar TPDR(horas)	
<b>MOLINO 1</b>	15.63	2.87	<b>84%</b>
<b>CONDUCTOR DONELLY 3</b>	16.23	2.90	<b>85%</b>
<b>MOLINO 5</b>	16.61	2.92	<b>85%</b>
<b>CONDUCTOR DONELLY 1</b>	16.63	2.90	<b>85%</b>
<b>MOLINO 3</b>	16.87	2.94	<b>85%</b>
<b>CONDUCTOR DONELLY 4</b>	17.51	3.04	<b>85%</b>
<b>MOLINO 4</b>	17.55	3.00	<b>85%</b>
<b>MOLINO 2</b>	18.26	3.08	<b>86%</b>
<b>CONDUCTOR DONELLY 2</b>	18.26	3.08	<b>86%</b>

Fuente: Anorsac S.A.C

Obteniendo el indicador de disponibilidad de los equipos críticos, se observa que los índices de mantenimiento son bajas, qué en promedio es el 85%.

**Figura 37.** Disponibilidad de la empresa Anorsac S.A.C

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Discusión de resultados

En este momento se precisa la discusión de entre la investigación presente y las que se realizaron a través del tiempo.

El propósito fundamental de la presente investigación fue identificar la gestión del mantenimiento basado en la herramienta del RCM, entonces se realizó el análisis con el enfoque en la actual, se demostró mediante encuestas, entrevista y la observación y un análisis de Pareto con las fallas correctivas del área de trapiche que la empresa la gestión que se está realizando actualmente no permite incrementar la eficiencia en la línea de extracción de trapiche de la empresa ANORSAC S.A.C.

Además con respecto a los maquinas se identificó que no se tienen el grado de disponibilidad suficiente en los equipos críticos del de área de mantenimiento es de 84% lo que indica que es regular y que puede ser más competitiva con una gestión de mantenimiento adecuada obtuvimos que aumento a 88%, , entonces ese es el motivo principal no siendo indiferente en otra investigación hecha por Benítez y Chávez (2009) en donde al igual que mi investigación ocurrían fallas de mantenimiento correctivo y otros temas en la gestión que de mantenimiento, y así se obtiene que con una gestión optima se logra un aumento de la eficiencia de 45.25% a 76%.

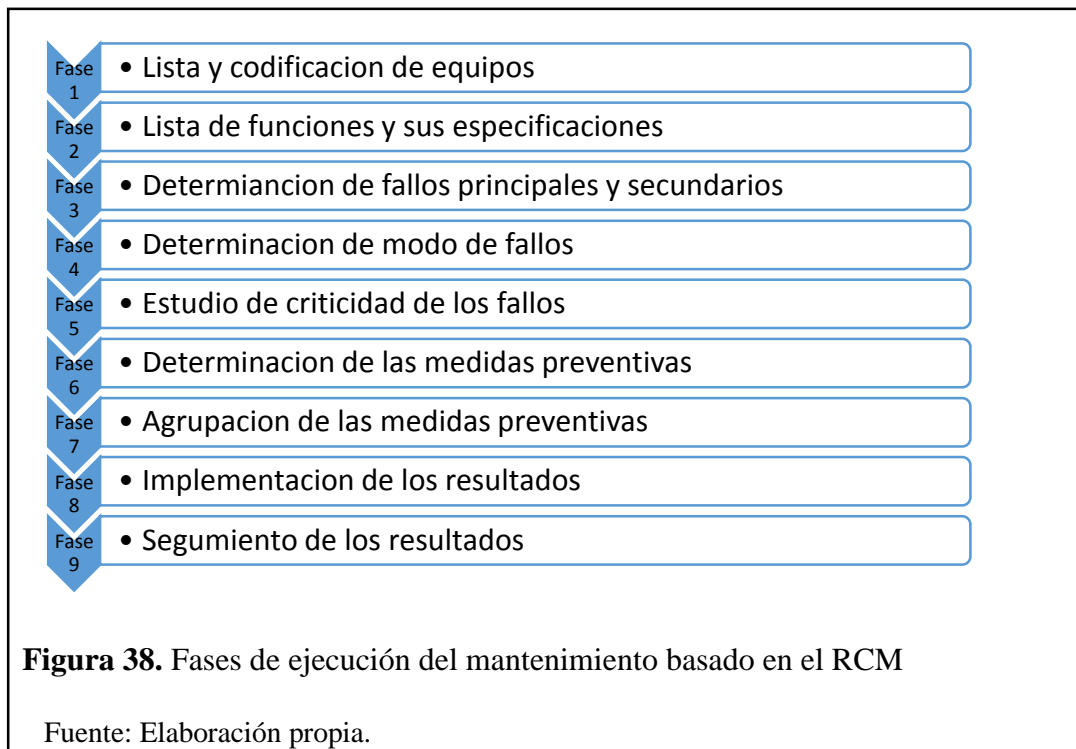
Entonces a partir del análisis del mantenimiento un objetivo fundamental es el aumento de la disponibilidad en un 7%, ya que es el indicador de la gestión de mantenimiento, de igual modo los resultados que presenta, Garcés (2011) En su trabajo con el plan de mantenimiento preventivo se compara la disponibilidad y la eficiencia si se implementara dicho plan, concluyen que con el mantenimiento preventivo la mejora en los dos ratios de disponibilidad y eficiencia en 7.3%.

Otro punto importante es el costo/beneficio ya que con nuestra investigación de gestión de mantenimiento es de 1.75, así como Edgar García (2016) en su investigación concluye que con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM para mejorar la disponibilidad de la empresa obtiene mejorar de 71.4% a un 96% de disponibilidad en la planta, además con la propuesta mejoraran la confiabilidad que intervenían cada 54,62 horas, con el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo se amplió en octubre hasta un 61,22 horas y con esto un costo beneficio de 1.98.

### 3.3. Propuesta de gestión de mantenimiento basado en RCM.

#### Fundamentación.

Entonces esta investigación está basada en la herramienta del RCM, se aclaran los pasos a seguir en la figura 38, con la finalidad de que la propuesta quede de manera sencilla y precisa en temas de mantenimientos.



Donde al finalizar se propondrá un plan de mantenimiento que aportara a la gestión del área y así lograr el objetivo principal que es el incremento de la eficiencia y los indicadores de mantenimiento.

#### Objetivos de la propuesta.

La objetivo central de la propuesta es mejorar la eficiencia con la gestión de mantenimiento, asimismo también se propone mejorar el clima laboral para los colaboradores así generar el chip de la mejora continua en ellos, se pretende incorporar a los gerentes de la empresa para que se realice lo propuesto.

#### Desarrollo de la propuesta

Después de realizar un análisis en el área de Trapiche de la empresa ANORSAC S.A.C y diagnosticado los problemas en la maquinaria, se determinó que la empresa necesita realizar un mantenimiento preventivo con la herramienta de RCM con la intención de mejorar la gestión de mantenimiento, mediante permita aumentar la eficiencia.

### 3.3.1. Fase 1: Lista y codificación de los equipos.

Para esta fase, se codificara en una lista los equipos del área de trapiche la cual no existe en la empresa, a continuación se presentara una tabla con la codificación de los equipos del área de trapiche.

**Tabla 15**

*l Continuación de tabla 15 ipos.*

UBICACIÓN	SISTEMA	EQUIPO	CODIGO
RECEPCION Y PREPARACION DE CAÑA	GRUA HILO	GRUA HILO	AN-AT-01
		MOTOR ELECTRICO	AN-AT-02
		REDUCTOR DE VELOCIDAD	AN-AT-03
		SISTEMA HIDRAULICO	AN-AT-04
		SISTEMA ELECTRICO	AN-AT-05
	MESA	MESA ALIMENTADORA	AN-AT-06
	ALIMENTADORA	REDUCTOR DE VELOCIDAD	AN-AT-07
	NIVELADOR DE CAÑA	NIVELADOR DE CAÑA	AN-AT-08
		WINCHE	AN-AT-09
		MOTOR ELECTRICO	AN-AT-10
		REDUCTOR DE VELOCIDAD	AN-AT-11
	CONDUCTOR DE CAÑA DESFIBRADA	CONDUCTOR DE CAÑA DESFIBRADA	AN-AT-12
		MOTOR ELECTRICO	AN-AT-13
		REDUCTOR DE VELOCIDAD	AN-AT-14
	MACHETERO	MACHETERO	AN-AT-15
		MOTOR ELECTRICO	AN-AT-17
	DESFIBRADOR	BUSTER	AN-AT-18
		MOTOR ELECTRICO	AN-AT-19
		RODAJE Z3140	AN-AT-20
		MOTOR ELECTRICO VENTILADOR	AN-AT-21
		VARIADOR DE VELOCIDAD 75	AN-AT-22
		FIBERIZER	AN-AT-23
		MOTOR ELECTRICO	AN-AT-24
		MOTOREDUCTOR	AN-AT-25
		MOTOBOMBA	AN-AT-26
		RODAJE 6309	AN-AT-27
		CONDUCTOR	CONDUCTOR DONELLY 1
	DONELLY 1	MOTOREDUCTOR	AN-AT-29
		CONDUCTOR DONELLY 2	AN-AT-30

3.3.2.

EXTRACI3N DE  
JUGO


CONDUCTOR DONELLY 2	MOTOREDUCTOR	AN-AT-31
CONDUCTOR DONELLY 3	CONDUCTOR DONELLY 3	AN-AT-32
	MOTOREDUCTOR	AN-AT-33
CONDUCTOR DONELLY 4	CONDUCTOR DONELLY 4	AN-AT-34
	MOTOREDUCTOR	AN-AT-35
CONDUCTOR DONELLY 5	CONDUCTOR DONELLY 5	AN-AT-36
	MOTOREDUCTOR	AN-AT-37
MOLINO 1	MOLINO1	AN-AT-38
	CUCHILLA CENTRAL PARA TRAPICHE	AN-AT-39
	EJE PARA MAZA DE ACERO SAE 1045	AN-AT-40
	CUARTA MAZA MOLINO	AN-AT-41
	MAZA ENTRADA	AN-AT-42
	MAZA SALIDA	AN-AT-43
	MAZA SUPERIOR	AN-AT-44
	PEINER SUPERIOR	AN-AT-45
	PEINE INFERIEOR	AN-AT-46
	MOTOR ELECTRICO	AN-AT-47
	MOTOR ELECTRICO VENTILADOR M1	AN-AT-48
MOLINO 2	MOLINO 2	AN-AT-49
	MOTOR ELECTRICO VENTILADOR M2	AN-AT-50
	MOTOR ELECTRICO SIST- TRANSP M2	AN-AT-51
MOLINO 3	MOLINO 2	AN-AT-52
	MOTOR ELECTRICO VENTILADOR M3	AN-AT-53
	MOTOR ELECTRICO SIST- TRANSP M3	AN-AT-54
MOLINO 4	MOLINO 2	AN-AT-55
	MOTOR ELECTRICO VENTILADOR M4	AN-AT-56
	MOTOR ELECTRICO SIST- TRANSP M4	AN-AT-57
MOLINO 5	MOLINO 2	AN-AT-58
	MOTOR ELECTRICO VENTILADOR M5	AN-AT-59
	MOTOR ELECTRICO SIST- TRANSP M5	AN-AT-60
SISTEMA DE JUGO COLADO	SISTEMA DE JUGO COLADO	AN-AT-61
	MOTOR ELECTRICO	AN-AT-62
	BOMBA CENTRIFUGA DE IMHIBICION	AN-AT-63

**Fase 2: "Lista de funciones y sus especificaciones"**



Una vez elaborada la lista de máquinas, seguimos con la codificación para cada una de ellas, el paso siguiente es elaborar una ficha para cada uno de los ítems, Por ello se debe tener presente las especificaciones técnicas de los modelos con los que cuenta la empresa.

**Tabla 16**  
*Lista y codificación de los equipos.*

		FICHA TECNICA	
		DATOS TECNICOS DEL EQUIPO	
		<b>Ubicación técnica</b>	AN-AT-38
		<b>Nombre del equipo</b>	MOLINO 1
		<b>Planta</b>	ANORSAC
		<b>Área</b>	EXTRACCION DE JUGO
		<b>Sistema</b>	MOLINO 1
<b>EQUIPO MOTRIZ</b>		<b>EQUIPO CONDUCIDO</b>	
<b>Marca</b>	Weg	<b>Marca</b>	Reductor Renk Zanini
<b>Código</b>	00-02	<b>Código</b>	00-01
<b>Modelo/Frame</b>	4P445/7TS37460	<b>Modelo/Serie</b>	B38/BZ2X67SG
<b>N° Serie</b>	2500118EP36447TAW22	<b>Potencia</b>	1500 KW
<b>Potencia</b>	250HP	<b>Rpm</b>	1194,6 RPM
<b>Voltaje/Amperaje</b>	4600V/238A	<b>Rodamiento 1</b>	23138 CC/W33
<b>Rpm</b>	1780 RPM	<b>Rodamiento 2</b>	23060 CC/W33
<b>Frecuencia</b>	60 HZ	<b>Rodamiento 3</b>	24126 CC/W33
<b>Cos</b>	0.89	<b>Rodamiento 4</b>	24126 CC/W33
<b>Grado de protección</b>	IP 55	<b>Rodamiento 5</b>	22316 CC/W33C3
<b>Torque</b>	983kg.m	<b>Rodamiento 6</b>	NU2232ECC3
<b>Factor de servicio</b>	1.15	<b>Rodamiento 7</b>	24140CC/W3
<b>Nivel de vibración</b>	11.2 mm/s	<b>Nivel de vibración</b>	11.2 mm/s
<b>Tipo de lubricante</b>	IC41-TEFC	<b>Tipo de lubricante</b>	ISO 460
<b>Temp. De Operación</b>	80°K	<b>Tiemp. De operación</b>	45°C
<b>Cantidad de lubricante</b>	1600 Lt	<b>Cantidad de lubricante</b>	1400 Lt
<b>Frecuencia de lubricación</b>	Semanal - Quincenal	<b>Frecuencia de lubricación</b>	Semanal - Mensual
<b>Tipo de transmisión</b>	Acoplamiento directo con engranaie		

### 3.3.3. Fase 3: “Determinación de fallos principales y secundarios.

Siguiendo con el análisis se describe la falla y el tiempo que se tarda en reparar, durante el periodo Enero a Julio del 2018

**Tabla 17**  
*Tiempos perdidos por fallas críticas.*

DESCRIPCION DE FALLA	TIEMPO TOTAL	% TIEMPOS PERDIDOS	FRECUENCIA ACUMULADA (%)
Atoro	255.22	27.32%	27.32%
Ruptura	201.33	21.55%	48.88%
Cambiar	100.38	10.75%	59.62%
Colocar	77.55	8.30%	67.92%
Falla Eléctrica	51.22	5.48%	73.41%
Soldar	43.47	4.65%	78.06%
Descarrilamiento	38.88	4.16%	82.22%
Revisar	35.48	3.80%	86.02%
Llenar	33.32	3.57%	89.59%
Montar	29.35	3.14%	92.73%
Ajustar	10.7	1.15%	93.88%
Quemarse	9.28	0.99%	94.87%
Maquinar	7.26	0.78%	95.65%
Recalentamiento	7.11	0.76%	96.41%
Girar	6.18	0.66%	97.07%
Salida	6.18	0.66%	97.73%
Salto Térmico	4.73	0.51%	98.24%
Granular	2.69	0.29%	98.53%
Templar	2.59	0.28%	98.80%
Corte Eléctrico	2.48	0.27%	99.07%
Cambio	2.36	0.25%	99.32%
Lainar	1.39	0.15%	99.47%
Mover	1.22	0.13%	99.60%
Limpiar	1.19	0.13%	99.73%
Desmontar	1.11	0.12%	99.85%
Sacar	0.74	0.08%	99.93%
Engrasar	0.37	0.04%	99.97%
Reforzar	0.32	0.03%	100.00%
Total	1353.5	100.00%	

Como se puede apreciar en la tabla anterior la falla que ocasiona más tiempos perdidos es atoro y se puede manifestar en los 5 molinos y en sus respectivos conductores donellys he aquí la importancia de los equipos en el área de trapiche.

Las fallas de ruptura se dan por el exceso de masa en el piñón de los molinos, además también por rupturas de las cadenas donellys, también puede ocurrir por rupturas de dientes de la masa superiores de los molinos, en ocasiones es ocasionado por ruptura de chumaceras de peine inferiores de los molinos, ruptura de perno transversal de los molinos, ruptura de los rodamientos del reductor del motor de los molinos, ruptura de pernos de los reductores de los motores de los molinos, ruptura de los templadores de la cadena de los molinos, ruptura del arrastrador donelly, además también puede ser por ruptura de machetes, por ruptura de la faja de machetero, ruptura de cables de la garra, ruptura de palanca de la garra, ruptura de la chumacera de la garra, ruptura de cable de alimentación de la garra.

Las fallas cuando se necesita cambiar algo ocurre por: la faja del machetero, peine superior de los molinos, cable de izaje de la garra, chaveta estrella de la maza cañera de los molinos, piñón de maza superior de los molinos, chumaceras de los donellys, cambiar contra eje de los molinos, cambiar rodaje de reductor de los molinos, cambiar manguera de la garra, cambiar perno de la virgen de los molinos, cambiar arrastrador de los donellys.

Las fallas que ocurre por colocar se presente en las necesidades siguientes: piñones en los molinos, plancha chumacera en los molinos, chaveta estrella en la maza de los molinos, bypass en los molinos, cadena de transmisión en los molinos.

Las fallas eléctricas ocurren en la garra, en los molinos y en los donellys, las fallas que ocurren por llenado son: chute molinos, masa de molinos, chute de donellys,

Las fallas por soldar se dan de la siguiente manera: soldar reductor de molinos, soldar anillo sproker de donellys, soldar tope al perno transversal del piñón de los molinos, soldar base chumacera de molinos, soldar plancha lateral chute de los molinos, soldar base de chumacera de molinos, soldar templador de cadena de transmisión de molino, soldar dietes de la garra, soldar piñón de ataque de molinos.

Fallas por mala revisión: revisar garra, revisar machetero, revisar molinos, revisar reductor de molinos, etc., fallas por montaje se dan en mayor frecuencia en los molinos en partes como masas, contra ejes, etc.

Las fallas por descarrilamiento se dan en los donellys con mayor frecuencia se aprecia en la figura 11.

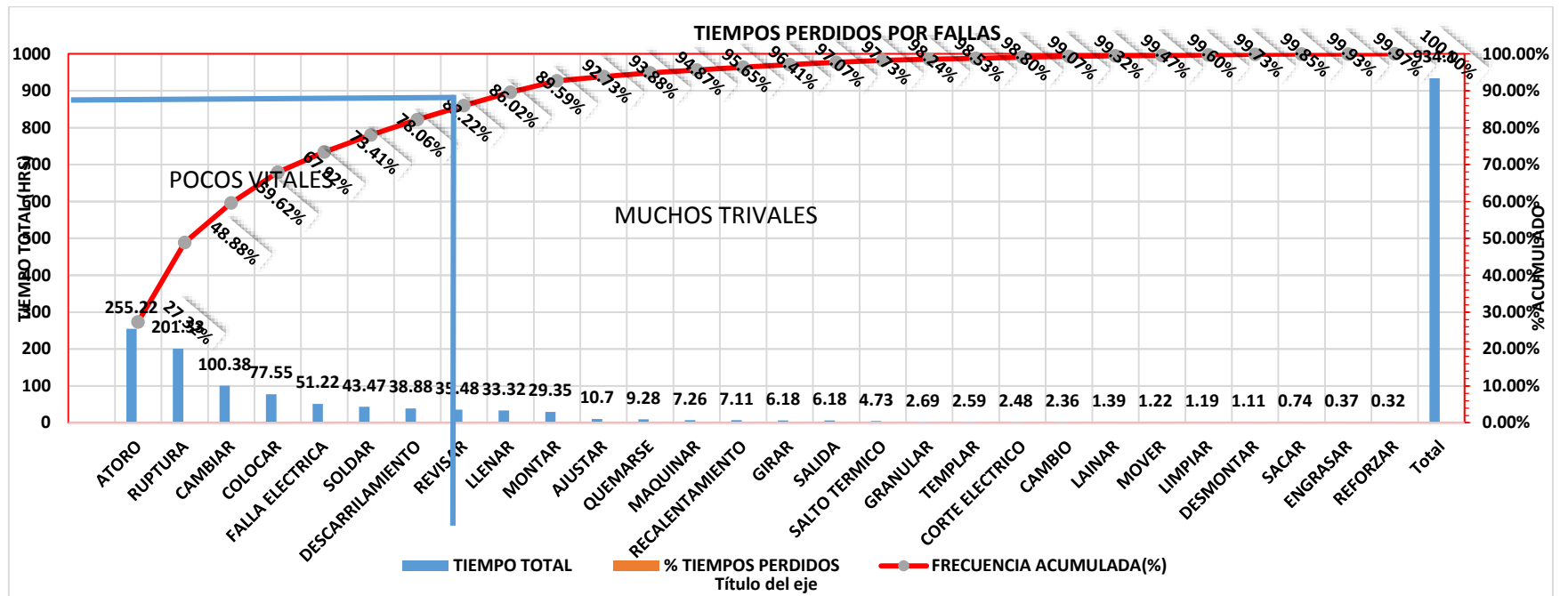


Figura 39. Diagrama de Pareto de las fallas más frecuentes.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar las principales fallas son atoro, ruptura, cambiar, colocar, falla eléctrica, llenado, soldar, revisar, montar, descarrilamiento siendo 80% de los más vitales.

Además para aportar a la investigación los operarios respondieron en su encuesta algunas fallas comunes para sus máquinas.

3. ¿Qué actividades de mantenimiento realiza usted a su máquina?

**Tabla 18**

Encuesta a los operarios del área de trapiche

Operador de Grúa Hilo	Lúbricamente, cambio de cables, rodajes, bronces y engrase de chumaceras
Operador de bombas(Tacero)	Atoro (cambio de rodajes,engrasar,cambiar poleas)
Operador de Estrella	Armar y desarmar, cambio de chumaceras, bronces, pernos, cabezales, engranajes, piñones y ejes
Operador Garra Hilo	Rueda, chumaceras, engrase y ajuste, limpieza de filtro, yostin, cable
Operador de Mesa	Reparar martillo, ajustar pernos de macheteros

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.3.4. Fase 4: “Determinación de los modos de fallo”

En esta etapa de la investigación creo que es realmente necesario aclarar que este punto es uno de los más importantes ya que con este conllevaremos el desarrollo del plan de mantenimiento y así poder programar las actividades más adelante.

**Tabla 19**

*Determinación de modo de fallo para el molino 1*

Sistema	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia
Extracción de jugo	Molino 1	ESTRUJAR COLCHON DE CAÑA (EXTRAER SACAROSA)	DEFICIENCIA EN LA EXTRACCION DE JUGO.	Rotura de peine superior	Dificultad de limpiar el bagazo comprimido de las mazas, produciendo parada de la molienda para desatascar.	Operativa
				Rotura de puño de maza bagacera	Menor transmisión de giro generando paradas.	Operativa medio ambiente y seguridad personal
				Rotura de pernos y piñones	Perdida de ajuste y transmisión.	Operativa
				Desgaste de cuchilla central(Virador)	Impide el acceso de bagazo	Operativa
				Desgaste de la plancha lateral del chute	Ocasiona descarrilamiento y esto genera atoros en los donellys impidiendo que pase el bagazo.	Operativa
				Ruptura de la cadena de transmisión	Imposibilidad de transmisión por parada de las mazas	Operativa
				Desacoplamiento del bronce	Generando vibración en el eje de las mazas y esto ocasiona una ruptura.	Operativa

Continuación de tabla 19

	Ocasiona desalineamiento del sistema lo que produce deficiencia de extracción de las mazas	Operativa
Salida de la cadena de transmisión del molino	Genera que las mazas no cumpla con su función de extraer jugo adecuadamente generando pérdidas de sacarosa	Operativa
Ruptura de diente en la masa	Genera parada repentina del molino, ya que las mazas no tienen estabilidad	Operativa
Desgaste de la virgen	Ocasiona que la maquina no entrega su potencia al 100% y esto conlleva a una deficiencia en la extracción.	Operativa

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 20**  
Determinación de modo de fallo para el motor del molino 1

Sistema	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia
<b>Molino 1</b>	<b>Motor</b>	Abastecer la fuerza requerida para conservar una rapidez de giro invariable al sistema de transmisión.	Desbalanceo	Exceso de vibración durante su funcionamiento.	Exceso de ruido, sobre trabajo y problemas con otros componentes de transmisión	Operatividad y de seguridad personal.
				Desgaste de rodamientos.	Genera demasiada fricción entre los componentes y es un peligro potencial para los operadores	Operatividad y de seguridad personal.
			Velocidad	Disparo de protecciones del motor eléctrico.	Produce torques excesivas en eje y transmisión y rotura.	Operatividad, medio ambiente y de seguridad personal.
				Perdida de aislamiento	Produce calentamiento en el bobinado	Operativa y seguridad personal

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 21**  
Determinación de modo de fallo para los reductores del molino 1

Sistema	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia
<b>Molino 1</b>	<b>Reductor de alta velocidad 80 rpm</b>	Reducir paulatinamente las revoluciones de entrada del motor y extender el torque hacia el eje de salida del reductor.	El sistema no puede mantener una velocidad de operación continua.	Perdida de velocidad en el eje de salida del reductor debido a desgaste en elementos internos (dientes y rodamientos).	Al existir desgaste en el reductor la velocidad de operación no es constante y con esto la preparación disminuye afectando la eficiencia del proceso.	Operativa
				Desalineamiento de eje (motor-reductor).		Operativa
	<b>Reductor de baja velocidad 30 rpm</b>	Reducir progresivamente las revoluciones por minuto de la salida del reductor de alta y por lo tanto aumentar el torque.	El sistema no puede mantener una velocidad de operación continua.	Perdida de velocidad en el eje de salida del reductor debido a desgaste en elementos internos (dientes y rodamientos).	Cuando hay desgaste en el reductor de la velocidad de operación no es constante y con esto la preparación disminuye afectando la eficiencia del proceso.	Operativa.
				Desalineamiento de eje (motor-reductor).		Operativa

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 22**  
Determinación de modo de fallo para el donelly 1

Sistema	Equipo	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Efecto de fallo	Consecuencia
<b>Molino 1</b>	<b>Conductor donelly 1</b>	Recepcionar y continuar la secuencia de molinos con el bagazo	Deficiencia en trasladar el bagazo impidiendo la aplicación de la inhibición.	Rotura de cadena de arrastre.	Parada de producción por falta de bagazo	Operativa.
				Rotura de sprockets.		
				Soltura de pernos de ajuste del sprockets.	Deficiente alimentación y/o agarre de molino que recibe el material. (Molino posterior).	Operativa
				Rotura de plancha de chute	Falla del sistema de transmisión. Por desalineamiento provocando que no pase el bagazo	Operativa
				Desgaste de arrastrador	Deficiencia de arrastre lo que genera que pase poco bagazo y generan atoros	
Ruptura del templador	Imposibilidad de que pase el bagazo					
Descarrilamiento del donelly	Genera atoro por acumulación de bagazo en las rolas. Genera que el bagazo se salga del contexto y se pierda producción.					

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3.5. Fase 5: “Estudio de criticidad de fallos”**

Luego de finalizar con el desarrollo del análisis se procede a identificar, calificar los posibles problemas por impacto para así poder solucionar de manera efectiva, también se puede decir que esta etapa es la evaluación que se necesita del apoyo del personal encargado y operarios de la empresa

Considerando el análisis de modo de fallo, se estructura la prioridad del mismo, en la siguientes tablas se puede observar el estudio de criticidad para los 5 molinos del área de trapiche de la presente investigación.

**Tabla 23**  
Prioridad del fallo

Tipo	Equipo	Falla funcional	Modo de falla	G	F	D	IPR
Equipo de extracción de sacarosa	Molino I	Deficiencia en la extracción de jugo	Rotura de peine superior	9	8	8	576
			Rotura de puño de maza bagacera	7	6	7	294
			Rotura de pernos y piñones	7	7	6	294
			Desgaste de cuchilla central(Virador)	8	6	7	336
			Desgaste de la plancha lateral del chute	8	9	6	432
			Ruptura de la cadena de transmisión	8	6	6	288
			Desacoplamiento del bronce	6	6	5	180
			Salida de la cadena de transmisión del molino	7	5	6	210
			Ruptura de diente en la masa	7	6	6	252
			Desgaste en la virgen	7	5	5	175
Cambio de sprocket	7	5	6	210			

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 24**  
Prioridad del fallo

Tipo	Equipo	Fallo funcional	Modo de falla	G	F	D	IPR
Molino	Motor	Desbalanceo	Exceso de vibración durante su funcionamiento	8	5	5	200
			Deficiencia en la velocidad de giro solicitada	Deterioro de rodamientos.	5	6	3
		Disparo de protecciones del motor eléctrico.	5	4	7	140	
Molino	Reductor de alta velocidad	El sistema no puede mantener una velocidad de operación continua	Desalineamiento de eje (motor – reductor)	6	4	5	120
			Deficiencia de velocidad en el eje de salida	5	4	3	60
Molino	Reductor de baja velocidad	El sistema no puede mantener una velocidad de operación continua	Deficiencia velocidad en el eje de salida.	5	5	4	100
			Desalineamiento de eje (motor-reductor).				

Continuación de tabla 24

<b>Molino</b>	<b>Conductor</b>	Rotura de cadena de arrastre.	8	8	7	<b>448</b>
	<b>Donelly</b>					
		Rotura de sprockets.	7	8	7	<b>448</b>
	<b>Deficiencia en</b>	Soltura de pernos de ajuste del sprockets.	6	5	6	<b>180</b>
	<b>trasladar el</b>	Rotura de plancha de chute	6	5	5	<b>150</b>
	<b>bagazo</b>					
	<b>impidiendo la</b>	Desgaste de arrastrador	8	7	5	<b>280</b>
	<b>aplicación de</b>	Ruptura del templador	7	6	5	<b>210</b>
	<b>la inhibición.</b>					
		Descarrilamiento del donelly	8	7	7	<b>792</b>
		Ruptura de plancha	7	5	6	<b>210</b>
		lateral del doenlly				

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3.6 Fase 6: “Determinación de las medidas preventivas”**

Una vez determinado los fallos funcionales, de realizar el modo de fallo y analizar la prioridad de los mismo, se procede a determinas las medidas que se tomaran para mejorar adecuadamente estos fallos.

La empresa Anorsac S.A.C., ha manejado hasta la fecha medidas de mantenimiento correctivas y preventivas, mediante un plan de mantenimiento que es más conocido en la empresa como la parada anual programada que genera mantenimientos correctivos después y generen costos considerables de corrección.

Durante todo el análisis se ha determinado que lo que más se necesita es un control estricto de las actividades de mantenimiento. Como se presenta en la tabla 25.



**Tabla 25**

Detalle de decisiones de mejora para el área de mantenimiento de la empresa Anorsac S.A.C

Tipo	Equipo	Fallo funcional	Evaluación				Tarea propuesta	Controlado por
			S	O	D	NPF		
Extracción de sacarosa	Molino I	Rotura de peine superior	9	8	8	576	Verificar visualmente estado de la bocina. Mejorar capacitación.	Área de mantenimiento
		Rotura de puño de maza bagacera	7	6	7	294	Realizar un análisis de sonido y vibraciones	Área de mantenimiento
		Rotura de pernos y piñones	7	7	6	294	Verificar visualmente estado de pernos y piñones	Área de mantenimiento
		Desgaste de cuchilla central(Virador)	8	6	7	336	Supervisar que no exista sobrecarga de caña	Área de mantenimiento
		Desgaste de la plancha lateral del chute	8	9	6	432	Supervisar que no exista sobrecarga de caña	Área de mantenimiento
		Ruptura de la cadena de transmisión	8	6	6	288	Supervisar que no exista sobrecarga de caña	Área de mantenimiento
		Desacoplamiento del bronce	6	6	5	180	Verificar visualmente estado del broce	Área de mantenimiento
		Salida de la cadena de transmisión del molino	7	5	6	210	Supervisar que no exista sobrecarga de caña	Área de mantenimiento
		Ruptura de diente en la masa	7	6	6	252	Verificar el estado de diete de la maza	Área de mantenimiento

Continuación de tabla 25

Exceso de vibración durante su funcionamiento.	8	5	5	200	Ejecutar pruebas de análisis, vibraciones y capacitación.	Área de mantenimiento
Desgaste de rodamientos.	5	6	3	90	Capacitar y Supervisar	Área de mantenimiento
Disparo de protecciones del motor eléctrico.	5	4	7	140	Efectuar pruebas de aislamiento, capacitar y limpieza superficial del motor.	Área de mantenimiento
Desalineamiento de eje (motor – reductor)	6	4	5	120	Comprobar estado de pernos, capacitar.	Área de mantenimiento
Perdida de velocidad en el eje de salida del reductor debido a desgaste en elementos internos(dientes y rodamientos)	5	4	3	60	Supervisar, capacitar y comprobar fugas, verificar estado de la bomba eléctrica de arranque.	Área de mantenimiento
Perdida de velocidad en el eje de salida del reductor debido a desgaste en elementos internos (dientes y rodamientos).	5	5	4	100	Muestrear el estado del aceite, capacitación, Drenar y rellenar, Comprobar que no existan fugas en el reductor.	Área de mantenimiento
Desalineamiento de eje (motor-reductor).					Verificar apriete de pernos,	Área de mantenimiento
Rotura de cadena de arrastre.	8	8	7	448	Verificar estado de las cadenas y programar sustitución	Área de mantenimiento
Rotura de sprockets.	7	8	7	448	Comprobar estado perfil dientes de sprockets.	Área de mantenimiento

Continuación de tabla 25





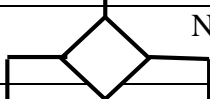


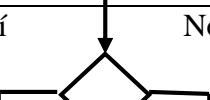
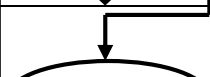
Soltura de pernos de ajuste del sprockets.	6	5	6	<b>180</b>	Verificar ajuste de pernos.	Área de mantenimiento
Rotura de plancha de chute	6	5	5	<b>150</b>	Verificar estado de plancha de chute	Área de mantenimiento
Desgaste de arrastrador	8	7	5	<b>280</b>	Supervisar y capacitar sobre lubricación	Área de mantenimiento
Ruptura del templador	7	6	5	<b>210</b>	Verificar estado del templador.	Área de mantenimiento
Descarrilamiento del donelly	8	7	7	<b>792</b>	Verificar el estado del donelly	Área de mantenimiento
Ruptura de plancha lateral del doenlly	7	5	6	<b>210</b>	Verificar estado de plancha lateral del donelly	Área de mantenimiento

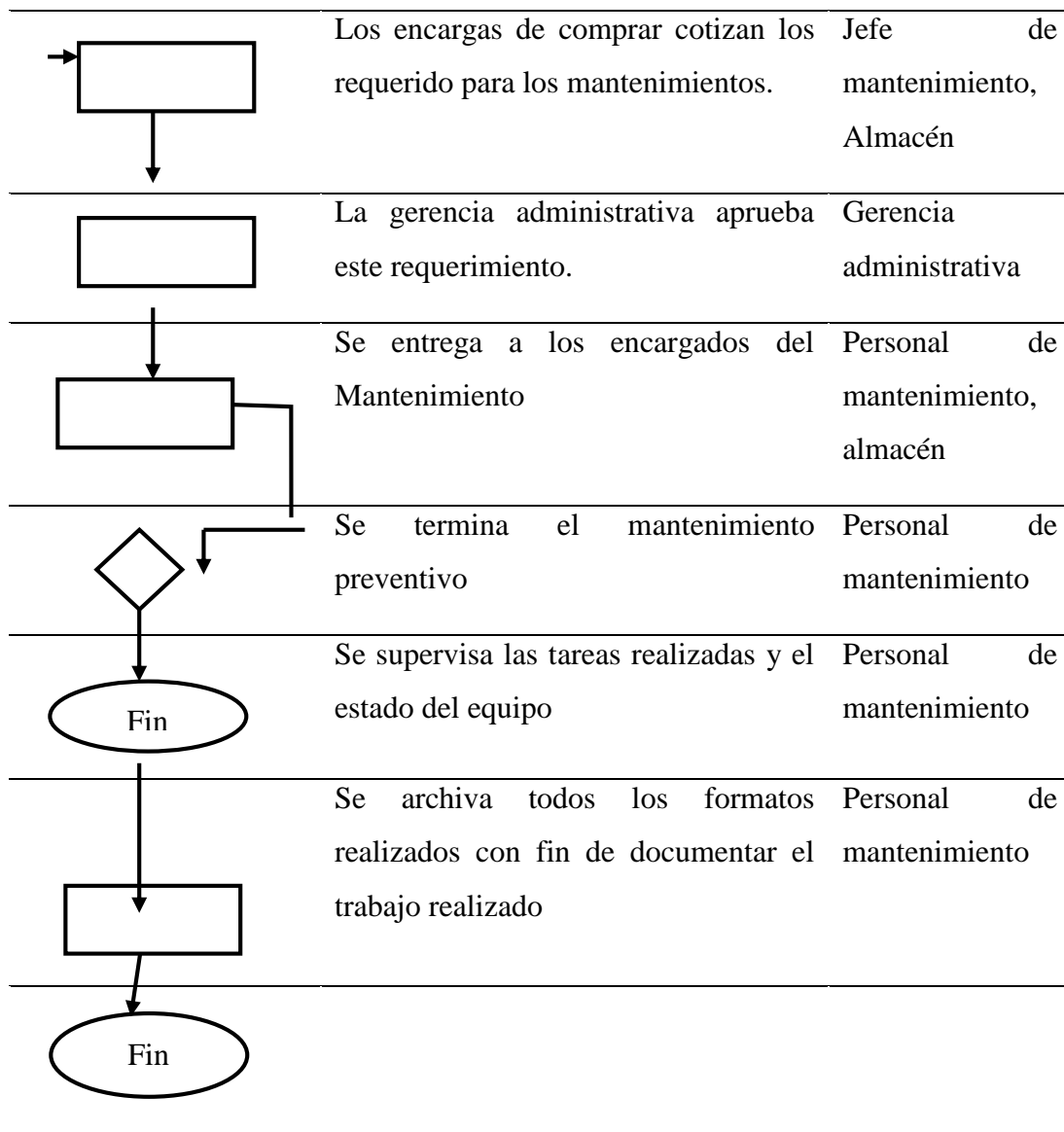
Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.7. Fase 7: “Agrupación de medidas preventivas”

Como primer punto se debe conocer las actividades u operaciones que se siguen en un mantenimiento. Como se muestra en la tabla 26.

**Tabla 26**  
Diagrama de flujo del mantenimiento preventivo RCM.

Diagrama de flujo	Descripción de la actividad	Responsable
	Ejecutar el cronograma de mantenimiento preventivo	Técnicos de mantenimiento
	Planificar los insumos, repuestos y personal para las actividades de mantenimiento	Jefe de mantenimiento
	Se comunica con el área de producción las fechas programadas para los mantenimientos	Jefe de mantenimiento/ supervisor de producción
	Se realizan los mantenimientos programados, supervisados por el área	Personal de mantenimiento
	¿Se requiere un repuesto o suministro?	
	Se termina el mantenimiento preventivo	Técnicos de mantenimiento
	Se requiere lo necesario con el área de almacén	Almacenero
	¿El repuesto se solicita al área de almacén?	
	Se culmina el mantenimiento preventivo	Personal de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Una vez conocido las operaciones que se siguen cuando se ejecuta un mantenimiento adecuado y ordenado, se procede a presentar las actividades que se debe desarrollar obligatoriamente a las máquinas. Vale precisar que se tiene en cuenta el periodo y el nivel de rigurosidad con que se debe ejecutar. Ver tabla 27 y 28.

### **3.3.8. Fase 8: “Implementación de los resultados”**

Una vez conocido las operaciones que se siguen cuando se ejecuta un mantenimiento adecuado y ordenado, se realizaran reuniones con el fin de detallar el plan de mantenimiento a ejecutar.

Las actividades ejecutadas estarán a cargo por la jefatura del área, quien tendrá la responsabilidad de planificar los recursos, repuestos, aceites y otros, así también coordinar con el área de Trapiche con el fin de planificar los mantenimientos y no causar paradas de producción en la empresa.

**Tabla 27**  
Plan de mantenimiento.

Equipo	Descripción De Actividades	Trabajo A Realizar	Periodo	Técnico Asignado	Materiales	Herramientas	Condición De La Maquina	Tiempo Aproximado	Observaciones
MOLINO 1,2,3,4,5- Donelly 1,2,3,4	Revisión general del motor de accionamiento	Revisar	Anual	Mecánico/Eléctrico	Trapos industriales	Juego de llaves, pistola termómetro infrarojo, otros	Maquina parada	1 día	
	Cambio de aceite al reductor de alta velocidad	Cambio	Anual	Mecánico	Trapos y guantes	Herramientas, aceite SAE	Maquina parada	2:30 h	
	Revisión general al reductor de alta velocidad	Revisar	Anual	Ayudante	Trapos y guantes	Juego de llaves, pistola termómetro infrarojo, otros	Maquina parada	1 día	
	Cambio de aceite al reductor de baja velocidad	Cambio	Anual	Mecánico	Trapos y guantes	Herramientas, aceite SAE	Maquina parada	2:30h	
	Revisión general al reductor de baja velocidad	Revisar	Anual	Ayudante	Trapos y guantes	Juego de llaves, pistola termómetro infrarojo, otros	Maquina parada	2h	
	Revisión de chumaceras de bronce.	Revisar	Trimestral	Soldador/Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 día	
	Revisión de las botellas hidráulicas.	Revisar	Semestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 día	
	Revisión de los raspadores de las mazas	Revisar	Trimensual	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	2:30 hr	

Continuación de tabla 27

Aceitado de chumaceras de bronce de las mazas.	Lubricación	Diario	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Aceite SAE	Maquina en movimiento	30 min
Limpieza de las tuberías de agua de refrigeración para las chumaceras de bronce.	Limpieza	Diario	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	30 min
Todas las tareas anteriormente.				Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas		
Lubricación de piñones de transmisión.	Lubricación	Diario	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Aceite SAE	Maquina en movimiento	30 hr
Inspección de los cueros hidráulicos.	Inspección	Diario	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1:30 min
Limpieza de tuberías de lubricación de las chumaceras de bronce.	Limpieza	Diario	Mecánico/Ayudante	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Aceite SAE	Maquina en movimiento	30 min
Limpieza del motor, reductores de alta y baja velocidad y del sistema de lubricación del reductor	Limpieza	Diario	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Aceite SAE	Maquina parada	1 hr
Todas las tareas anteriormente.		Semanal		Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas		
Comprobar el nivel de aceite adecuado en el reductor del donelly.	Inspección	Semanal	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	30 min
Inspección y lubricación de sprockets y de cadena de transmisión del donelly	Inspección y lubricación	Semanal	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	30 min



Continuación de tabla 27

Verificar la presión hidrostática de la botella hidráulica	Inspección	Semanal	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	30 min
Todas las tareas anteriormente.				Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas		
Inspeccionar las eslingas de transmisión del molino	Inspección	Mensual	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1:30 min
Inspección y lubricación de las chumaceras del donelly	Inspección y lubricación	Mensual	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	1 hr
Verificar tensión de la cadena de arrastre del donelly	Verificación	Mensual	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 hr
Limpieza del enfriador de aceite del reductor	Limpieza	Mensual	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Aceite SAE	Maquina parada	30 min
Inspección de acoplamiento flexibles de la bomba de aceite.	Inspección	Mensual	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 hr
Verificar el espacio adecuado del raspador y peine con respecto a las mazas	Verificar	Mensual	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 hr
Todas las tareas anteriormente.				Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas		
Toma de muestras del aceite de los reductores de alta y baja velocidad	Inspección	Trimestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	30 min
Reemplazar filtros de aceite.	Cambio	Trimestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	3 hr

Continuación de tabla 27

Verificar los canales de las mazas	Verificar	Trimestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	30 min
Cambio de raspador de bagazo en la maza	Cambio	Trimestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Raspador	Maquina parada	4 hr
Inspección de acoplamientos del motor con reductor de alta velocidad	Inspección	Trimestral	Eléctrico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	30 min
Verificar la alineación del motor, reductor de alta y reductor de baja inspección de polines del conductor metálico.	Verificar	Trimestral	Mecánico/Eléctrico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 hr
Todas las tareas anteriormente.				Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas		
Cambio del peine bagacera.	Cambio	Semestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Peine	Maquina parada	1 día
Reemplazar ejes de arrastre en el conductor donelly.	Reemplazo	Semestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 día
Cambio de bocina de bronce superior.	Cambo	Semestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, bocina de bronce	Maquina parada	5 hr
Verificar estructura del donelly.	Verificar	Semestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	1:30 hr
Reemplazar la chumacera de bronce del donelly.	Reemplazo	Semestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, chumacera de bronce	Maquina parada	1.5 día

Inspeccionar las mazas si es necesario reemplazar	Inspección	Semestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	1: 30 hr
Todas las tareas anteriormente		9 meses		Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas		
Reemplazar sprockests y cadena de transmisión del donelly	Reemplazo	9 meses	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	2 días
Cambio de bocina de bronce superior	Cambio	9 meses	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, bronce superior	Maquina parada	1 día
Verificar estructura del donelly	Verificar	9 meses	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	30 min
Reemplazar la chumacera de bronce del donelly.	Reemplazo	9 meses	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, bronce superior	Maquina parada	1.5 día
Inspeccionar las mazas y si es necesario reemplazar.	Inspección	9 meses	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	30 min
Revisión general del motor	Revisar	Anual	Mecánico/Eléctrico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 día
Cambio de aceite del motor	Cambio	Anual		Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Aceite SAE	Maquina parada	3 hr
Revisión general del conductor.	Revisar	Anual	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 día
Revisión y lubricación de chumaceras del eje motriz.	Revisar y lubricar	Bimestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Aceite SAE	Maquina en movimiento	4 hr

*Continuación de tabla 27*

Cambio de rodamientos.	Cambio	Anual	Ayudante	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina parada	1 día
Revisión de cadena de arrastre	Revisar	Trimestral		Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	1 hr
Revisión de arreadores tubulares.	Revisar	Trimestral	Mecánico	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas	Maquina en movimiento	1 hr
Revisión y lubricación de sprockets	Revisar y lubricar	Trimestral	Ayudante	Trapos y guantes	Juego de llaves, Herramientas, Aceite SAE	Maquina en movimiento	2 hr

Fuente: Elaboración propia.





Continuación de tabla 28

Verificar el espacio adecuado del raspador y peine con respecto a las mazas	M				M					M					M					M						M						
Todas las tareas anteriormente.					T					T					T					T						T						
Toma de muestras del aceite de los reductores de alta y baja velocidad					T					T					T					T						T						
Reemplazar filtros de aceite.					T					T					T					T						T						
Verificar los canales de las mazas					T					T					T					T						T						
Cambio de raspador de bagazo en la maza					T					T					T					T						T						
Inspección de acoplamientos del motor con reductor de alta velocidad					T					T					T					T						T						
Verificar la alineación del motor, reductor de alta y reductor de baja inspección de polines del conductor metálico.					T					T					T					T						T						
Todas las tareas anteriormente.										6 M																6 M						
Cambio del peine bagacera.										6 M																6 M						
Reemplazar ejes de arrastre en el conductor donelly.										6 M																6 M						
Cambio de bocina de bronce superior.										6 M																6 M						
Verificar estructura del donelly.										6 M																6 M						
Reemplazar la chumacera de bronce del donelly.										6 M																6 M						
Inspeccionar las mazas si es necesario reemplazar										6 M																6 M						





### 3.3.9. Fase 9 : “Seguimiento de control”

Se implementaran formatos de control para cada proceso de mantenimiento realizado y que a la gestión del mantenimiento en la empresa.

**Historial de mantenimiento:** Para realizar una mejora continua es necesario documentar la información para que sirva de análisis a posteriores mejoras y así poder digitarlo en la computadora para poder llevar una trazabilidad en los equipos.

EMPRESA ANORSAC S.A.C						
FICHA DE REGISTRO DEL HISTORIAL DE LA MAQUINARIA						
CODIGO:			MAQUINA:			
N° ORDEN:			FECHA:			
UBICACIÓN:			MARCA:			
Tipo de fallo	Problema	Acción correctiva	Repuestos	Mecánico	Tiempo	Observación

**Figura 40.** Ficha de control de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

**Ordenes de trabajo:** Para realizar una trazabilidad del proceso se necesita un documento en donde se pueda verificar las acciones y los repuestos.

AZUCARERA ANORSAC S.A.C			AREA DE MANTENIMIENTO	
FECHA:	CODIGO:	N° ORDEN DE TRABAJO:	TIPO DE MANTENIMIENTO:	
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA A REALIZAR:				
ORIGEN DE LA FALLA				
REPARACIONES O CONTROLES				
REPUESTOS PARA LA REPARACION				
TECNICOS INVOLUCRADOS			HORAS	
Firma de Técnico			Revisado y aprobado por:	

**Figura 41.** Formato para orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia

**Registro gasto de mantenimiento:** Con este registro se determina los costos de los repuestos de mantenimiento, con este se determina el gasto de mantenimiento sea preventivo o correctivo, además aporta a la gestión de la logística y mantenimiento.

ANORSAC S.A.C	REGISTRO DE GASTOS DE MANTENIMIENTO					Año:	
Orden de trabajo	Repuestos/Insumos Adquiridos	Costo	Horas hombre utilizados/Servicios contratados	Costo	Fecha	Costo total	
						Repuestos	Mano de obra

*Figura 42.* Formato para el registro de gastos de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

**Intervenciones:** Es un registro diario de actividades que se van a realizar y así poder supervisar al personal a cargo.

ANORSAC S.A.C	INTERVENCIONES					
	EQUIPO:			AÑO:		
Fecha:	N° de intervenciones	Tarea realizada	Tiempo de reparación	Tiempo de maquina parada	Repuesto cambiado	Realizado por

*Figura 43.* Formato para analizar las intervenciones de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

**Orden de repuesto y materiales de consumo:** Estos formatos se realizaran con la finalidad de retirar repuestos del almacén así sean consumibles como el aceite u otros y repuestos en sí, se llevara el procedimiento que involucra al personal de almacén y las jefaturas encargadas para que den el visto bueno de los retiros, así mismo el personal de almacén se quedara con unas copias de los formatos para llevar la trazabilidad de estos.

ORDEN DE REPUESTOS Y MATERIALES		
FECHA	RECIBIDO	
MAQUINA	TECNICO	
# DE ORDEN DE TRABAJO		
DESCRIPCION	CANTIDAD	
<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>TECNICO</b>	<b>JEFE INMEDIATO</b>	<b>RECIBIDO</b>

*Figura 44.* Formato para la orden de repuestos y materiales.  
Fuente: Elaboración propia.

**Ficha de ingreso a almacén:** Este formato permite controlar todos los repuestos que ingresan al almacén con el fin de monitorear y evitar roturas de stocks, posibles pérdidas o robos en el peor de los casos.

FICHA DE INGRESO A ALMACEN	
FECHA:	COMPRA:
PROVEEDOR:	DEVOLUCION:
# DE PEDIDO:	
DESCRIPCION	CANTIDAD
OBSERVACIONES:	
ENTREGADO POR	RECIBIDO POR

**Figura 45.** Formato de ficha de ingreso a almacén

Fuente: Elaboración propia.

**Órdenes de compra:** Es formato se realizara cada vez que se necesite comprar algún repuesto que no se tenga en stock en el almacén y aportara a la gestión logística y de mantenimiento en temas de trazabilidad.

Anorsac S.A.C	Orden de compra		Fecha:	
Elemento	Material	Cantidad	Características	Proveedor

**Figura 46.** Formato para orden de compra

Fuente: Elaboración propia.

### Registro de gastos de mantenimiento

Este registro permitirá llevar el control de los mantenimientos, supervisarlos y poder tomar medidas correctivas para la mejora de la gestión de mantenimiento

Anorsac S.A.C	REGISTRO DE GASTOS DE MANTENIMIENTO					Año:	
Orden de trabajo	Repuestos/Insumos Adquiridos	Costo	Horas hombre utilizados/Servicios contratados	Costo	Fecha	Costo total	
						Repuestos	Mano de obra

*Figura 47.* Formato de registro de gastos de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.4. Situación de la eficiencia mejorada

Primero para proyectar la eficiencia mejorada, analizado las aplicaciones de la propuesta de mejora en el área de trapiche con el nuevo plan de mantenimiento podemos proyectar los nuevos indicadores de la gestión de mantenimiento y la eficiencia

#### 3.2.4.1 Calculo de la eficiencia mejorada del área de trapiche

Obtenemos una nueva producción con la reducción de paradas por fallas correctivas y este dato importante lo utilizaremos para el cálculo de la eficiencia

**Tabla 29**

Datos referenciales de producción

<b>Datos</b>	<b>Descripción</b>
Molienda por día	570
Horas laborables	19 Horas/Día
Molienda por hora	30 Tn/Hr
Consumo de caña por día	598.5
Consumo de caña por día	31.5

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29 Esta tabla es un cuadro referencial que nos indican los ratios de producción que se tienen en la empresa el cual nos servirá más adelante para calcular nuestra eficiencia.

**Tabla 30**

Tiempos de parada proyectados con la mejora

Meses	Tiempo de parada	Tiempo de parada
	Antes (Horas)	Proyectada (Horas)
Julio	80	55
Agosto	80	55
Septiembre	75	54
Octubre	78	52
Noviembre	74	53
Diciembre	72	51
<b>TOTAL</b>	<b>459</b>	<b>320</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la nueva eficiencia, entonces se tiene en cuenta las horas de parada del área de trapiche que se mejora con la propuesta y se calcula de la misma manera que la anterior eficiencia del área.

**Tabla 31**

Eficiencia de la molienda proyectada con la propuesta

MES	Molienda	Molienda	Eficiencia
	Proyectada (Toneladas)	Real (Toneladas)	
JULIO	13,680.00	11,966	87%
AGOSTO	13,680.00	11,966	87%
SEPTIEMBRE	14,250.00	12,643	89%
OCTUBRE	14,820.00	13,149	89%
NOVIEMBRE	13,680.00	12,094	88%
DICIEMBRE	13,110.00	11,567	88%

Fuente: Elaboración propia.

La nueva eficiencia en relación a la maquinaria del área de trapiche es de 88% en promedio en un periodo semestral, quiere decir que nuestra propuesta de mantenimiento es óptima ya que mejoro este indicador notablemente.

**Tabla 32**

Eficiencia para el bagazo proyectada con la propuesta

MES	Molienda (Toneladas)	Bagazo (Proyectado)	Bagazo (Real)	Eficiencia
JULIO	12,030.00	3,007.50	2,466.15	82%
AGOSTO	12,030.00	3,007.50	2,466.15	82%
SEPTIEMBRE	12,642.86	3,160.71	2,591.79	82%
OCTUBRE	13,260.00	3,315.00	2,718.30	82%
NOVIEMBRE	12,094.29	3,023.57	2,479.33	82%
DECIEMBRE	11,567.14	2,891.79	2,371.26	82%

Fuente: Elaboración propia.

La nueva eficiencia en relación al bagazo obtenido del área de trapiche es de 82% en promedio en un periodo semestral ya que se está aprovechando el uso de la capacidad de la planta y se está moliendo más cantidad de caña en la empresa.

Entonces para obtener los nuevos indicadores de la gestión del mantenimiento utilizamos las mis formulas pero con los nuevos datos proyectados con la propuesta, que se detallan a continuación.

**Tabla 33**

Datos para el desarrollo de los indicadores de mantenimiento de los equipos críticos del área de trapiche proyectados con la propuesta.

Sistema/Equipo	Frecuencia de fallas	Tiempo total para reparar	Tiempo programado producción(Horas)	Tiempo sin operación
MOLINO 1	83	239	2774	1703
CONDUCTOR DONELLY 3	81	233	2774	1703
MOLINO 5	79	231	2774	1703
CONDUCTOR DONELLY 1	79	229	2774	1703
MOLINO 3	78	229	2774	1703
DONELLY 4	75	228	2774	1703
MOLINO 4	75	225	2774	1703
MOLINO 2	72	222	2774	1703
CONDUCTOR DONELLY 2	72	222	2774	1703



Se toma en cuenta los nuevos datos proyectados que ocasiona una gestión de mantenimiento con un plan elaborado en función al RCM para optimizar el área, estos datos se tomaron en cuenta en coordinación con los encargados del área y técnicos para poder proyectar los nuevos valores.

Entonces para a continuación se calculan los nuevos indicadores de mantenimiento para el área de Trapiche de la empresa Anorsac S.A.C

**Tabla 34**  
Indicadores de mantenimiento de los equipos críticos del área de trapiche.

<b>Sistema/Equipo</b>	<b>Tiempo medio hasta el fallo TPEF(horas)</b>	<b>Tiempo medio para reparar TPDR(horas)</b>	<b>Disponibilidad</b>
<b>MOLINO 1</b>	30.42	2.87	<b>91%</b>
<b>CONDUCTOR DONELLY 3</b>	31.54	2.90	<b>92%</b>
<b>MOLINO 5</b>	32.24	2.92	<b>92%</b>
<b>CONDUCTOR DONELLY 1</b>	32.26	2.90	<b>92%</b>
<b>MOLINO 3</b>	32.72	2.94	<b>92%</b>
<b>CONDUCTOR DONELLY 4</b>	33.95	3.04	<b>92%</b>
<b>MOLINO 4</b>	33.99	3.00	<b>92%</b>
<b>MOLINO 2</b>	35.33	3.08	<b>92%</b>
<b>CONDUCTOR DONELLY 2</b>	35.33	3.08	<b>92%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se observa la disponibilidad luego de realizar el análisis de los equipos críticos y aplicar el método del RCM en estos se obtiene una disponibilidad mayor al 92% esto es gracias al desarrollo de la gestión de mantenimiento que aporta a la disminución de paradas por mantenimientos correctivos.

Además al realizar la gestión de mantenimiento se proyecta un aumento en la eficiencia en el área de trapiche de 5%, esto ocurre por la disminución de las fallas repentinas y el aumento de la disponibilidad de los equipos críticos en el plazo de 6

meses proyectados, con esto se aprovecha en la molienda al máximo la extracción de jugo de la caña y el bagazo obtenidos del proceso de extracción.

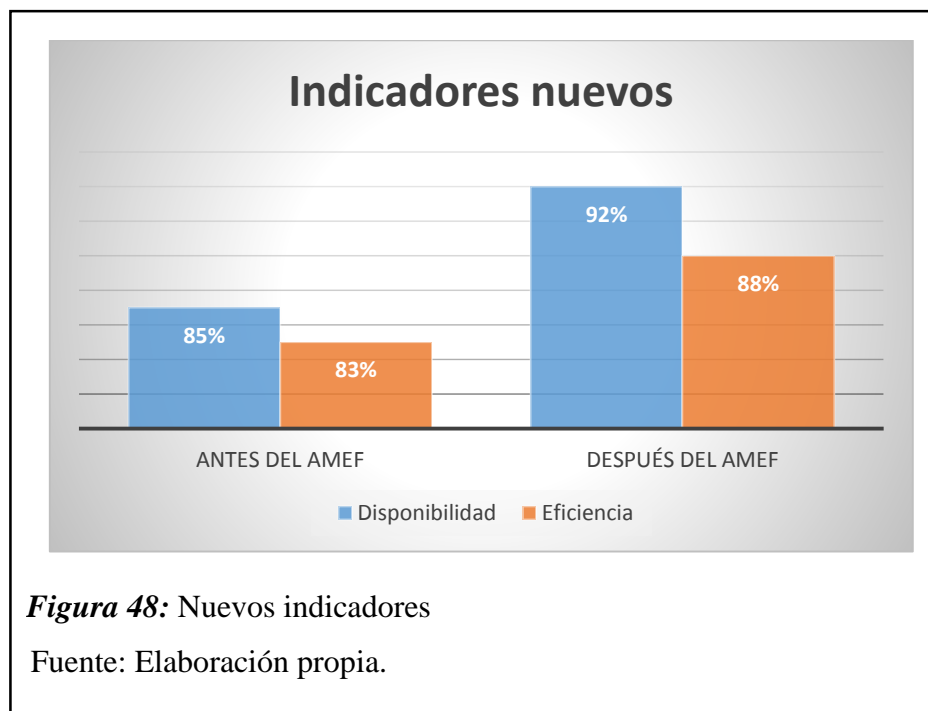
**Tabla 35**

Comparación de indicadores de mantenimiento antes y después de la propuesta.

Indicadores	Antes del AMEF	Después del AMEF
Disponibilidad	85%	92%
Eficiencia	83%	88%

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa luego de aplicar la herramienta del RCM en el área de trapiche se obtienen nuevos indicadores de eficiencia y disponibilidad mayor en 5% en ambos caso ya que se garantiza un mayor uso de la capacidad de la planta que se demuestra en la molienda.



**Figura 48:** Nuevos indicadores

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Beneficio – costo de la propuesta con respecto a la gestión del mantenimiento basado en RCM.

Habiendo ya propuesto la gestión de mantenimiento, para la empresa ANORSAC S.A.C, de tal manera que mejora la eficiencia, se procederá a realizar el análisis beneficio costo de la propuesta. Para ello se debe determinar los costos de inversión para la implementación del proyecto, así como los costos de ejecución anual y los costos de materiales necesarios para el mantenimiento y se compara con los costos incurridos bajo el sistema actual.

- **Costos anual de los materiales y repuestos para la gestión del plan de mantenimiento preventivo del área de trapiche**

**Tabla 36**  
Costos de mantenimiento preventivo.

EQUIPO	FALLA	TIPO DE OPERACIÓN	REPUESTO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTOS UNITARIO DE REPUESTOS	COSTO DE MANO DE OBRA	SUBTOTAL
MOLINO 1	DESGASTE DE CUCHILLA	CAMBIO	CUCHILLA	1	PZA	S/ 1,822.00	S/ 240.00	S/ 2,062.00
	CAMBIO PUENTE	CAMBIO	PUENTE	1	PZA	S/ 2,500.00	S/ 120.00	S/ 2,620.00
	CAMBIO DE PERNOS CUCHILLA CENTRAL	CAMBIO	PERNOS DE CUCHILLA CENTRAL	2	PZAS	S/ 1,150.00	S/ 120.00	S/ 2,420.00
	RECUPERAR DIENTES DE LAS MAZAS	RECUPERAR	SOLDADURA FERROCOR U 5/32"	100	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 1,540.00

		RECUPERAR	SOLDADURA CELLOCOR 5/32"	80	KG	S/ 13.90	S/ 240.00	S/ 1,352.00
		RECUPERAR	SOLDADURA FERROCOR U 1/8"	100	KG	S/ 13.90	S/ 240.00	S/ 1,630.00
CONDUCTOR DONELLY 3	CAMBIO DE CADENA DONELLY N° 2	CAMBIO	CADENA DESARMABLE RC 120 PASO DE 1 1/2"	13	PIES	S/ 105.00	S/ 240.00	S/ 1,605.00
MOLINO 5	CAMBIO DE BRONCES PARA MAZAS	CAMBIO	BRONCE	8	PZAS	S/ 360.00	S/ 300.00	S/ 3,180.00
	RECUPERAR DIENTE	RECUPERAR	SOLDADURA FERROCOR U 5/32"	100	KG	S/ 13.90	S/ 240.00	S/ 1,630.00
		RECUPERAR	SOLDADURA TENACITO 5/32"	80	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 1,280.00
		RECUPERAR	SOLDADURA SUPERCITO 5/32"	80	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 1,120.00
	CAMBIO DE FAJAS MOTO REDUCTOR	CAMBIO	FAJAS 4V 1400	4	PZAS	S/ 700.00	S/ 300.00	S/ 3,100.00
	CAMBIO DE BRONCE EJE CUARTA MAZA	CAMBIO	BRONCE	2	PZAS	S/ 360.00	S/ 300.00	S/ 1,020.00

	RECUPERAR	RECUPERAR	SOLDADURA	50	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 890.00
	PIÑÓN		TENACITO					
ALIMENTACIÓN	RECUPERAR		SOLDADURA	50	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 890.00
FORZADA			SUPERCITO					
	RECUPERAR		SOLDADURA	80	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 1,280.00
			SUPERCITO					
ENGRASE A	ENSAGRE		SKF	5	KG	S/ 110.00	S/ 120.00	S/ 670.00
RODAMIENTOS								
EJE DE								
TRASMISIÓN								
CAMBIO DE	CAMBIO		CUCHILLA	1	PZA	S/ 1,822.00	S/ 240.00	S/ 2,062.00
CUCHILLA								
CAMBIO DE	CAMBIO		ACEITE # 320	55	GAL	S/ 30.00	S/ 120.00	S/ 1,770.00
ACEITE AL								
REDUCTOR								
CONDUCTOR	CAMBIO DE	CAMBIO	CADENA	13	PIES	S/ 105.00	S/ 240.00	S/ 1,605.00
DONELLY 1	CADENA		DESARMABLE					
	DONELLY							
MOLINO 3	RECUPERAR	RECUPERAR	SOLDADURA	100	KG	S/ 13.90	S/ 240.00	S/ 1,630.00
	DIENTE		FERROCOR U					
			5/32"					
		RECUPERAR	SOLDADURA	60	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 1,020.00
			TENACITO					
			5/32"					
		RECUPERAR	SOLDADURA	60	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 1,020.00
			SUPERCITO					
			5/32"					

	CAMBIO DE PIÑON DE ATAQUE REDUCTOR	CAMBIO	PIÑON	1	PZA	S/ 1,000.00	S/ 300.00	S/ 1,300.00
	CAMBIO DE FAJAS MOTO REDUCTOR	CAMBIO	FAJAS 4V 1400	4	PZAS	S/ 700.00	S/ 300.00	S/ 3,100.00
	CAMBIO DE ACEITE AL REDUCTOR	CAMBIO	ACEITE # 320	55	GAL	S/ 30.00	S/ 120.00	S/ 1,770.00
	CAMBIO DE PERNOS TRANSVERSALES VIRGENES	CAMBIO	EJE ACERADOR 1045 DIAMETRO 2 1/2" X 6MTS	1	PZAS	S/ 605.00	S/ 300.00	S/ 905.00
	CAMBIO DE BANCADAS VIRGENES	CAMBIO	EJE ACERADOR 1045 DIAMETRO 2 X 6MTS	1	PZAS	S/ 500.00	S/ 300.00	S/ 800.00
CONDUCTOR DONELLY 4	CAMBIO DE CADENA DONELLY	CAMBIO	CADENA DESARMABLE RC 120 PASO DE 1 1/2"	13	PIES	S/ 95.00	S/ 240.00	S/ 1,475.00
MOLINO 4	CAMBIO DE BRONCES	CAMBIO	BRONCE	8	PZAS	S/ 360.00	S/ 300.00	S/ 3,180.00
	RECUPERAR DIENTE	RECUPERAR	SOLDADURA FERROCOR	100	KG	S/ 13.90	S/ 240.00	S/ 1,630.00
		RECUPERAR	SOLDADURA TENACITO	80	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 1,280.00

	RECUPERAR	SOLDADURA SUPERCITO	80	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 1,280.00
	CAMBIO DE FAJAS MOTO REDUCTOR	CAMBIO FAJAS 4V 1400	4	PZAS	S/ 700.00	S/ 300.00	S/ 3,100.00
	CAMBIO DE BRONCE EJE CUARTA MAZA	CAMBIO BRONCE	2	PZAS	S/ 360.00	S/ 300.00	S/ 1,020.00
	RECUPERAR PIÑÓN ALIMENTACIÓN	RECUPERAR SOLDADURA TENACITO 5/32"	50	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 890.00
	FORZADA	RECUPERAR SOLDADURA SUPERCITO	50	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 890.00
		RECUPERAR SOLDADURA SUPERCITO	80	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 1,280.00
	ENGRASE RODAMIENTOS EJE DE TRASMISIÓN	ENSAGRE SKF	5	KG	S/ 110.00	S/ 120.00	S/ 670.00
	CAMBIO DE CUCHILLA	CAMBIO CUCHILLA	1	PZA	S/ 1,822.00	S/ 240.00	S/ 2,062.00
	CAMBIO DE ACEITE AL REDUCTOR	CAMBIO ACEITE # 320	55	GAL	S/ 30.00	S/ 120.00	S/ 1,770.00
MOLINO 2	CAMBIO DE BRONCES	CAMBIO BRONCE	8	PZAS	S/ 360.00	S/ 300.00	S/ 3,180.00
	CAMBIO DE CUCHILLA	CAMBIO CUCHILLA	1	PZA	S/ 1,822.00	S/ 240.00	S/ 2,062.00

	CAMBIO DE FAJAS MOTO REDUCTOR	CAMBIO	FAJAS 4V 1400	4	PZAS	S/ 700.00	S/ 300.00	S/ 3,100.00
	CAMBIO DE CADENA	CAMBIO	CADENA DESARMABLE	9	PIES	S/ 360.00	S/ 240.00	S/ 3,480.00
	CAMBIAR BRONCES DE TRASMISIÓN CATALINA	CAMBIO	BRONCES	4	PZAS	S/ 360.00	S/ 300.00	S/ 1,740.00
	RECUPERAR DIENTE	RECUPERAR	SOLDADURA TENACITO	80	KG	S/ 13.00	S/ 300.00	S/ 1,340.00
		RECUPERAR	SOLDADURA SUPERCITO	50	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 890.00
		RECUPERAR	SOLDADURA SUPERCITO	50	KG	S/ 13.00	S/ 240.00	S/ 890.00
CONDUCTOR DONELLY 2	CAMBIO DE CADENA DONELLY	CAMBIO	CADENA DESARMABLE	13	PIES	S/ 105.00	S/ 240.00	S/ 1,605.00

Fuente: Anosac S.A.C

El costo total de los mantenimientos correctivos más frecuentes en los equipos críticos del are de trapiche de la empresa ANORSAC es igual a S/. 63,646.00.



### 3.4.1. Costo de inversiones estimadas para la gestión de mantenimiento.

Primero se detallaran los costos que incurren al realizar esta propuesta con el funcionamiento de la gestión de mantenimiento aplicando el RCM en Anorsac S.A.C. ya que está identificado que aumenta la eficiencia de la fábrica. Para realizar dicho presupuesto nos apoyamos de los colaboradores implicados en la gestión de mantenimiento de la empresa, el resumen de los costos por mantenimiento preventivo.

#### 3.4.1.1. Acondicionamiento del taller de mantenimiento

Para esta remodelación se estima un costo de 13,400. En la tabla 37 se detalla los costos para acondicionar el taller.

**Tabla 37**

Equipo y herramientas para el acondicionamiento del taller

<b>Equipos/herramientas para el área de mantenimiento</b>	<b>Precio en Soles.</b>
Compra de 3 estantes para el taller	S/ 3,000.00
Multímetro digital capacidad de frecuencia M900 g	S/ 850.00
Pistola termómetro infrarrojo medidor de temperatura laser	S/ 1,600.00
Pinza perimétrica fluke 902	S/ 1,150.00
Tres cajas de herramientas llaves básicas para los técnicos	S/ 3,300.00
Una mesa de metal para la reparación de equipos	S/ 1,800.00
Un torquimetro profesional 80- 250 FT/LB – Stanley	S/ 500.00
Una impresora	S/ 1,200.00
<b>Total</b>	<b>S/ 13,400.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Se detallan los equipos y herramientas básicas para el área de mantenimiento del área de trapiche.

### 3.4.1.2. Reordenamiento del almacén

Es necesario trabajar en el orden y caracterización del almacén de mantenimiento ya que no se cuenta y se estará comprando anaqueles que se detallaran más adelante y esto aportara a la reducción de tiempos perdidos por no tener el orden suficiente, también se realizara la compra de un stock de seguridad para los suministros (soldadura, pernos, etc.), con la finalidad de ahorrar tiempos de espera.

### 3.4.1.3. Capacitaciones y Software

Entonces se realizara un costo por un software el que aporte en la gestión de mantenimiento y la optimización de recursos, además se utilizara dinero en capacitar al personal operativo y de gestión del área en S/. 4000 por estos detalles.

<b>Inversión tangible</b>	
<b>Requerimiento</b>	<b>Costo</b>
Acondicionamiento del taller	S/ 13,400.00
Reordenamiento del almacén	S/ 4,000.00

<b>Inversión intangible</b>	
<b>Requerimiento</b>	<b>Costo</b>
Capacitaciones para el plan de mantenimiento	S/ 1,000.00
Software	S/ 8,000.00

Fuente: Elaboración propia

**Figura 49.** Costos de inversión estimados

**Tabla 38**

<b>Descripción</b>	<b>Costo por mantenimiento (Soles/año)</b>
Total por materiales	S/ 63,646.00
Total por servicios	S/ 3,000.00
<b>Total por materiales y servicios</b>	<b>S/ 66,646.00</b>

**3.4.1.4. Inversiones para la propuesta de mejora.**

A continuación se presenta en la tabla 39, las inversiones actuales que se necesitan para los equipos del área de extracción trapiche

**Tabla 39**

Inversiones para la propuesta.

<b>Activos fijos</b>	<b>Valor total (Soles)</b>
Inversión para disminuir las paradas de planta. (Plan de mantenimiento).	S/ 1,000.00
Inversión por capacitación de personal	S/ 1,500.00
Inversión por equipos para el área de mantenimiento	S/ 13,400.00
Acondicionamiento de almacén	S/ 4,000.00
Software o ERP	S/ 8,000.00
<b>Total</b>	<b>S/ 27,900.00</b>

Entonces para calcular en beneficio costo de la propuesta de una gestión de mantenimiento tenemos que calcular con el apoyo de la empresa Anorsac S.A.C que nos brindó el costo de producción por hora y el tiempo de parada de línea del área de trapiche, que se detallan en la tabla 40.

**Tabla 40**

Resumen de ahorro en soles por paradas de mantenimiento correctivo.

Meses	Tiempo	Tiempo de	Costo por		Costo perdido		Costo perdido	
	de parada	parada						
	Antes	Proyectada	hora de	por producción	Antes (Soles)	Después (Soles)		
	(Horas)	(Horas)	producción					
Enero	98	41	S/ 210.00	S/ 20,580.00	S/ 8,575.00			
Febrero	97	40	S/ 210.00	S/ 20,370.00	S/ 8,487.50			
Marzo	97	40	S/ 210.00	S/ 20,370.00	S/ 8,487.50			
Abril	95	40	S/ 210.00	S/ 19,950.00	S/ 8,312.50			
Mayo	95	40	S/ 210.00	S/ 19,950.00	S/ 8,312.50			
Julio	80	36	S/ 210.00	S/ 16,800.00	S/ 7,636.36			
Agosto	80	55	S/ 210.00	S/ 16,800.00	S/ 11,550.00			
Septiembre	75	54	S/ 210.00	S/ 15,750.00	S/ 11,250.00			
Octubre	78	52	S/ 210.00	S/ 16,380.00	S/ 10,920.00			
Noviembre	74	53	S/ 210.00	S/ 15,540.00	S/ 11,100.00			
Diciembre	72	51	S/ 210.00	S/ 15,120.00	S/ 10,800.00			
<b>TOTAL</b>	<b>941</b>	<b>502</b>		<b>S/ 197,610.00</b>	<b>S/ 105,431.36</b>			

### 3.4.1.5 Costos de producción

El tiempo en horas del retraso de la producción solos tiempos para reparar (TTR)

$$TTR_{actual} = \frac{n}{l=1} = TTR = 941 \frac{Horas}{Año}$$

Donde TTR actual: Tiempo en retraso de producción anual (Hrs/año)

La empresa Anorsac S.A.C nos brindó el costo de producción de la empresa ANORSAC S.A.C, es de 210 soles /hora. Por lo tanto el costo anual en pérdidas por producción será:

$$C_{perdidas\ produccion\ actual} = 941 \frac{Hr}{año} * 210 \frac{Soles}{hr} = 197,610 \text{ Soles/año}$$

Con la mejora de esta tesis solo se perderían 502 Horas/año por mantenimiento preventivo, por lo tanto el costo de producción en pérdidas en mejora sería:

$$C_{perdidas\produc\proyec} = 502 \text{ Hr/año} * 210 \text{ soles/horas} = 105,431 \text{ Soles /año}$$

Por lo tanto el beneficio seria la resta de estos dos costos.

$$Beneficio\ 1 = C_{ppa} - C_{ppm} - C_{mantenimiento}$$

$$Beneficio\ 1 = 197,610 \frac{\text{soles}}{\text{año}} - 105,431 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

$$Beneficio\ 1 = 92,178 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

**Tabla 41**

Resumen de ahorro por mantenimientos anuales en la propuesta

Resumen de ahorro	Costo
Mantenimiento preventivo con la propuesta	S/ 63,646.00
Mantenimiento correctivo actual	S/ 136,838.90
<b>Ahorro total</b>	<b>S/ 73,192.90</b>

Por lo tanto el beneficio seria la resta de los mantenimientos correctivos anuales y los mantenimientos preventivos con la propuesta realizada.

$$Beneficio\ 2 = C_{mc} - C_{mp}$$

$$Beneficio\ 2 = 136,838 \frac{\text{soles}}{\text{año}} - 63,646 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

$$Beneficio\ 2 = 73,192 \frac{\text{soles}}{\text{año}}$$

Para el cálculo del costo beneficio se compara los costos de mantenimiento de la propuesta con el beneficio

$$\frac{B}{C} = \frac{92,178 + 73,192}{66,646 + 27,900} = 1.75$$

El resultado fue de 1.75, esto quiere decir que por 1 nuevo sol invertido se obtiene la ganancia de 0.75 soles, por lo tanto se puede decir que es un indicador óptimo para la propuesta de gestión de mantenimiento para el área de trapiche de la empresa ANORSAC S.A.C, es rentable.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 4.1. Conclusiones.

- a. Se diagnosticó la situación actual de la Gestión del Mantenimiento en el área de trapiche de la empresa Anorsac S.A.C, mediante la aplicación de las herramientas de diagnóstico como el Diagrama de Pareto y Ishikawa, gracias a estos se identificaron las principales causas que afectan a la eficiencia de la empresa, entre ellas la más importante la falta de mantenimiento preventivo, lo que como consecuencia genera las paradas de producción no programadas en el área de Trapiche.
- b. Se definieron las maquinas más críticas del área de trapiche utilizando la herramienta del ABC en función a las fallas repetitivas y sus tiempos de parada, además se identificaron los puntos críticos de la gestión que son: la falta de controles a las máquinas, la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, la falta de orden en el almacén, además no existen los formatos adecuados y la falta de un software que funcione como ERP para agilizar la gestión en la empresa Anorsac S.A.C.
- c. Se elaboró la propuesta para la gestión de mantenimiento utilizando la herramienta del RCM, donde obtuvimos el plan de mantenimiento que se adecue a la realidad de la empresa y con esto programar y gestionar las actividades de mantenimiento eficientemente donde obtuvimos un aumento de la eficiencia del área de trapiche del 4% y los indicadores de mantenimiento del 7%
- d. Se evaluó la propuesta económicamente, con el análisis beneficio costo de la propuesta, dando como resultado 1,75 lo que significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de S/. 0.75 nuevos soles.

## Recomendaciones

- a. Para el desarrollo de la mejora continua se recomienda involucrar a la directiva de la empresa y cargos funcionales para que se siga mejorando en beneficio mutuo.
- b. Se necesita retroalimentar el programa de mantenimiento es por eso que este indicador debe ser analizado constantemente ya que es un indicador variable.
- c. Ejecutar un plan de mantenimiento integral para los operarios de las máquinas y técnicos de estos con el propósito de fidelizar y concientizar al colaborador.
- d. Tomar en cuenta la opinión de los responsables de cada máquina, ya que ellos son los que mejor conocen el funcionamiento de estas. Esto conlleva a la participación activa.



## **REFERENCIAS.**

- Aguiar, L. y Rodríguez, H. (2014). *Análisis de modos y efectos de falla para mejorar la disponibilidad operacional en la línea de producción de gaseosas No.3*. (Tesis de pregrado). Universidad Libre de Colombia. Bogotá. Recuperado de <http://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7838/Doc%20Final%20Proyecto%20Armando%20y%20Leonardo%20sustentacion.pdf?sequence=1>
- Barrios, A., Ortiz, M. (2017). El mantenimiento en el desarrollo de la gestión empresarial. *Revista académica de economía*. 8(2), 1-21. Recuperado de: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ve/>
- Benítez, J. y Chávez, E. (2009). *Propuesta para mejorar la gestión del mantenimiento industrial en la empresa COVE RAMSA S.A de C.V.* (Tesis de Pregrado). Instituto Politécnico Nacional. México D.F. Recuperado de <http://tesis.ipn.mx/xmlui/handle/123456789/5780>
- Cabrera, J. y Araque, H. (2010). Mejoras al programa de mantenimiento de máquinas deslodadoras para la extracción de aceite de palma. *Ingeniería Mecánica* 13(3), 26-32. Recuperado de: [http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S18155944201000030004&lng=es&tlng=es](http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18155944201000030004&lng=es&tlng=es).
- Cáceres, A. (2015). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para la empresa FAGOMA S.A.C. Arequipa 2014*. (Tesis de Maestría). Universidad Católica de Santa María. Arequipa. Recuperado de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3634>
- Calderón, E. (2016). *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Perú. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8566>
- Castañeda, J. y Gonzales, K. (2016). *Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa Transportes Chiclayo S.A. Chiclayo*. (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo. Recuperado de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/2300>

- Cuatercasas, L. (2000). *Total Productive Maintenance*. Barcelona, España: Ediciones Gestión 2000, S.A.
- Diestra, J., Esquivel, P., Guevara, R. (2017). Programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad de la maquina con mayor criticidad. *Ingeniería Ciencia, tecnología e Innovación*, 4(1), 1-10. Recuperado de: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/530>
- Duffuaa, S., Raouf, A. y Campbell, J. (2010). *Sistemas de mantenimiento. Planificación y control*. México: Editorial Limusa.
- Fuentes, S. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard's S.A.C.* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo. Recuperado de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/3028>
- Garcés, M. (2011). *Una estrategia para apoyar el mantenimiento de generadores de vapor, mediante aplicación de mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC)*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. Recuperado de <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/1159>
- García, A. (2013). *Propuesta de implementación de mantenimiento predictivo en una empresa cementera en el sur del Perú, 2013*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santa María. Arequipa. Recuperado de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/2196>
- García, E. (2016). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en función de la criticidad de los mejores equipos del proceso productivo para mejorar la disponibilidad de la empresa UESFALIA ALIMENTOS S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Lima. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/10797>
- Gonzales, J. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C.* (Tesis de pregrado). Universidad

Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo. Recuperado de [tesis.usat.edu.pe/handle/usat/830](http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/830)

- Guevara, W., Valera, A. y Gómez, J. (2015). Metodología para evaluar el factor confiabilidad en la gestión de proyectos de diseño de equipos industriales. *Revista Tecnura*, 19(1), 129-141. DOI: <https://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.SE1.a11>
- Horna, D. (2016). *Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en la empresa "E.T.A.S.A.C"*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte Laureate International Universities. Trujillo. Recuperado de: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10791>
- León, A. (2016). *Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en el caldero de la empresa industrial Center Wash*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte Laureate International Universities. Trujillo. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/10232>
- LeRoy, M. R., y Meiners, R. E. (1988). *Microeconomía (3a. ed.)*. Recuperado de: <http://ebookcentral.proquest.com>
- Martínez, J. (2016). *Propuesta de sistema de gestión integral en mantenimiento para una empresa de maquinaria de línea amarilla*. (Tesis de pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola. Lima. Recuperado de <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/2586>
- Meléndez, G. y Rodríguez, J. (2016). *Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte pesado de la empresa "San Joaquín S.A.A" Pomalca – 2016*. (Tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán Recuperado de [repositorio.uss.edu.pe/xmlui/handle/uss/2311](http://repositorio.uss.edu.pe/xmlui/handle/uss/2311)
- Mora, L. (2009). *Mantenimiento, Planeación, Ejecución y control*. México D.F, México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Navarro, E. L., Pastor, T. A., y Mugaburu, L. J. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>

- Olarte, W., Botero, M. y Cañón, B. (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica*. 1(44), 354-356. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>
- Parra, C. y Crespo, M. (2016). *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos*. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=8xsnQ1aMg2gC&printsec=frontcover&source=gbg\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=8xsnQ1aMg2gC&printsec=frontcover&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Portilla, J. (2012). *Plan estratégico para mejorar la gestión institucional del Golf y Country Club de Trujillo – 2011*. (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Perú. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4442>
- Raffo, E. y Ruiz, E. (2005). Fronteras de eficiencias para operadores de decisiones. *Revista Industrial Data* (8)1, 77-82. Recuperado de: [www.redalyc.org/pdf/816/81680212.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/816/81680212.pdf)
- Rojas, R. (2014). *Gestión de mantenimiento para mejorar la eficiencia global de equipos en el área de molienda de San Fernando S.A.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/294>
- Ruiz, A. (2012). *Modelo para la implementación de mantenimiento predictivo en las facilidades de producción de petróleo*. (Tesis de maestría). Universidad Industrial de Santander. Colombia. Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/143006.pdf>
- SEAS, Estudios Superiores Abiertos. (2012). *Gestión del mantenimiento I*. Recuperado de: <http://www.fnmt.es/documents/10179/6076529/20151105+Documentacion+1/931c925e-bb51-450d-bb17-db70ff3a6524>
- Tandalla, D. (2017). *Análisis de criticidad de equipos para el mejoramiento del sistema de gestión de mantenimiento en la empresa de aluminios CEDAL*. (Tesis de maestría). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6574>
- Valencia, A. (2016). *Incremento de la eficiencia mediante la sincronización de la línea de envasado de la planta cervecera Backus de Cusco con el método DMAIC*. 2016.

(Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco. Perú. Recuperado de [http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/407/3/Astrid\\_Tesis\\_bachiller\\_2016.pdf.pdf](http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/407/3/Astrid_Tesis_bachiller_2016.pdf.pdf)

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L. y Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*. 21(1), 125-138. Recuperado de: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052013000100011](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052013000100011)

Yengle, E. (2016). *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en RCM para incrementar la rentabilidad en la operación Cerro Corona de la empresa San Martín Contratistas Generales S.A.* (Tesis de pregrado) Universidad Privada del Norte Laureate International Universities. Trujillo. Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10224?show=full>

Zambrano, E., Prieto, A. y Castillo, R. (2015). Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabima. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*. 17 (3), 495 – 511. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99342682008>

## **ANEXOS**



## AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Chiclayo, 16 de Abril del 2020

Sr. Jorge Plasencia Cuayla – Gerente general de la empresa de Azucarera del Norte S.A.C.

AUTORIZO: a la señorita Rentería Morales Omar Elías, con DNI: 73700423, bachiller de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la universidad Señor de Sipán, permiso para el recojo de información de la empresa de confecciones EMPRESA AZUCARERA DEL NORTE S.A.C que le sea conveniente en función de su trabajo de investigación, titulado: “GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA HERRAMIENTA RCM PARA MEJORAR SU EFICIENCIA EN LA LINEA DE EXTRACION DE TRAPICHE EN LA EMPRESA AZUCARERA DEL NORTE S.A.C., FERREÑAFE -2018”.

Por el presente, el que suscribe JORGE PLASENCIA CUAYLA gerente de la empresa, autorizo al autor del trabajo de investigación, al uso de que necesite su expediente técnico así como: Reportes de calidad, de mantenimiento, de producción, cálculos, entre otros reportes que se necesite exclusivamente para su elaboración de su trabajo de investigación.

Se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente,

ANORSAC S.A.C

JORGE PLASENCIA CUAYLA  
GERENTE GENERAL

Calle Principal: Car. Ferreñafe Nro. 12.6 (Km. 12.6 Carr. Ferreñafe)  
Teléfono fijo: 227570 - Celular: 922342129



Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto:.....CASTRO TORRES MELISSA.....

Grado Académico:.....*Ingeniería Industrial*.....

Cargo e Institución:..... JEFA DE GRADOS Y TITULOS –UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN.....

Nombre del instrumento a Validar:.....*Entrevista y encuesta*.....

Autor del instrumento:.....*Onna Elías Restrepo Morales*.....

Título del Proyecto de Tesis:.....*gestión de mantenimiento basado en la herramienta RCM para mejorar su eficiencia en la línea de extracción de Troopiche de la empresa ANORSA C - Kove*.....

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	D 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.				X
Suficiente	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				X
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.				X
Viabilidad	Es variable su aplicación.				X

**Valoración:**

Puntaje: (De 0 a 20).....*20*.....

Calificación: (De deficiente a muy bueno):.....*Muy bueno*.....

Observaciones:

.....  
.....

Fecha: *05-07-18*  
Firma: *Melissa Castro Torres*

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto:.....QUIROZ ORREGO CARLOS ALBERTO .....

Grado Académico: Magister .....

Cargo e Institución: Docente USS .....

Nombre del instrumento a Validar: Encuesta y entrevista .....

Autor del instrumento: Omar Elías Rentería Morales .....

Título del Proyecto de Tesis: Gestión de mantenimiento basado en la herramienta RCM para mejorar su eficiencia en la línea de extracción de trapiche en la empresa Anorsac Ferreñafe 2018.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno D 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.				X
Suficiente	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				X
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.				X
Viabilidad	Es variable su aplicación.				X

**Valoración:**

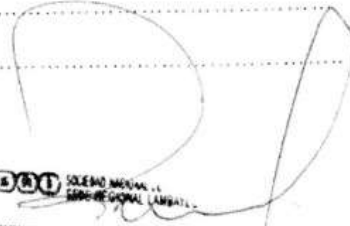
Puntaje: (De 0 a 20) 20 .....

Calificación: (De deficiente a muy bueno): muy bueno .....

Observaciones:

.....  
.....

Fecha: .....

Firma: 

**SAT** SOLENO MARCA S. R. L. SIBO-REGIONAL LAMBAYEQUE

Ing. Carlos Quiroz Orrego  
PRESIDENTE

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto:..... SUPO ROJAS DANTE GODOFREDO.....

Grado Académico:..... *Ingeniería Industrial* .....

Cargo e Institución:..... *DOCENTE USS* .....

Nombre del instrumento a Validar:..... *Encuestas y Entrevistas* .....

Autor del instrumento:..... *Oray Elías Rentería Mordles* .....

Título del Proyecto de Tesis:..... *Gestión de Mantenimiento basado en la herramienta PCN* .....

*para mejorar su eficiencia en la línea de extracción de Trapi che de la Empresa Anco*  
*Febrero 2018*

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	D 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.				X
Suficiente	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				X
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.				X
Viabilidad	Es variable su aplicación.				X

**Valoración:**

Puntaje: (De 0 a 20)..... *20* .....

Calificación: (De deficiente a muy bueno):..... *Muy Bueno* .....

Observaciones:

.....  
.....

Fecha:

Firma:



**Dante G. Supo Rojas**  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CIP. 2 151



