



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

**“Plan De Mantenimiento Para Mejorar La Producción En El
Área De Trapiche De La Azucarera Agropucala S.A.A.”**

Autor:

Gonzales Chamba José Martín

Asesor:

Aguinaga Paz Amado

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

**“Plan De Mantenimiento Para Mejorar La Producción En El
Área De Trapiche De La Azucarera Agropucala S.A.A.”**

Autor: **Gonzales Chamba José Martín**

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE : Msc. CHAMBERGO LARREA CARLOS AUGUSTO _____

SECRETARIO : Msc. DÁVILA HURTADO FREDY _____

MIEMBRO : Msc. VILLALOBOS CABRERA JONY _____

ASESOR : Msc. AGUINAGA PAZ AMADO _____

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS

TITULO

**“Plan De Mantenimiento Para Mejorar La Producción En El Área De Trapiche
De La Azucarera Agropucala S.A.A.”**

CONTENIDOS

CAPITULO I	: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
CAPITULO II	: MARCO TEÓRICO.
CAPITULO III	: MARCO METODOLÓGICO.
CAPITULO IV	: PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN
CAPITULO V	: PROPUESTA ECONOMICA
CAPITULO VI	: CONCLUSIONES.

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019

DEDICATORIA

*A mis padres José Antonio y Socorro Madeleine;
Por ser los promotores de mis sueños,
Gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas;
Por el amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que día a día
Se preocupaban en la vida de su único hijo.*

*En memoria de mi abuelito Numención Cruz Chamba Chininin;
Un hombre dedicado y luchador por su familia, una admirable persona
Que entrego todo por los que ama, quien fue mi pilar ejemplar.
Gracias a Dios por permitirme conocer a mi abuelo,
Gracias por poder vivir y disfrutar la vida a su lado; por sus enseñanzas
Gracias por creer en mí.*

*Gracias a mi abuelita materna María Eugenia
A mis abuelitos paternos: Lorenzo y Juana
A mis tíos y tías por su apoyo incondicional,
Por su amor, por sus consejos
Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes
Mi hermosa familia*

AGRADECIMIENTO

*Gracias Dios, por tu amor y bondad que no tienen fin,
Me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda;
Aprendo de mis errores y me doy cuenta de que los pones
En frente mío para mejorar como ser humano, y
Crezca de diversas maneras*

*Gracias a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica;
De la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Por permitirme formarme en ella, y por permitirme concretar este sueño.*

*A todos los docentes que ciclo a ciclo;
Me brindaron sus enseñanzas y experiencias, y así concluir
Exitosamente mi formación universitaria*

RESUMEN

La empresa AGROPUCALA S.A.A. cuenta con máquinas industriales dichos equipos son utilizados para trabajos que tienen el fin de producir los derivados de la caña de azúcar, tales como el alcohol y el azúcar. Debido a las fallas funcionales en los distintos equipos que existen dentro de la azucarera, estos equipos quedan inoperativos en sus horas programadas de trabajo, dichas a esas paradas imprevistas que no está permitido en la empresa. En el presente proyecto de investigación tiene por objetivo mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos pertenecientes al área de Trapiche de la azucarera, en donde se produce la extracción del jugo y sus posteriores derivados.

Se aplicó una metodología del mantenimiento basado en la confiabilidad, para realizar este trabajo se recopiló información de los siguientes formatos: Temperatura tomada a los equipos usando el Pirómetro, analizador de vibraciones marca SKF, base de datos del área de mantenimiento y trapiche de las unidades que presentan mayores fallas. Gracias al mantenimiento basado en la confiabilidad se pudo obtener estrategias para la mejora del área de trapiche de la azucarera AGROPUCALA SAA. Después de haber aplicado esta metodología se consiguió una mejora de la producción.

Palabras claves: Confiabilidad, Mantenimiento, Trapiche

ABSTRACT

The company AGROPUCALA S.A.A. It has industrial machines such equipment is used for jobs that have the purpose of producing sugarcane derivatives, stories such as alcohol and sugar. Due to the functional failures in the different equipment that exist within the sugar factory, these equipment are inoperative in their scheduled hours of work, different to those unexpected stops that are not allowed in the company. The objective of this research project is to improve the mechanical availability of equipment belonging to the sugar mill Trapiche area, where the extraction of the juice and its subsequent derivatives takes place.

A reliability based maintenance methodology was applied, to carry out this work, information was collected in the following formats: Temperature taken from the equipment using the Pyrometer, SKF brand vibration analyzer, database of the maintenance area and capture of the units that present major failures. Thanks to the maintenance based on reliability, strategies for the improvement of the sugar trap area AGROPUCALA SAA could be obtained. After applying this methodology an improvement in production will be necessary.

Keywords: Reliability, Maintenance, Trapiche

ÍNDICE

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XII
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1. Delimitación espacial	3
1.3.2. Delimitación temporal	3
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA TESIS	4
1.4.1. Justificación técnica	4
1.4.2. Justificación económica	4
1.4.3. Justificación académica	4
1.5. LIMITACIONES DE LA TESIS	5
1.6. OBJETIVOS DE LA TESIS.....	5
1.6.1. Objetivo general	5
1.6.2. Objetivos específicos.....	5
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS	6
2.2. DESARROLLO DE LA TEMÁTICA CORRESPONDIENTE AL TEMA DESARROLLADO.....	15
2.2.1. Trapiche	15
2.2.2. Confiabilidad.....	16

2.2.3. Estímulos económicos para la confiabilidad y la mantenibilidad	17
2.2.4. RCM en la industria	18
2.2.5. Elementos de un programa típico de confiabilidad	19
2.2.6. Producción	20
2.2.7. Bagazo	21
2.2.8. Cuarta maza	23
2.2.9. Caña de azúcar	23
2.2.10. Analizador de vibraciones	24
2.2.11. Pirómetro infrarrojo de banda ancha	26
2.2.12. Turbina de vapor	28
2.2.13. Desfibradora de caña	31
2.2.14. Molino de caña	31
2.2.15. Imbibición	33
2.2.16. Reductor renk zanini	34
2.2.17. Reductor engrane	35
2.2.18. Mantenimiento preventivo	36
2.2.19. Mantenimiento correctivo	37
2.2.20. Equipos en el área de trapiche	37
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	44
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	44
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y MUESTRA	44
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	46
3.4.1. Técnicas de investigación	46
3.4.2. Instrumentos de investigación	47
3.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.	47
3.5.1. Proceso del área de mantenimiento	48
3.6. HIPÓTESIS	59
3.6.1. Formulación del problema	59
3.6.2. Hipótesis general	59
3.7. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	60
3.7.1. El método: de investigación es inductivo	60
3.7.2. Técnicas	60

3.8. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS	61
3.9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	61
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACION.....	62
CAPITULO V: PROPUESTA ECONOMICA	64
5.1. SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS CRÍTICOS Y SU POSTERIOR CAMBIO	64
5.2. CAPACITACIÓN AL PERSONAL TÉCNICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	65
5.3. SELECCIÓN DE EQUIPOS CON ESTATUS REGULAR	66
5.4. TRABAJOS ADICIONALES PARA PROTECCIONES DE EQUIPOS	67
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA	70
ANEXOS	71

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Equipo fuera del área de trapiche	37
TABLA N° 2: Equipos dentro del área de trapiche.....	39
TABLA N° 3: Variables	44
TABLA N° 4: Indicadores.....	45
TABLA N° 5: Valores a tomar en cuenta durante la inspección con el analizador de vibraciones skf.....	50
TABLA N° 6: Engrase de los equipos de trapiche – cada 10 días	51
TABLA N° 7: Engrase de los equipos de trapiche – cada 15 días	53
TABLA N° 8: Engrase de los equipos de trapiche – cada 20 días	53
TABLA N° 9: Cambio de aceites de los equipos de trapiche – cada 20 días.....	54
TABLA N° 10: Cambio de aceites de los equipos de trapiche – cada 25 días.....	54
TABLA N° 11: Cambio de aceites de los equipos de trapiche – mensual	55
TABLA N° 12: Listado de estatus de los equipos inspeccionados del trapiche	56
TABLA N° 13: Selección de equipos críticos del trapiche	64
TABLA N° 14: Capacitación técnica	65
TABLA N° 15: Selección de equipos de estatus regular del trapiche.....	66
TABLA N° 16: Cotización de protectores parabólicos	67
TABLA N° 17: Cotización de trabajos adicionales	68

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: Analizador de vibraciones SKF	26
FIGURA N° 2: Pirómetro infrarrojo	27
FIGURA N° 3: Reductor renk zanini	34
FIGURA N° 4: Reductor engrane	35
FIGURA N° 5: Procedimiento de la investigación	47
FIGURA N° 6: Personal del área de mantenimiento.....	49
FIGURA N° 7: División porcentual del estatus de los equipos del trapiche.....	58
FIGURA N° 8: Plano de distribución del trapiche	71
FIGURA N° 9: Plano de conductor intermedio donelly's y molinos.....	72
FIGURA N° 10: Plano de grúas hilo 1 y 2	72
FIGURA N° 11: Plano mesa alimentadora n°1	72
FIGURA N° 12: Plano mesa alimentadora n°2	72
FIGURA N° 13: Conductor de caña n° 1	72
FIGURA N° 14: Conductor de caña n° 2.....	72
FIGURA N° 15: Conductor de caña n° 3.....	72
FIGURA N° 16: Conductor de caña n° 4.....	72
FIGURA N° 17: Rutas de lubricación.....	72
FIGURA N° 18: Foto del analizador de vibraciones skf de la empresa Agropucala	72
FIGURA N° 19: Ficha de bomba marca dab.....	72
FIGURA N° 20: Inspección a equipos del trapiche	72
FIGURA N° 21: Resultados al realizar las inspecciones	72
FIGURA N° 22: Foto entrada a fabrica.....	72

INTRODUCCION

La presente tesis tiene como finalidad implementar un plan de mantenimiento preventivo y/o correctivo para el área de Trapiche de la empresa AGROPUCALA S.A.A. ubicada en la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque; la misma que tiene a su disposición máquinas industriales dichos equipos son utilizados para producir los derivados de la caña de azúcar, tales como el alcohol y el azúcar.

En el Capítulo I de la presente tesis se hace una breve descripción de la realidad problemática que atraviesa la empresa, la cual debido a fallas mecánicas no cumple con la producción diaria

En el Capítulo II tenemos antecedentes que son estudios realizados con un tema a fin al tema de mi investigación; se realiza una descripción de lo abarca realizar el plan de mantenimiento, también la explicación de los términos a utilizar.

En el Capítulo III se detalla la investigación a realizar, los instrumentos de medición con los que cuenta la empresa y los métodos a utilizar para llegar a nuestras conclusiones y así poder plantear una mejor antes las fallas encontradas: De acuerdo al capítulo anterior podremos llegar a plantear nuestra propuesta de investigación en el Capítulo IV.

En el Capítulo V tenemos la propuesta económica, en la cual se ha revisado el mercado nacional para la adquisición de repuestos a utilizar, también hay cotización para mejorar la infraestructura del área en mención de esta investigación.

En el último capítulo relatamos nuestras conclusiones de acuerdo a la investigación realizada, adjuntaremos la biografía que fue utilizada y también fotos anexadas que son evidencia de la realización de la presente tesis

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la empresa AGROPUCALA S.A.A., cuenta con 5 mil 500 hectáreas de caña de azúcar, distribuidas en los centros poblados de Pucalá, Pátapo, Batangrande, La Cría y Cuculí, la cual se dedica a la siembra, cosecha y procesado de la caña de azúcar, tiene subdivisiones en la fábrica para el procesamiento de la misma, encontramos en el Área de trapiche fallas en las maquinas (motores) lo cual genera paradas intempestivas, y reduzca la producción diaria, esto debido a que se tiene que atender los inconvenientes presentado para continuar con la labor que se realizar diariamente

1.2. Formulación del Problema

La planta tiene exceso de paradas intempestivas por falta de una correcta aplicación de un plan de mantenimiento.

1.3. Delimitación de la Investigación

1.3.1. Delimitación espacial

Solo se aplica en el área de trapiche de la azucarera AGROPUCALA S.A.A

1.3.2. Delimitación temporal

Durante el año 2019, el tiempo que se empleó para la investigación fue de 06 meses

1.4. Justificación e importancia de la tesis

1.4.1. Justificación técnica

La presente tesis es importante porque permite conocer las fallas que se está teniendo al realizar la operatividad de los equipos mecánicos.

1.4.2. Justificación económica

Mediante la presente tesis la empresa no solo reducirá costos de reparación, sino que también costos de mano de obra calificada por paradas no programadas, ya que muchas veces este tipo de paradas incurren en retrasos de producción y además se tiene que designar al personal a realizar otros trabajos ya que estos dependen en su mayoría del avance de los equipos de Trapiche.

1.4.3. Justificación académica

Se busca aplicar en la presente tesis los conocimientos adquiridos durante mi experiencia como practicante pre-profesional de Mantenimiento de la empresa en mención; además de mi formación universitaria en la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica, especialmente tocando los temas basados en Mantenimiento y Optimización de recursos para obtener mejores resultados en el ámbito laboral y profesional.

1.5. Limitaciones de la tesis

Para el desarrollo de la presente tesis los datos tomados son obtenidos de las áreas de mantenimiento y trapiche de la planta azucarera en mención.

No se cuenta con un software ni bitácora del seguimiento de los mantenimientos preventivos y correctivos

1.6. Objetivos de la tesis

1.6.1. Objetivo general

Planteamiento de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar la producción de los equipos mecánicos del área de trapiche de la empresa azucarera Agropucala. S.A.A.

1.6.2. Objetivos específicos

1. Seleccionar equipos críticos y recomendar procedimientos de operación y mantenimiento.
2. Determinación de las condiciones de operación de los equipos seleccionados por su importancia en el proceso, utilizando el Analizador de Vibraciones SKF
3. Elaborar la documentación, y flujo de documentos para el sistema de mantenimiento
4. Elaborar un presupuesto para trabajos correctivos de equipos críticos del trapiche.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS

Contexto Internacional

Según **GUSTAVO CERVANTES GONZÁLEZ** en su tesis titulada: **”REALIZAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINARIA DEL DEPARTAMENTO DE MARCOS Y MOLDURAS EN LA EMPRESA ANTIGUO ARTE EUROPEO S. A. DE C. V.”** nos indica lo siguiente: La empresa ANTIGUO ARTE EUROPEO S. A. DE C. V. (AAE) cuenta con distintos departamentos, de los cuales, el departamento de MARCOS Y MOLDURAS (M y M) es uno de los más importantes; en el que no se permiten demoras o defectos en la fabricación de molduras de madera para la realización de cuadros o tableros. Por lo que se desarrolló un estudio para la realización de un Programa de Mantenimiento Preventivo (PMP) que permita evitar paros o fallas inesperadas por causa de una mala planeación o administración del mantenimiento en las líneas de producción, esto representa un aumento considerable en la productividad que se traduce en utilidades para la empresa. El mantenimiento preventivo, es el que garantiza un adecuado funcionamiento de las máquinas en el área de producción y de la misma forma sirve para maximizar su tiempo de servicio. A través del mismo se logra eliminar la improvisación en las actividades de mantenimiento, las cuales representan un alto costo para la empresa. Como objetivo general, se desarrollará un PMP para los equipos del departamento de M y M, que contribuya a mejorar las operaciones de producción de marcos y molduras. Como objetivos específicos, el análisis de la situación existente del mantenimiento a los equipos del departamento

de M y M, la aplicación de los lineamientos técnicos utilizados en el diseño de un PMP, la revisión y análisis de documentos e historial de vida de los equipos, así como el empleo de los principios del PMP para la elaboración de los programas y rutinas de mantenimiento de cada equipo. La solución de la situación de la empresa se fundamentó en los beneficios del mantenimiento, que bien aplicado tiene altos costos, pero genera buenos beneficios como son: a) Cumplimiento y mejoramiento de las metas de producción de la planta garantizada por una mayor disponibilidad operacional de los equipos. b) Reducción importante de las fallas de los equipos y de los costos involucrados por disminución de los trabajos de emergencia y/o de los accidentes e incidentes ocasionados por fallas mayores de los equipos. c) Menor desperdicio de tiempo y materiales, mayor calidad de los trabajos de mantenimiento y de los productos de la planta; lo que genera menores costos anuales y mayores ahorros de divisas, si los repuestos son importados. d) Reducción de accidentes y riesgos para el personal, así como para el funcionamiento de planta. 10 e) Extensión de la vida útil de la maquinaria y reducción de gastos por reemplazo de los equipos. f) Personal mejor entrenado, ordenado y con mayor capacidad técnica, lo que se traduce en un ambiente de trabajo más limpio y seguro. g) Mejor disponibilidad y selección de herramientas de manera técnica, asegurando su manejo responsable y conservación por personal experto. h) Personal más satisfecho y de mayor productividad. i) Productos industriales de mejor calidad y mejor costo. Para dar inicio al proyecto se tendrá que hacer un inventario de todos los equipos existentes y sus características, además de su programa de mantenimiento a cada equipo, ya que no se cuenta con esta información vital para realizarlo, después se procederá a

descargar toda esta información en un programa general, donde se calendarizará el periodo en que hay que realizar el mantenimiento de los equipos del Departamento.¹

Según **HARRY ALLAN ROBERTO CANTORAL VERAS**, en su tesis titulada: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ QUETZAL”**, nos indica: El enfoque principal del presente trabajo está fundamentado en la situación actual de lo que es el mantenimiento correctivo dentro de la empresa Tostaduría de Café el Quetzalito, S.A. que basado en un diagnóstico general conocido como estudio de investigación, donde se encontraron fortalezas, debilidades y oportunidades, han permitido enfocar y proyectar de una manera técnico profesional un mantenimiento preventivo que conlleva como objetivo fundamental minorizar los paros en el proceso productivo de la empresa a causa de mantener actualmente un tipo de mantenimiento de tipo correctivo y que por falta de previsión en el mantenimiento de la maquinaria y equipo como: engrase, lubricación, cambios de repuestos oportunamente, falta de stock, planificación, coordinación, capacitación al personal y un canal de comunicación adecuado a la alta gerencia, etc. provocan directa e indirectamente paros en el proceso de producción. Partiendo de esta premisa se establecieron tres enfoques fundamentales dentro del estudio técnico profesional que son las bases para darle punto de partida a un mantenimiento preventivo:

¹ GUSTAVO CERVANTES GONZÁLEZ, “REALIZAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINARIA DEL DEPARTAMENTO DE MARCOS Y MOLDURAS EN LA EMPRESA ANTIGUO ARTE EUROPEO S. A. DE C. V.”; MEXICO, 2011

- Mejoramiento del departamento de mantenimiento
- Metodología del mantenimiento preventivo
- Mantenimiento preventivo

El mejoramiento del departamento de mantenimiento consiste en utilizar las herramientas administrativas y la información adquirida o recopilada en la fase de investigación, para fortalecer un departamento que sea capaz de sustentar un mantenimiento preventivo eficiente, basados en una planeación estratégica.

XVI La metodología del mantenimiento preventivo está basado en las técnicas científicas que aplicadas en la empresa permite establecer los cimientos sobre los cuales se fundamenta el manejo del mantenimiento preventivo, lo cual proporciona además información relevante para retroalimentar el sistema y crear un mantenimiento preventivo basados en la mejora continua. El mantenimiento preventivo: conociendo la complejidad y características propias de cada máquina o equipo que forman parte del proceso productivo dentro de la empresa, se determinaron los puntos claves de mantenimiento preventivo, lo que conllevó a elaborar rutinas de mantenimiento propias en cada máquina en la cual consiste en determinar aspectos importantes como: ¿Qué se va hacer?, ¿Cada cuánto se debe de hacer?, ¿Dónde se va hacer?, ¿Qué se debe de utilizar?, ¿Cómo se debe de hacer?, entre otras y de esta manera tener una apreciación más objetiva, más realista del procedimiento para el mantenimiento de cada máquina y/o equipo.²

²HARRY ALLAN ROBERTO CANTORAL VERAS, “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA INDUSTRIA DE CAFÉ QUETZAL”, GUATEMALA, 2019

Contexto Nacional

Según **JUAN CARLOS VILLEGAS ARENAS** en su tesis titulada **“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA EMPRESA “MANFER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES”**, nos indica que: La industria de la construcción como se sabe requiere de mucha eficiencia en sus operaciones, MANFER SRL cuenta con una flota de 33 equipos entre ellos excavadoras, retroexcavadoras, minicargadores, rodillos compactadores, compresores neumáticos y mezcladora de concreto. Es importante entonces que la disponibilidad de estos equipos se encuentre por encima del 90% para así optimizar el desempeño de la empresa mediante reducción de costos de alquiler. Por otro lado, evitar retrasos de obra y cambios en la planificación por averías.

Se analizó la gestión actual en el área de mantenimiento de MANFER S.R.L. Determinando principalmente la falta de competencia y capacitación del personal de operación en equipos, y en general la baja disponibilidad (64.9%) de los equipos, lo cual afecta directamente en la producción y en los altos costos de alquiler que ascienden a S/. 319,975.80 soles al año aproximadamente.

Se determinó que actualmente no se cumplen los planes de mantenimiento, es decir no tienen implementado un sistema de mantenimiento preventivo y además hay una mala gestión de los mantenimientos correctivos. No se cuenta con historiales de mantenimiento, documentos y/o formatos de registro, ni con un encargado de mantenimiento. Se presenta una propuesta de gestión que permitirá optimizar el desempeño de la constructora mediante la elevación de la disponibilidad de los

equipos desde un 68.3% a un 78.5%, lo cual disminuirá sustancialmente los costos de alquiler en S/. 124,877.80 en el periodo de 02 años. Además, se implementarán procesos de gestión de mantenimiento y procesos de gestión logística que incrementarán la efectividad de la empresa. Se realizó un análisis de costo beneficio de la propuesta en la que se determinó inicialmente que el costo total es de S/. 73,700 soles, además un ahorro total de 198,577.80 en los 02 años teniendo en cuenta el aumento de disponibilidad de los equipos, lo cual nos entrega una utilidad total de la propuesta de 124,877.80 en el transcurso de los 02 años.³

Según **JEANPIERRE FITZGERALD SOTO BALTAZAR**, en su tesis titulada: **“MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LOS VOLQUETES FAW EN GYM S.A.”** nos da como referencia: La empresa GYM S.A. cuenta con una flota de volquetes marca FAW modelo CA3256P2K2T1A80, dichos equipos mencionados son utilizados para trabajos de acarreo de material en general. Debido a las fallas funcionales en los distintos sistemas que existen dentro de los volquetes, estos equipos quedan inoperativos en sus horas programadas de trabajo, dichas a esas paradas imprevistas se pudo obtener en promedio una disponibilidad mecánica de 90,14%, tal indicador de gestión no está permitido en la empresa. En el presente proyecto de investigación tiene por objetivo mejorar la disponibilidad mecánica de los volquetes pertenecientes a la empresa GYM S.A. Se aplicó la metodología del mantenimiento basado en la confiabilidad, recayendo a una metodología de estudio tipo descriptivo. Para realizar este trabajo se recopiló

³ JUAN CARLOS VILLEGAS ARENAS, “PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO, PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LA EMPRESA “MANFER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES”; PERU, AREQUIPA 2016”

información de los siguientes formatos: checklist de equipos, partes diarios del operador, inspecciones semanales de equipos, status de equipos y observaciones diarias de los equipos (Data SISME), Gracias al mantenimiento basado en la confiabilidad se pudo obtener estrategias para la mejora del área de producción en los proyectos de la empresa GYM S.A Después de haber aplicado esta metodología se consiguió una mejora de la disponibilidad en un 92%.⁴

Según **RIVERA RUBIO ENRIQUE MIGUEL**, en su tesis titulada: **“SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”**, nos indica: La presente tesis, se basa, en la implementación de un Sistema de Mantenimiento industrial, que agrupa ciclo de vida, personas, instalaciones, entre otros elementos. El tema de estudio tiene como fundamento teórico la Norma UNE-EN13460, la cual aún no tiene un documento similar del tipo NTP en nuestro país, la adecuación de esta norma en principios de Gestión para el Mantenimiento Industrial, para nuestra realidad, es una tarea de todos aquellos profesionales involucrados en el tema. De acuerdo a la información recopilada y la realización de un análisis de la realidad del Mantenimiento Industrial en nuestro país para la PYME; se realizan recomendaciones para una adecuada gestión del Mantenimiento de Equipos e Infraestructura con los que cuentan las fábricas, empresas de mediana y/o pequeña envergadura. El resultado de una correcta y adecuada implementación de un Sistema de Mantenimiento Industrial, basado en términos de calidad, seguridad, conservación del medio ambiente y confiabilidad, está reflejada en la disminución del coste del mantenimiento, pues esta así demostrado en otros países. El rápido e importante

⁴ JEANPIERRE FITZGERALD SOTO BALTAZAR, “MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD MECÁNICA DE LOS VOLQUETES FAW EN GYM S.A.”; PERU, HUANCAYO 2016

desarrollo que refleja nuestra industria, nos obliga a pensar que se deberán tomar metodologías como la sustentada en esta tesis; estas metodologías nos muestran los primeros indicadores a tomar en cuenta para la correcta implementación de un sistema de gestión del mantenimiento industrial, basándonos en las experiencias de otros países como los europeos.⁵

Contexto Local

Según **JORGE LUIS GONZALES GUZMAN** en su tesis titulada: **“PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PLANIFICADO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER S.A.C.”**, nos indica: El presente trabajo propone la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo. La razón por la cual se hace el mantenimiento preventivo es porque momentáneamente se recurre a un mantenimiento correctivo, al encontrar paradas en línea de producción, ocasionando caos, tiempo e incumplimiento de la demanda. A partir del diagnóstico realizado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones, a cada máquina con su respectivo inventario. El método consiste en la propuesta del programa de mantenimiento, el cual describe la tarjeta de activo de los equipos, en donde se anotan las características técnicas más relevantes de un determinado equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento. El resultado que se obtiene, es el desarrollo de un Programa de Mantenimiento Preventivo, que garantice la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por supuesto el aumento de la capacidad de los equipos para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad de

⁵ RIVERA RUBIO ENRIQUE MIGUEL, “SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL”, PERU, LIMA 2011

operar sin producir daño material como laborales. El equivalente en el proceso actual por semana de ladrillo del tipo estándar es 410,557 millares por semana, con la propuesta planteada es 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 %.⁶

Según **ILLAREC ANABELI CAMPOS VERA**, en su tesis titulada: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA DE TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.”**, nos indica: Hoy en día la gestión del mantenimiento ha evolucionado, es así que la búsqueda de nuevas formas de trabajo ha hecho que la empresa vea al mantenimiento como una inversión, y no como un gasto, debido a la importancia que tienen los procesos de mantenimiento dentro de la ejecución de las actividades de una empresa. La empresa SAYVAN E.I.R.L. con 5 años dedicada al transporte de carga de materiales de construcción en el departamento de Lambayeque, cuenta con un plan de mantenimiento preventivo el cual no permite prever las fallas, ni contar con los repuestos de manera adecuada, solo se centran en solucionar las fallas luego que estas han ocurrido, esto implica baja disponibilidad de los activos y altos costos de reparación, lo cual afecta la utilidad de la empresa. El presente trabajo de investigación propone un nuevo plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en La Empresa de Transportes SAYVAN E.I.R.L. En primer lugar, se realizó el diagnóstico de la situación actual

⁶ JORGE LUIS GONZALES GUZMAN, “PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PLANIFICADO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER S.A.C.”; PERU, LAMBAYEQUE 2016

del mantenimiento que se le aplica a la flota de volquetes, donde se evaluó el nivel de ventas de la empresa el cual ha ido decreciendo en los últimos años. Con la ayuda los indicadores de mantenimiento se identificaron que los volquetes; de acuerdo al tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio de reparación, que presentan una baja disponibilidad los volquetes v1 con 24% con, v3 con 29%, v5 con 35%, v6 con 42% y con alta disponibilidad los volquetes v2 con 43%, v4 71% y v7 con 47% y el costo del mantenimiento correctivo es de S/ 197020,88. Luego se desarrolló el plan de mantenimiento preventivo enfocado en la confiabilidad de RCM, utilizando herramientas como el análisis de criticidad de factor crítico para determinar los sistemas del volquete más críticos y analizando los modos y efectos de falla de cada sistema y actividades de Mantenimiento establecidas que mitigan los defectos que surgieron como el más concurrente. Este plan fue desarrollado con períodos de seguimiento en horas. Finalmente se analizó el costo / beneficio del proyecto, el costo de implementación del plan de mantenimiento preventivo es S/144 397, 4 y el beneficio para la compañía es S / 52 623, 48, permitiendo incrementar la rentabilidad de la empresa a 36.4%.⁷

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado

2.2.1. Trapiche⁸

El Trapiche es un molino con el cual se obtiene el jugo de la caña, con el cual generalmente se fabrica panela/piloncillo, o bien, se obtiene azúcar. Antiguamente

⁷ ILLAREC ANABELI CAMPOS VERA, “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA DE TRANSPORTE SAYVAN E.I.R.L.”; PERU, LAMBAYEQUE 2018

⁸ <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Trapiche>

se utilizaba la tracción animal, aunque hoy en día se utilizan motores eléctricos o a gasolina.

Los trapiches en los Ingenios azucareros están conformados por una serie de molinos (la cantidad de molinos varía según la fábrica) compuesto por tres rodillos surcados que prensan la caña de azúcar previamente desmenuzada y extraen su jugo. Este jugo es concentrado y cocido hasta obtener la cristalización del azúcar. Como residuo, del trapiche sale un producto que se llama bagazo, el cual se puede usar como combustible en las mismas calderas o como materia prima para la elaboración de papel.

2.2.2. Confiabilidad⁹

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo.

⁹ <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Indicadores-de-Confiabilidad-Propulsores-en-la-Gestion-del-Mantenimiento-94>

2.2.3. Estímulos económicos para la confiabilidad y la mantenibilidad¹⁰

Los problemas de confiabilidad y mantenibilidad son grandes. Como consecuencia de una confiabilidad inferior al 100%, las empresas invierten en repuestos y reparaciones aproximadamente un 30% del costo de la inversión total de la capacidad instalada, en algunos casos la inversión en este concepto es de un 10% a un 40% anual. (Estudios de la fuerza Aérea de USA han indicado que los costos anuales del mantenimiento varían entre 3 y 29 veces el costo original del equipo.) Esto fue lo que ocurrió en la aviación a finales del siglo XX El problema de la confiabilidad fue muy grande: —Como consecuencia de una confiabilidad inferior al 100%, las United Airlines necesitaron un stock de repuestos de 122 millones de dólares, aproximadamente el 20% de su inversión total en aviones—. Cabe hacer notar que fue en la aviación donde se implementó por primera vez el RCM para lograr la confiabilidad de las naves, pero no es en el único lugar donde se ha implementado como inicial. Estudios de la Fuerza Aérea indicaron que: Los costos anuales de mantenimiento variaron entre 10 y 30 veces el costo original del equipo.

Fueron necesarias 24 horas-hombre de mantenimiento por hora de vuelo en los aviones de la Marina. Se estimó que la cifra subiría a 80 en 1965, principalmente a causa del aumento de complejidad del equipo electrónico.

¹⁰ <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/mantenimiento-centralizado-en-la-confiabilidad-1.pdf>

2.2.4. RCM en la industria¹¹

Una realidad que enfrentan las industrias en lo general, es que: Los fallos del equipo se deben a la mala calidad de fabricación y de diseño, y causas ajenas, un gran porcentaje es debido al diseño inadecuado e incorrectas condiciones operativas, mal o nulo mantenimiento, malas condiciones de manejo, malas condiciones de almacenamiento etcétera. Además, muchas causas consideradas como operativas, exigen un cambio de diseño en la maquinaria y equipos para eliminar en el futuro los problemas, este cambio puede ir desde un sistema ergonómico en la operación de los mismos, Modificaciones al diseño de la maquinaria y equipos, hasta los tiempos de rotación del personal en la línea (dentro de un sistema polivalente), en un jornal de 8 hrs., O bien el diseño de un nuevo sistema de producción. Una técnica útil en la confiabilidad es la metodología del mantenimiento productivo total, TPM. Esta metodología es un sistema de producción. El TPM no es una nueva forma de hacer el mantenimiento de los equipos, o para mejorar la eficiencia del mantenimiento, si así fuera, se llamaría sistema dedicado al mantenimiento. SDM. La palabra total indica toda la organización y la palabra productivo, significa sistema de producción. El Mantenimiento Centralizado en la Confiabilidad (RCM), requiere también de un involucramiento total, y por consecuencia de un sistema de producción. La siguiente carátula es un programa de confiabilidad de los equipos e instalaciones de una organización, también es un programa de trabajos en relación con el mantenimiento productivo total, así mismo es un programa para mantenibilidad.

¹¹ <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/mantenimiento-centralizado-en-la-confiabilidad-1.pdf>

2.2.5. Elementos de un programa típico de confiabilidad¹²

De aquí en adelante nos referiremos RCM como Confiabilidad. Las 20 tareas de éste programa de confiabilidad para una hipotética planta de manufactura, muestra tareas comprenden muchas acciones que exceden de las habitualmente realizadas por los diversos departamentos de la empresa. Las necesidades de estas acciones provienen del hecho de que los diseños de las maquinarias y equipos son terreno abandonado en la industria y en muchas ocasiones del desconocimiento de la técnica en ellos, provocaron causas de baja confiabilidad. Un sistema de producción basado la confiabilidad es muy amplio. En aplicaciones militares, las empresas contratadas para realizar algún trabajo, pieza o parte, presentan un programa detallado de confiabilidad como parte de la propuesta para obtener el contrato. Éste detalla la definición de las tareas en la propuesta y contribuye a asegurar que se ha previsto con respeto al contrato una asignación de fondos del programa de confiabilidad. Estas tareas exigen acciones determinadas que deben ser realizadas por todas las funciones que participan en la fabricación del producto. Desde investigación y desarrollo, hasta servicio postventa. Para asegurar estas acciones suele necesitarse una planificación adecuada y en forma debida, si quiere uno que las cosas se hagan a tiempo. Es más, puesto que intervienen muchos departamentos y personas, es útil fijar detalladamente las tareas a realizar, quién debe realizarlas, plazos de realización, etc.

¹² <https://avdiaz.files.wordpress.com/2012/06/mantenimiento-centralizado-en-la-confiabilidad-1.pdf>

2.2.6. Producción¹³

La producción de una empresa puede medirse en un determinado volumen. La diferencia entre el volumen de lo producido en términos de dinero en relación a los bienes consumidos da cuenta del valor que se ha añadido a esos recursos. Así, según la diferencia que se haga de la utilización de los factores de producción con respecto a los valores de producción final se tendrá referencia a la rentabilidad o ganancia de la organización comercial. Las empresas están continuamente midiendo, reorganizando y combinando estos factores de modo cada vez más novedoso a efectos de bajar los costos o dar cuenta de bienes o servicios cuya alta demanda ofrezca un precio superior y por lo tanto las ganancias sean más elevadas.

Lo descrito es, no obstante, el modo en que se desarrolla la actividad productiva en una economía de mercado. En el pasado los modos de producción se organizaban de modos distintos, dependiendo del período histórico. Así, por ejemplo, podemos hablar de un modo de producción primitivo, en donde la propiedad de la tierra era compartida y la producción era muy limitada hasta la aparición de la división del trabajo; luego podemos hacer referencias a formas de producción fundadas en la esclavitud, en donde los trabajadores eran propiedad de otros hombres o de una organización política determinada; con posterioridad, apareció el feudalismo, en el que se establecía una relación entre un campesino o siervo y un señor feudal otorgando el primero trabajo de la tierra a cambio de protección política y militar.

¹³ <https://definicion.mx/produccion/>

El capitalismo revolucionó definitivamente las relaciones de producción, dejando de lado cualquier vestigio de producción que no se funde en la utilización de capital. Este ha aumentado considerablemente la productividad de la sociedad, aunque por supuesto, también ha hecho patentes enormes diferencias entre la abundancia y la pobreza.

2.2.7. Bagazo¹⁴

El bagazo de caña se produce como consecuencia de la fabricación de azúcar y constituye un subproducto de esta producción. Es un combustible natural para producir vapor en las fábricas azucareras

Es un material fibroso, heterogéneo en cuanto a su composición granulométrica y estructural, que presenta relativamente baja densidad y un alto contenido de humedad, en las condiciones en que se obtiene del proceso de molienda de la caña.

El término Bagazo proviene de la palabra francesa *bagasse* y se empleaba antiguamente para denominar al residuo de la aceituna después que era molida y prensada para extraerle el aceite.

Actualmente se aplica este término al residuo fibroso que se obtiene al triturar y comprimir la caña de azúcar en los molinos del central para extraerle el jugo (guarapo). Fundamentalmente constituye la parte fibrosa de esta planta.

¹⁴ https://www.ecured.cu/Bagazo_de_ca%C3%B1a

Cuando el bagazo sale del molino posee aproximadamente la siguiente composición:

- Humedad (50%)
- Sólidos solubles (5%)
- Sólidos insolubles o fibra cruda (45%)

Además, su composición química es la siguiente:

- Carbono: 47 %
- Hidrógeno: 6,5 %
- Oxígeno: 44 %
- Cenizas: 2,5 %

El bagazo consta de dos partes fundamentales:

- La fibra: Fibras relativamente largas, derivadas principalmente de la corteza y otros haces de fibra del interior del tallo.
- El meollo: Se deriva del *parénquima*, parte de la planta donde se almacena el jugo que contiene el azúcar.

La longitud media de las fibras del bagazo es de 1 a 4 milímetros y su ancho varía entre 0.01 y 0.04 milímetros.

2.2.8. Cuarta maza¹⁵

La cuarta maza en molinos de cuatro mazas es accionada generalmente por la maza superior por medio de las coronas. En algunas aplicaciones la cuarta maza es movida por la maza cañera por medio de la cadena, pero en caso de los accionamientos individuales donde se puede variar la relación de la velocidad entre la maza cañera y la superior esta opción no es muy recomendada. En casos muy aislados la cuarta maza es movida por separado por un accionamiento individual. Los principales elementos de un accionamiento electro-hidráulico individual de bajas revoluciones y alto torque son una unidad de potencia, un motor de alto torque, la tubería y un sistema de control. Los componentes principales de la unidad de potencia son un motor eléctrico y una bomba hidráulica de caudal variable, junto con un tanque y accesorios hidráulicos tales como válvulas, enfriadores, filtros, etc. El motor hidráulico de alto torque se instala directamente sobre la flecha de la máquina que está siendo accionada.

2.2.9. Caña de azúcar¹⁶

La sacarosa, extraída y purificada en fábricas especializadas, se utiliza como materia prima en la industria alimentaria o se fermenta para producir etanol. El etanol es producido a gran escala por la industria brasileña de la caña de azúcar. La caña de azúcar es la mayor cosecha del mundo por cantidad de producción.

¹⁵ https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/5-MOLINOS_2016.pdf

¹⁶ <https://conceptodefinicion.de/cana-de-azucar/>

La demanda mundial de azúcar es el principal motor de la agricultura de la caña de azúcar. La caña representa el 80% del azúcar producido; La mayor parte del resto se hace de remolacha azucarera. La caña de azúcar crece predominantemente en las regiones tropicales y subtropicales (la remolacha azucarera crece en regiones templadas más frías).

Además del azúcar, los productos derivados de la caña de azúcar son el falernum, la melaza, el ron, la cachaza, el bagazo y el etanol. En algunas regiones, la gente usa cañas de caña para hacer plumas, esteras, mamparas y paja. La inflorescencia joven, no expandida del tebu telor se come crudo, cocido al vapor, o tostado, y se prepara de varias maneras en ciertas comunidades de la isla de Indonesia.

2.2.10. Analizador de vibraciones¹⁷

Recopiladores/analizadores de datos SKF Microlog

Su inigualable versatilidad, confiabilidad y funcionalidad han convertido a la serie SKF Microlog de recopiladores/analizadores de datos en la opción preferida en unidades portátiles y manuales de monitoreo de condición. Diseñada para ayudar a los usuarios a establecer o actualizar un programa de monitoreo de condición ya existente, la gama incluye instrumentos basados en rutas, que funcionan con potentes sistemas de software de mantenimiento predictivo SKF, así como

¹⁷ <https://www.skf.com/pe/products/condition-monitoring/portables-data-collectors-and-analyzers/vibration-analyzers/index.html>

instrumentos autónomos que ofrecen funciones de asesoramiento y análisis de señales in situ.

La gama de recopiladores y analizadores de datos portátiles y manuales preferida del sector

Los analizadores SKF Microlog realizan las tareas requeridas para el mantenimiento predictivo de maquinaria giratoria en numerosas industrias, lo que facilita la recopilación, el análisis, la utilización y la posibilidad de compartir datos sobre la condición de las máquinas. Los analizadores SKF Microlog están homologados para su uso en zonas peligrosas, que requieren la certificación de Clase I División 2 o ATEX Zona 2.

Captura de datos de diversas fuentes

Los analizadores SKF Microlog recopilan de forma automática mediciones dinámicas (vibración) y estáticas (proceso) de prácticamente cualquier fuente, incluidos:

- Acelerómetros portátiles
- Acelerómetros de montaje magnético
- Sensores de vibración montados permanentemente
- Sistemas de monitoreo en línea

También puede recopilar mediciones de temperatura con un sensor de infrarrojos sin contacto o con una sonda de contacto. Tanto si acaba de poner en marcha su programa de monitoreo de condición como si está preparado para ir un paso más allá, la serie SKF Microlog puede encargarse de todas las tareas necesarias para el mantenimiento dentro de una amplia gama de maquinaria giratoria.



FIGURA N° 1: Analizador de vibraciones SKF 18

2.2.11. Pirómetro infrarrojo de banda ancha¹⁹

Los pirómetros de banda ancha son, en general, los dispositivos más sencillos y económicos; y pueden tener una respuesta de longitud de onda desde 0,3 micrómetros hasta un límite superior de entre 2,5 y 20 micrómetros. Los toques inferior y superior de los pirómetros de banda ancha son una función del sistema óptico específico que se utilice. Se denominan de banda ancha porque miden una fracción significativa de la radiación térmica emitida por el objeto en los rangos de temperatura de uso normal.

¹⁸ <https://www.instrumentacionhoy.com/analizador-de-vibraciones-para-entornos-adversos/>

¹⁹ <https://es.omega.com/prodinfo/pirometros.html>

Los pirómetros laser de banda ancha dependen de la emitancia total de la superficie que se va a medir. Un control de emisividad permite al usuario compensar los errores, siempre que la emitancia no cambie.

La trayectoria hacia el objeto no debe estar obstruida. El vapor de agua, el polvo, el humo, el vapor y los gases de absorción de radiación presentes en la atmósfera pueden atenuar la radiación emitida por el objeto y provocar que el pirómetro dé una lectura baja. El sistema óptico debe mantenerse limpio y la ventana de observación protegida frente a los agentes corrosivos del medio ambiente.

Los rangos estándares comprenden desde 0 a 1000 °C, y desde 500 900 °C. La precisión típica es de 0,5 hasta 1 % de la escala completa.



FIGURA N° 2: Pirómetro infrarrojo ²⁰

²⁰ <https://www.inladsac.com/tienda/metrologia/temperatura/calibracion-y-certificacion-de-pirometro/>

2.2.12. Turbina de vapor²¹

La turbina de vapor es un tipo de turbomáquina de motor que modifica la energía proveniente del flujo de vapor en otra clase de energía, la mecánica. Las turbinas de esta naturaleza se suelen utilizar en distintos ciclos de potencia que emplean un fluido que tiene la propiedad de cambiar de fase.

El ciclo más usado es el que emplea vapor proveniente de una caldera y que sale con temperatura y presión elevadas. Las turbinas de vapor sirven para generar energía eléctrica a partir de la energía mecánica que este produce.

¿Para qué sirve una turbina de vapor?

Las turbinas de vapor se emplean en muchas circunstancias, ya que son muy versátiles. Al principio se comportaban como los motores de los barcos que necesitaban mucha potencia. Por otro lado, en la industria, se usan para el funcionamiento de bombas y compresores. Aun así, la aplicación más común y relevante es la de generar energía eléctrica.

Se calcula que la turbina de vapor está presente hasta en un 75% de la energía eléctrica producida a nivel mundial. Se emplea en centrales térmicas (gas, carbón, biomasa, etc.) y en centrales nucleares.

²¹ <https://como-funciona.co/una-turbina-de-vapor/>

¿Cómo funciona una turbina de vapor?

1. El vapor se obtiene a partir de una caldera que hace hervir el agua (la caldera no forma parte de la estructura de la turbina). Puede usarse petróleo, gas, carbón o uranio para calentar la caldera.
2. El vapor que se produce tiene alta presión y alta velocidad. Para comprender de qué se trata hay que hacerse la idea de una olla con un pequeño agujero por donde sale el vapor.
3. Unos tubos, conocidos como *toberas*, llevan el vapor que se genera en la caldera hasta la turbina. Cuando el vapor llega a la turbina, choca con unas paletas haciendo girar la turbina y el eje que esta tiene.
4. Una fila compuesta de paletas se denomina *carrete*, la turbina se conforma por varios carretes que contienen varias paletas.

Transformación de energía

En este instante la energía química que proviene del combustible que se utilizó para hervir el agua está transformándose en energía de movimiento rotatorio o energía cinética. Si el rotor de la turbina se encuentra unido a un generador o dínamo, entonces se produce energía eléctrica.

¿Qué sucede con el vapor residual?

Cuando el vapor sale de los carretes de la turbina, ya ha perdido fuerza y cierto grado de calor. Sin embargo, este vapor residual se aprovecha convirtiéndolo en líquido (condensación) y se dirige nuevamente hacia la caldera. Entonces, se vuelve a calentar y se reutiliza en el circuito.

Se trata de un circuito cerrado donde se aprovecha la presión y el calor residual del vapor cuando sale de la turbina. Se reducen las pérdidas al no dejarlo escapar a la atmósfera.

Partes de la turbina de vapor

- Sistema de admisión: Son unas válvulas que controlan el caudal de vapor en la entrada de la turbina. Estas válvulas están pilotadas de forma hidráulica. Además, pueden ser pilotadas por un grupo de aceite de control o neumáticamente.
- Cuerpo de turbina: Está compuesto por el rotor, el cual posee las coronas giratorias de las paletas o álabes, el eje, el estator y la carcasa.
- Escape de la turbina: Es la parte posterior de la turbina y es desde donde se lleva el vapor hacia el condensador o tubería contrapresión.
- Áreas de extracción o reinyección: Zona donde el vapor se extrae o se inyecta.
- Cierres laberínticos de vapor: Disminuye las fugas de vapor por los orificios.
- Reductor: Cuando la velocidad a la que el eje rota resulta mayor a la usada para accionar el alternador, el reductor se encarga de disminuir la cantidad de revoluciones.

- **Generador:** Componente que consume la fuerza motora emitida por la turbina y se encarga de generar corriente eléctrica.

2.2.13. Desfibradora de caña²²

Como su nombre lo indica, una desfibradora desgarra los pedazos de caña provenientes de las cuchillas, convirtiéndolos en tiras, sin extraer jugo alguno.

El uso de desfibradoras, permite mejorar la uniformidad de la alimentación de los molinos, asegurando un aumento de la capacidad del trapiche y en la extracción de la sacarosa, y reduciendo por otro lado, la pérdida de sacarosa en el bagazo

2.2.14. Molino de caña²³

La caña de azúcar es una gramínea perenne alta, que suele medir hasta de 3 metros de altura. La caña de azúcar puede tener 5 a 6 cm de diámetro y sus hojas 0.5-1 m de largo.

Su periodo de cultivo es de alrededor de 18 meses, y es cuando se vuelve rígida y de color amarillo pálido. En ese momento se cosecha. Normalmente el cultivo -también conocido como cañaveral- se quema antes de la cosecha, para defoliar las canas y facilitar la recolección. En países de clima seco no se quema la caña ya que las hojas que quedan en el campo mejoran la retención de humedad del suelo.

²² <http://cagnazucar.blogspot.com/2014/09/desfibradora-de-cana-de-azucar.html>

²³ <https://www.quiminet.com/articulos/los-molinos-de-cana-o-prensas-de-cana-de-azucar-41586.htm>

En promedio la caña da alrededor del 10% de azúcar, pero esto varía según la época del año, las condiciones meteorológicas, la variedad, si el campo se ha quemado o no, y la duración del intervalo entre la cosecha y la elaboración.

La caña llega al ingenio donde se extrae el jugo, éste se clarifica y luego se cristaliza para separar el azúcar. La extracción se hace generalmente en una prensa de caña o también llamado molino de caña que pasa la caña entre tres o cuatro masas de acero, que exprimen los tallos y sacan todo el jugo. Para mejorar la extracción se añade agua que disuelve y logra sacar más azúcar. El residuo sólido fibroso se llama bagazo y es usado para hacer papel y para quemar en caldera que utiliza todo el proceso del ingenio.

El residuo casi libre de azúcar se llama bagazo o megazo. El jugo extraído se clarifica por encalado, calentamiento, decantación y filtrado. El residuo de los filtros se llama lodo de prensa-filtro. Seguidamente, el jugo clarificado se evapora para formar un jarabe y se cristaliza por ebullición en recipientes de vacío. La mezcla de cristales y de líquido se centrifuga, y los cristales se retienen sobre una pared perforada de la centrífuga, mientras que el líquido, llamado melaza A, se vuelve a llevar al recipiente de vacío se hierve y centrifuga de nuevo. Esta fase se repite con la subsiguiente melaza B. La melaza final, o melaza C, de la cual no se puede cristalizar más azúcar, se llama melaza residual. El producto final, azúcar moreno o muscovado, se refina para remover todas las impurezas y dejar el cristal de la molécula de sacarosa lo más puro posible. El proceso se inicia con la afinación, en la cual los cristales son lavados para remover la melaza adherida. El azúcar resultante se disuelve y se clarifica más. Luego se añade ácido fosfórico y sacarato de calcio para que formen fosfato de calcio que se precipita y arrastra

otras impurezas. Alternativamente puede usarse un proceso de carbonatación en el cual el dióxido de carbono, reacciona con el calcio para formar carbonato de calcio que produce el mismo efecto.

El líquido resultante se decolora y filtra en carbón activado que absorbe las impurezas. Luego, se concentra y se cuece en tanques de cocimiento al vacío, por último, se separa el azúcar de la miel en centrifugas.

2.2.15. Imbibición²⁴

Para extraer la mayor cantidad posible del azúcar contenido en ese jugo debe recurrirse a un artificio: si no es posible disminuir la humedad se hará lo posible por reemplazar el jugo que la constituye, por agua, este artificio lo constituye la "imbibición". Cuando se trabaja a la presión seca, el límite de extracción se obtiene muy rápidamente, después de la desmenuzadora y el primer molino la humedad del bagazo se ha reducido ya a cerca del 60 %; después del segundo molino la humedad se aproxima a 50 y del tercero en lo adelante no baja más allá de 45 %; puede considerarse que se ha obtenido por simple presión la máxima extracción posible. Si en este momento se agrega agua, uniformemente, ésta se distribuye dentro del bagazo y diluye el jugo que contiene. El molino siguiente volvería a llevar al bagazo a la humedad límite, es decir, alrededor de 45 %. Sin embargo, esta humedad ya no estará constituida por jugo absoluto sino por jugo diluido, en esta forma se habrá extraído azúcar. La operación puede repetirse.

²⁴ <http://extraccionyrefinaciondeazucartorin.blogspot.com/2014/10/agua-de-imbibicion.html>

2.2.16. Reductor renk zanini²⁵

Un multiplicador de velocidad es un sistema de transmisión caracterizado porque su velocidad de salida es mayor que la de entrada. Es un sistema opuesto al reductor de velocidad, más habitual en la industria, ya que en la mayor parte de los casos la velocidad de giro de los motores es superior a la adecuada para el trabajo final de la máquina. Físicamente un multiplicador de velocidad coincide con un reductor de velocidad, diferenciándose en cuál es el eje de entrada y el de salida.

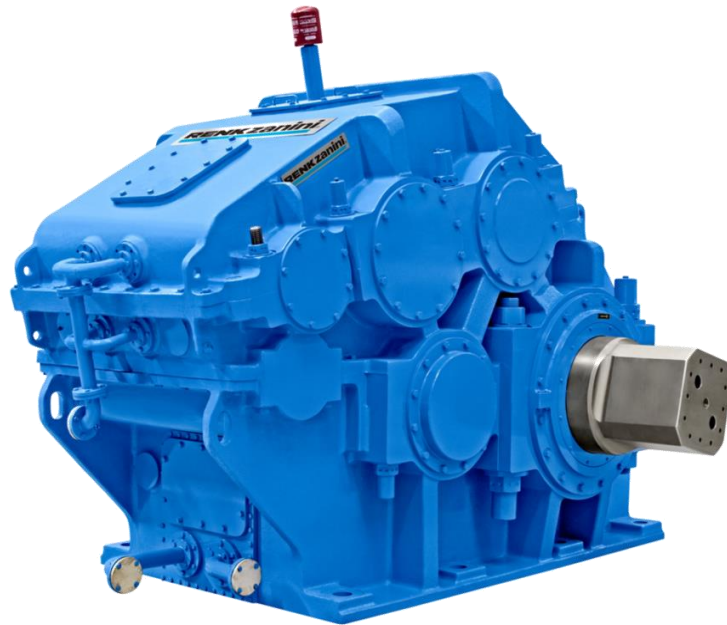


FIGURA N° 3: Reductor renk zanini

26

²⁵ http://www.mecapedia.uji.es/multiplicador_de_velocidad.htm

²⁶ <https://jornalcana.com.br/biosugar-es/renk-zanini-exporta-torqmax-2-0-para-paises-de-america-del-sur/>

2.2.17. Reductor engrane²⁷

Una máquina que su movimiento es generado por un motor necesita que su velocidad sea la más adecuada para el buen funcionamiento de la máquina.

Por lo tanto, un motorreductor es un método para reducir la velocidad de las máquinas y aparatos que se usan en la industria, adaptando a una velocidad adecuada que permite el funcionamiento de forma segura y eficiente. Los motorreductores están acoplados a la unidad de un motor eléctrico, este está cerrado y refrigerado por ventilador que se conecta a redes trifásicas.



FIGURA N° 4: Reductor engrane ²⁸

²⁷ <https://tercesa.com/noticias/funcionamiento-y-aplicaciones-de-un-motorreductor/>

²⁸ <https://www.disai.net/producto/reductores-watt-drive/>

2.2.18. Mantenimiento preventivo²⁹

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza de manera anticipado con el fin de prevenir el surgimiento de averías en los artefactos, equipos electrónicos, vehículos automotores, maquinarias pesadas, etcétera.

Algunas acciones del mantenimiento preventivo son: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros

El mantenimiento preventivo se efectúa periódicamente. De igual manera, el mantenimiento preventivo tiene como objetivo detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento del objeto en mantenimiento y, de esta manera se evita los altos costos de reparación y se disminuye la probabilidad de paros imprevistos, asimismo, permite una mayor duración de los equipos e instalaciones y mayor seguridad para los trabajadores sobre todo en el caso de aquellos empleados que laboran en industrias con grandes maquinarias.

El mantenimiento preventivo se divide en: mantenimiento programado, mantenimiento predictivo y mantenimiento de oportunidad. El mantenimiento programado se caracteriza por realizarse en un determinado tiempo o kilometraje, como es el caso de los carros; el mantenimiento predictivo se realiza a través de un seguimiento que determina el momento en que debe de realizarse la referida manutención y, el mantenimiento de oportunidad como lo indica su nombre se realiza aprovechando los periodos en que no se utiliza el objeto.

²⁹ <https://www.significados.com/mantenimiento-preventivo/>

Por otro lado, la persona encargada de realizar los diferentes tipos de mantenimientos en las maquinarias, equipos, vehículos, entre otros reciben el nombre de técnicos son individuos con capacidades o habilidades en relación a esta área.

2.2.19. Mantenimiento correctivo³⁰

El mantenimiento correctivo es una actividad que se lleva a cabo para reparar el daño encontrado durante el mantenimiento preventivo. En general, no se trata de un conjunto de acciones planificadas, ya que se realiza cuando un componente ha sido dañado. Su objetivo es restaurar la confiabilidad del sistema y devolverlo a su estado original.

El mantenimiento correctivo también se conoce como mantenimiento de descomposturas y solo tiene lugar cuando alguna máquina no funciona. Si esta estrategia es empleada como la principal habrá un alto impacto de las actividades de mantenimiento no planificadas y de reposición de partes del inventario.

2.2.20. Equipos en el área de trapiche

TABLA N° 1: Equipo fuera del área de trapiche

Ítem	Sistema	Equipo	Componente
1	Grúa hilo n°1		Motor eléctrico
			Reductor Engrane
			Cadenas
			Chumaceras
			Poleas

³⁰ <https://www.tecsagro.com.mx/blog/mantenimiento-correctivo/>

			Caja de cambios
			Motor eléctrico
			Reductor Engrane
		Lado izquierdo	Acople
			Cadenas
			Chumaceras
2	Mesa alimentadora nº1		Motor eléctrico
			Reductor Engrane
		Lado derecho	Acople
			Cadenas
			Chumaceras
			Motor eléctrico
			Reductor Engrane
3	Nivelador de caña nº1		Acople
			Cadenas de transmisión
			Chumaceras
			Motor eléctrico
			Reductor Engrane
4	Batería de machete nº1		Acople
			Chumaceras
			Motor eléctrico
			Reductor de Baja Piñón
5	Conductor de caña nº1		Acople
			Chumaceras
			Motor eléctrico
			Reductor Engrane
			Cadenas
6	Grúa hilo nº2		Chumaceras
			Poleas
			Caja de cambios
			Motor eléctrico elevador de caña
7	Mesa lavadora nº1	Lado izquierdo	Reductor
			Chumaceras

8	Conductor de caña nº2	Lado derecho	Acople
			Motor eléctrico elevador de caña
			Reductor
			Chumaceras
			Acople
			Motor eléctrico
			Reductor de Baja Piñón
			Acople
			Chumaceras
			Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 2: Equipos dentro del área de trapiche

Ítem	Sistema	Equipo	Componente
9	Bombas de imbibición	Bomba de jugo de imbibición nº1	Motor eléctrico
			Acople
			Bomba
		Bomba de jugo de imbibición nº2	Motor eléctrico
			Acople
			Bomba
		Bomba de jugo de imbibición nº3	Motor eléctrico
			Acople
			Bomba
		Bomba de jugo de imbibición nº4	Motor eléctrico
			Acople
			Bomba
10	Carding drum		Motor eléctrico
			Reductor
			Acople / Chumaceras
11	Kicker		Moto reductor
			Acople
			Chumaceras

12	Zarandas vibratorias	Zaranda nº1	Motor
			Chumaceras
		Zaranda nº2	Motor
			Chumaceras
13	Conductor intermedio donelly nº2		Motor reductor
			Acople
			Chumaceras
			Cadena de transmisión
14	Conductor intermedio donelly nº3		Motor reductor
			Acople
			Chumaceras
			Cadena de transmisión
15	Conductor intermedio donelly nº4		Motor reductor
			Acople
			Chumaceras
			Cadena de transmisión
16	Conductor intermedio donelly nº5		Motor reductor
			Acople
			Chumaceras
			Cadena de transmisión
17	Batería de machete nº2		Motor eléctrico
			Reductor Engrane
			Acople
			Chumaceras
18	Nivelador de caña nº2		Motor eléctrico
			Reductor Engrane
			Acople
			Cadenas de transmisión
			Chumaceras
19	Conductor de caña nº3		Motor eléctrico
			Reductor de Baja Piñón
			Acople
			Chumaceras

20	Nivelador de caña n°3		Motor eléctrico
			Reductor Engrane
			Acople
			Cadenas de transmisión
			Chumaceras
21	Batería de machete n°3		Motor eléctrico
			Reductor Engrane
			Acople
			Chumaceras
22	Conductor de caña n°4		Motor eléctrico
			Reductor de Baja Piñón
			Acople
			Chumaceras
23	Desfibrador de caña		Turbina de vapor
			Reductor de velocidad
			Acople
			Chumacera
24	Conductor de caña n°5		Motor eléctrico
			Reductor de Baja Piñón
			Acople
			Chumaceras
25	Bombas de jugo zarandeado (a la balanza)	Bomba de jugo a la balanza n°1	Motor eléctrico
			Bomba
		Bomba de jugo a la balanza n°2	Motor eléctrico
			Bomba
26	Bombas de jugo a la criba	Bomba de jugo a la criba n°1 (jugo mezclado)	Motor eléctrico
			Acople
			Bomba
		Bomba de jugo al dsm n°2 (jugo mezclado)	Motor eléctrico
			Acople
			Bomba
27		Bomba de desagüe n°1	Motor eléctrico

	Bombas de desagüe	Bomba de desagüe n°2	Acople
			Bomba
			Motor eléctrico
			Acople
			Bomba
28	Colador estático de jugo dsm		Motor reductor
			Chumaceras
			Cadenas
29	Sistema motriz molino n°1 reductor renk zanini		Turbina
			Regulador eléctrico
			Reductor de velocidad de alta
			Reductor de velocidad de baja
			Bancada
30	Sistema motriz n°2 – transmisión molinos		Turbina
			Reductor de alta del sistema motriz
			Chumaceras del piñón intermedio (2 und)
			Acople
			Catalina intermedia y piñón intermedio (2 und)
			Catalina baja y piñón bajo (2 und)
			Bancada
31	Sistema motriz n°3 – transmisión molinos		Turbina
			Reductor de alta del sistema motriz
			Chumaceras del piñón intermedio (2 und)
			Acople
			Catalina intermedia y piñón intermedio (2 und)
			Catalina baja y piñón bajo (2 und)
			Bancada
			Turbina
			Reductor de alta del sistema motriz

32	Sistema motriz nº4 – transmisión molinos	Chumaceras del piñón intermedio (2 und)
		Acople
		Catalina intermedia y piñón intermedio (2 und)
		Catalina baja y piñón bajo (2 und)
		Bancada
33	Sistema motriz nº5 – transmisión molinos	Turbina
		Reductor de alta del sistema motriz
		Chumaceras del piñón intermedio (2 und)
		Acople
		Catalina intermedia y piñón intermedio (2 und)
34	Sistema motriz molino nº6 reductor renk zanini	Catalina baja y piñón bajo (2 Und)
		Bancada
		Turbina
		Regulador eléctrico
		Reductor de velocidad de alta
		Reductor de velocidad de baja
		Bancada

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es del tipo básica y de nivel descriptivo, nuestro fin es encontrar las causas de los modos de fallas que originan que el equipo tenga paradas intempestivas, para este caso realizaremos mediante la recopilación de datos del día a día, así determinar la solución de los modos de fallas en los equipos mecánicos de trapiche, para esto será necesario describir los elementos a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan a la resolución del problema planteado.

3.2. Diseño de la investigación y muestra

La investigación se basa en obtener datos de los equipos mecánicos del trapiche para realizar el diagnostico respectivo.

3.3. Operacionalización de variables

TABLA N° 3: Variables

Hipótesis:

Si se aplica la propuesta de mantenimiento entonces se obtendrá el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los equipos de trapiche

$Y=f(x)$

Y = Disponibilidad Mecánica

x = Propuesta de Mantenimiento

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional
Disponibilidad Mecánica (VD)	Se define como el porcentaje de tiempo que el equipo estuvo disponible para su operación, en las condiciones de seguridad y calidad establecidas. Sus dimensiones son: Horas de trabajo programadas, horas de paradas programados, horas de paradas no programados, número de paradas no programadas y tiempo de actividad de mantenimiento	El mejoramiento de la disponibilidad mecánica se medirá en el porcentaje por la siguiente fórmula: $Dm = \frac{(\Sigma(Hp - Hm))}{(\Sigma Hp)} \times 100$ Dm= Disponibilidad mecánica. Hp= Horas programadas. Hm= Horas en mantenimiento y reparación.
Propuesta de Mantenimiento (VI)	Es una metodología para el desarrollo de un plan de mantenimiento para poder prevenir la inoperatividad del equipo.	Se planteará un plan de mantenimiento de operatividad para disminuir las fallas en los equipos mecánicos de trapiche.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 4: Indicadores

Indicadores	Sub-indicadores
Recursos Humanos	Competencia de personal
	Cantidad de personal
	Historial de averías
Análisis de fallas	Análisis de causa

Inspecciones	Reporte del operador
	Rendimiento del equipo mecánico
Monitoreo	Analizador de vibraciones
	Aceites y lubricantes
	Temperatura
Costos	Evitar paradas intempestivas
	Rentabilidad de la empresa
	Producción optima
Tiempos	Mantenimiento preventivo
	Operatividad del personal
	Prevención a las fallas
Confiabilidad	Evitar paradas intempestivas que afecten la producción
	Maximizar la vida útil de los equipos
Disponibilidad	Asegurar tener la disponibilidad tanto de los repuestos como del equipo

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1. Técnicas de investigación

La técnica de investigación que se ha utilizado fue la documental y empírica mediante la observación y recolección de datos obtenidos con el analizador de vibraciones SKF

3.4.2. Instrumentos de investigación

Los instrumentos de investigación que se utilizaron son los siguientes:

3.4.2.1. Reporte diario

En el reporte diario el encargado del equipo tiene que realizar una inspección visual del equipo indicando que fallas encontró y las tiene que reportar al supervisor.

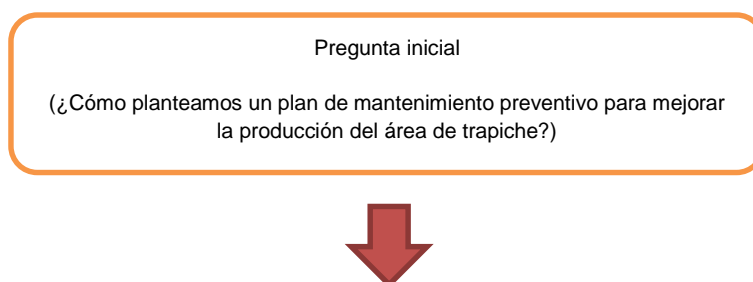
3.4.2.2. Control de mantenimientos

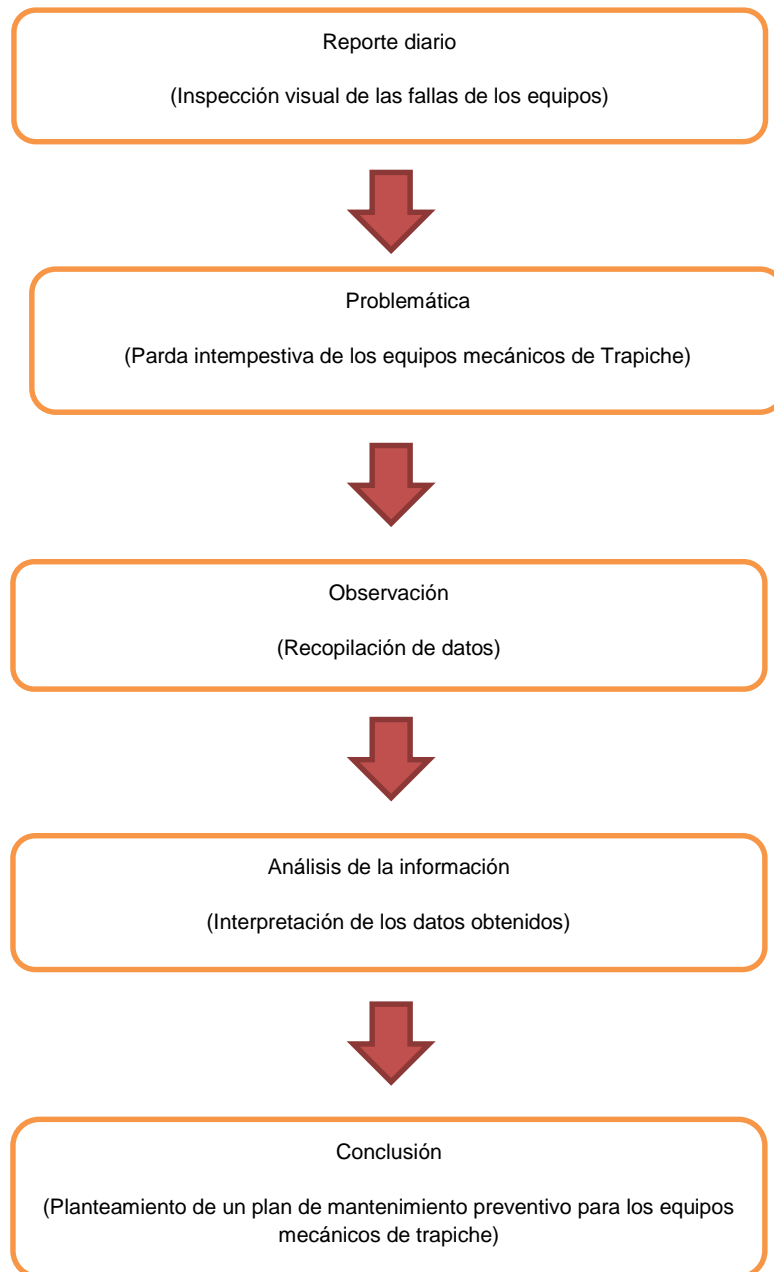
Control de los mantenimientos correctivos y preventivos de los equipos indicando las horas paradas por mantenimiento preventivo y correctivo. Para tener información de los tiempos de paradas de los equipos.

3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

La técnica de procesamiento de datos que se tomará se realizará mediante el reporte diario de datos para obtener la información que se necesita. La investigación tendrá el siguiente procedimiento

FIGURA N° 5: Procedimiento de la investigación





Fuente: Elaboración propia.

3.5.1. Proceso del área de mantenimiento

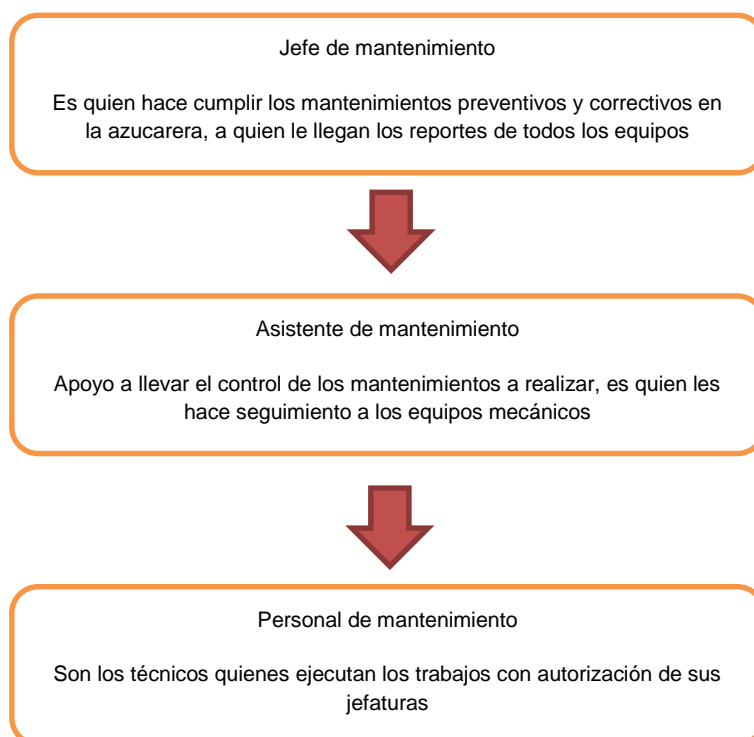
3.5.1.1. Responsabilidades

Jefe de Mantenimiento - Hacer cumplir los mantenimientos preventivos y correctivos

Asistente de Mantenimiento – Apoyo en procesar lo determinado en este procedimiento.

Personal del área de mantenimiento - Ejecutar lo determinado por sus jefaturas

FIGURA N° 6: Personal del área de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.2. Desarrollo

3.5.1.2.1. Etapas del mantenimiento

Tenemos 02 etapas de mantenimiento las cuales son el preventivo y los mantenimientos correctivos, la cual el primero se refiere al control de las horas trabajadas por equipo. En cambio, el mantenimiento correctivo ya sea

por inspección o modo de falla, las inspecciones diarias que realizan el personal de mantenimiento utilizando su reporte diario

3.5.1.2.2. Control de equipos

Se obtendrá del reporte diario del operador, se tiene en cuenta los tiempos y ciclos cumplidos necesarios para efectuar un mantenimiento preventivo particular.

Utilizando el analizador de vibraciones se toman muestras en tres (03) puntos del equipo:

- Vertical
- Horizontal
- Axial

De acuerdo a los valores podemos tomar las siguientes conclusiones

TABLA N° 5: Valores a tomar en cuenta durante la inspección con el analizador de vibraciones skf

Valor Mínimo	Valor Máximo	Resultado
0.1	4.0	Óptimo
4.1	7.0	Regular
7.1	+	Crítico

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.2.3. Preventivo por tiempo

Se basan en el mantenimiento preventivo por días que trabaja un equipo, de acuerdo al rol que desempeña:

TABLA N° 6: Engrase de los equipos de trapiche – cada 10 días

Sistema	Equipo	Cant(kg)	Puntos	#bomb/punto	Lubricante
	Desfibrador	1	2	179	Grasa Shell Alvania EP 2
Batería de machetes	Batería n°2	1	2	179	Grasa Shell Alvania EP 2
	Batería n°3	1	2	179	Grasa Shell Alvania EP 2
	Carding drum	1	2	179	Grasa Shell Alvania EP 2
Niveladores	Nivelador n°2	0.2	2	36	Grasa Bel Ray
	Nivelador n°3	0.2	2	36	Grasa Bel Ray
Conductores de caña	Conductor n°2	0.08	2	14	Grasa Shell Alvania EP 2
	Conductor n°3	0.08	2	14	Grasa Shell Alvania EP 2
	Conductor n°4	0.08	2	14	Grasa Shell Alvania EP 2
	Conductor n°5	0.08	2	14	Grasa Shell Alvania EP 2
	Kicker	0.06	2	11	Grasa Shell Alvania EP 2
Conductores intermedios donelly's	Cond. int. donelly n°2	0.2	2	18	Grasa Shell Alvania EP 2
	Cond. int. donelly n°3	0.2	2	18	Grasa Shell Alvania EP 2
	Cond. int. donelly n°4	0.2	2	18	Grasa Shell Alvania EP 2
	Cond. int. donelly n°5	0.2	2	18	Grasa Shell Alvania EP 2
	Cond. int. donelly n°6	0.2	2	18	Grasa Shell Alvania EP 2

Bombas de imbibición	Bba. de imbibición n°1	0.045	2	8	Grasa Shell Alvania EP 2
	Bba. de imbibición n°2	0.045	2	8	Grasa Shell Alvania EP 2
	Bba. de imbibición n°3	0.045	2	8	Grasa Shell Alvania EP 2
	Bba. de imbibición n°4	0.045	2	8	Grasa Shell Alvania EP 2
Zarandas vibratorias	Zaranda n° 1	0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
	Zaranda n° 2	0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
Bombas de jugo a la balanza	Bba. jugo balanza n°1	0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
	Bba jugo balanza n°2	0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
Bombas de dsm	Bomba de jugo a la criba n°1	0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
	Bomba de jugo a la criba n°2	0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
	Colador estático de jugo dsm	0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
Sistema motriz molino n°1 reductor renk zanini		0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
Sistema motriz n°2 – transmisión molinos		0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
Sistema motriz n°3 – transmisión molinos		0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2
Sistema motriz n°4 – transmisión molinos		1	2	179	Grasa Shell Alvania EP 2
Sistema motriz n°5 – transmisión molinos		0.04	2	7	Grasa Shell Alvania EP 2

Sistema motriz molino n°6	1	2	179	Grasa Shell
reductor renk zanini				Alvania EP 2

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 7: Engrase de los equipos de trapiche – cada 15 días

Sistema	Equipo	Cant(kg)	Puntos	#bomb/punto	Lubricante
Batería de machetes	Batería n°1	1	2	179	Grasa Shell Alvania EP 2
Conductores de caña	Conductor n°1	1	2	16	Grasa Shell Alvania EP 2
Niveladores	Nivelador n°1	0.4	2	40	Grasa Bel Ray

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 8: Engrase de los equipos de trapiche – cada 20 días

Sistema	Equipo	Cant(kg)	Puntos	#bomb/punto	Lubricante
Mesa alimentadora n°1	Lado izquierdo	1	1	179	Grasa Lithiumplex Ep2
	Lado derecho	1	1	179	Grasa Lithiumplex Ep2
Mesa lavadora n°1	Lado izquierdo	1	1	179	Grasa Lithiumplex Ep2
	Lado derecho	1	1	179	Grasa Lithiumplex Ep2
Grúa hilo n°1		0.08	4	14	Grasa Lithiumplex Ep2
Grúa hilo n°2		0.08	4	14	Grasa Lithiumplex Ep2

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 9: Cambio de aceites de los equipos de trapiche – cada 20 días

Sistema	Equipo	Cant(gal)	Cant(mml)	Lubricante
Batería de machetes	Batería n°3	1	3790	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Grúa hilo n°2	1	3790	Aceite mobil gear 600 xp 220
Mesa lavadora n°1	Lado izquierdo	0.26	1000	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Lado derecho	0.26	1000	Aceite mobil gear 600 xp 220
Conductores de caña	Conductor n°2	1	3790	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Conductor n°3	1	3790	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Conductor n°4	1	3790	Aceite mobil gear 600 xp 220
Niveladores	Nivelador n°2	0.13	500	Aceite mobil gear 600 xp 220
Bombas de dsm	Colador			
	estático de jugo dsm	0.13	500	Aceite mobil gear 600 xp 220

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 10: Cambio de aceites de los equipos de trapiche – cada 25 días

Sistema	Equipo	Cant(gal)	Cant(mml)	Lubricante
Batería de machetes	Batería n°1	1	3790	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Batería n°2	1	3790	Aceite mobil gear 600 xp 220
Niveladores	Nivelador n°1	0.40	1500	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Nivelador n°3	0.40	1500	Aceite mobil gear 600 xp 220
Conductores de caña	Conductor n°5	0.40	1500	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Carding drum	0.40	1500	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Kicker	0.20	750	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Cond. int. donelly n°2	0.09	350	Aceite mobil gear 600 xp 220

Conductores intermedios donelly's	Cond. int. donelly n°3	0.09	350	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Cond. int. donelly n°4	0.09	350	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Cond. int. donelly n°5	0.09	350	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Cond. int. donelly n°6	0.09	350	Aceite mobil gear 600 xp 220

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 11: Cambio de aceites de los equipos de trapiche – mensual

Sistema	Equipo	Cant(gal)	Cant(mml)	Lubricante
	Grúa hilo n°1	1	3790	Aceite mobil gear 600 xp 220
Mesa alimentadora n° 1	Lado izquierdo	0.20	750	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Lado derecho	0.20	750	Aceite mobil gear 600 xp 220
Bombas de dsm	Bomba de jugo a la criba n°1	0.13	500	Aceite mobil gear 600 xp 220
	Bomba de jugo a la criba n°2	0.13	500	Aceite mobil gear 600 xp 220

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.2.4 Correctivo por inspección

Las inspecciones que se realizan a los equipos mecánicos por el personal de mantenimiento, mediante los reportes mencionados anteriormente. Existe imprevisto que surgen durante la operación diaria del equipo los mismos que son levantados por el personal de mantenimiento, estos deben ser reportados al Jefe de Mantenimiento

TABLA N° 12: Listado de estatus de los equipos inspeccionados del trapiche

Ítem	Sistema	Equipo	Estado
1		Grúa hilo n°1	Optimo
2	Mesa alimentadora n°1	Lado izquierdo	Regular
		Lado derecho	Regular
3		Nivelador de caña n°1	Regular
4		Batería de machete n°1	Regular
5		Conductor de caña n°1	Regular
6		Grúa hilo n°2	Optimo
7	Mesa lavadora n°1	Lado izquierdo	Regular
		Lado derecho	Regular
8		Conductor de caña n°2	Regular
9	Bombas de imbibición	Bomba de jugo de imbibición n°1	Critico
		Bomba de jugo de imbibición n°2	Critico
		Bomba de jugo de imbibición n°3	Critico
		Bomba de jugo de imbibición n°4	Regular
10		Carding drum	Regular
11		Kicker	Regular
12	Zarandas vibratorias	Zaranda n°1	Critico
		Zaranda n°2	Regular
13		Conductor intermedio donelly n°2	Regular
14		Conductor intermedio donelly n°3	Critico
15		Conductor intermedio donelly n°4	Regular
16		Conductor intermedio donelly n°5	Critico
17		Batería de machete n°2	Regular
18		Nivelador de caña n°2	Regular
19		Conductor de caña n°3	Regular
20		Nivelador de caña n°3	Critico
21		Batería de machete n°3	Regular

22		Conductor de caña nº4	Regular
23		Desfibrador de caña	Critico
24		Conductor de caña nº5	Critico
25	Bombas de jugo zarandeado (a la balanza)	Bomba de jugo a la balanza nº1	Critico
		Bomba de jugo a la balanza nº2	Regular
26	Bombas de jugo a la criba	Bomba de jugo a la criba nº1 (jugo mezclado)	Critico
		Bomba de jugo al dsm nº2 (jugo mezclado)	Regular
27	Bombas de desagüe	Bomba de desagüe nº1	Critico
		Bomba de desagüe nº2	Regular
28		Colador estático de jugo dsm	Regular
29		Sistema motriz molino nº1 reductor renk zanini	Optimo
30		Sistema motriz nº2 – transmisión molinos	Regular
31		Sistema motriz nº3 – transmisión molinos	Regular
32		Sistema motriz nº4 – transmisión molinos	Regular
33		Sistema motriz nº5 – transmisión molinos	Optimo
34		Sistema motriz molino nº6 - reductor renk zanini	Optimo

Fuente: Elaboración propia.

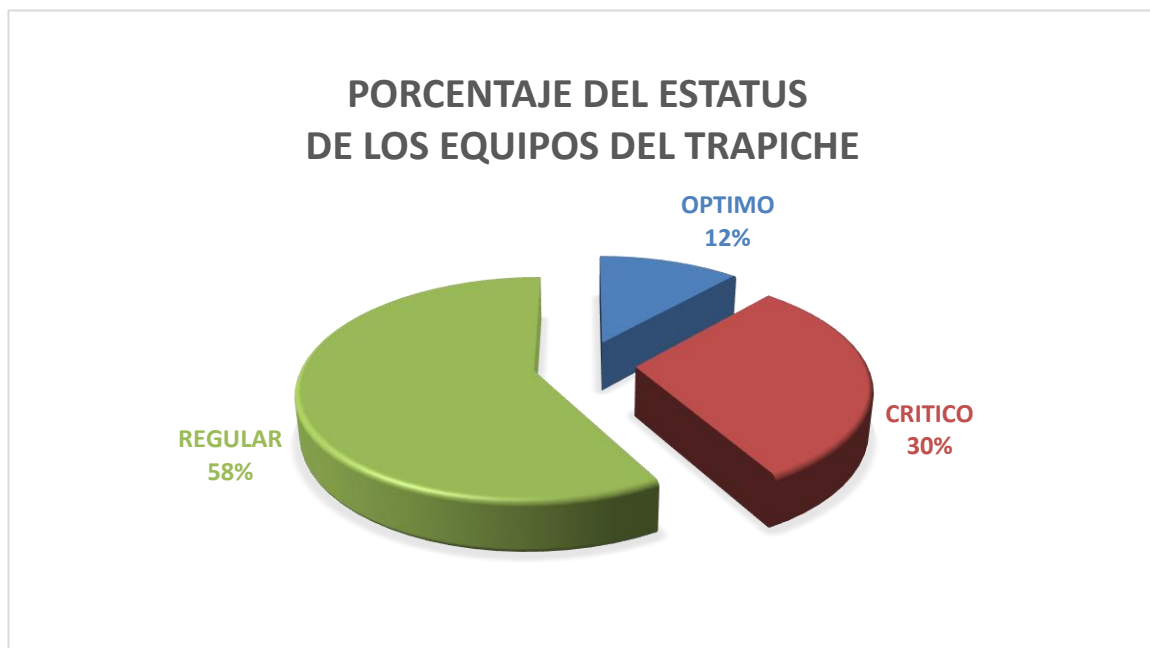


FIGURA N° 7: División porcentual del estatus de los equipos del trapiche

Como se puede apreciar en el grafico circular el 30% de los equipos requieren una reparación inmediata y el 58% está propenso a que en algún momento pueda requerir un mantenimiento correctivo; solo el 12% de los equipos mecánicos de trapiche está funcionando adecuadamente.

3.5.1.2.5 Programación según disponibilidad

Todo mantenimiento ya sea preventivo o correctivo siempre debe ser coordinado y considerar si tenemos disponibilidad técnica, si tenemos los repuestos en stock y si el equipo está a nuestra disposición.

- Una vez al mes se hace una parada general de la fábrica en la cual se aprovecha para realizar las reparaciones a los equipos más críticos.

3.5.1.2.6 Equipo operativo

Cuando se concluya los trabajos de mantenimiento en los equipos mecánicos, éste tiene que estar operativo en su totalidad, con el fin de reportarlo, se debe indicar como se está entregando el equipo y también si existiese alguna observación pendiente

3.5.1.3. Seguridad y medio ambiente

3.5.1.3.1 Seguridad

Todo el personal involucrado en los trabajos de mantenimiento debe utilizar correctamente sus EPP (equipos de protección personal).

3.5.1.3.2 Medio ambiente

Esta determinadamente prohibido la incineración de los materiales utilizados durante el proceso; estos deben ser acopiados en un lugar seleccionado por el área de medio ambiente.

3.6. Hipótesis

3.6.1. Formulación del problema

¿Cómo plantear un plan de mantenimiento para mejorar la producción del trapiche y evitar paradas intempestivas de los equipos mecánicos?

3.6.2. Hipótesis general

Si se aplica el mantenimiento preventivo correctamente, entonces se obtendrá un mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los equipos de trapiche y por ende un alza en su producción.

3.7. Métodos y técnicas de investigación

3.7.1. El método: de investigación es inductivo

Se define este método como el razonamiento que analiza una porción (trapiche) de un todo (fábrica azucarera) para llegar a conclusiones

3.7.2. Técnicas

3.7.2.1 Observación³¹

La técnica de observación es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación

3.7.2.2 Análisis del contenido³²

El investigador necesita saber analizar el material simbólico o “cualitativo”. Gran parte de la investigación moderna se realiza mediante tareas de clasificar, ordenar, cuantificar e interpretar los productos evidentes de la conducta de los individuos o de los grupos. El análisis es la actividad de convertir los “fenómenos simbólicos” registrados, en “datos científicos”. Es tarea del análisis cualitativo el poder describir los elementos de ciertas

³¹ <https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/>

³²

https://previa.uclm.es/profesorado/raulmmartin/Estadistica_Comunicacion/AN%C3%81LISIS%20DE%20CONTENIDO.pdf

conductas, registrarlos de forma ordenada, clasificarlos o categorizarlos, determinar su frecuencia cuantitativa e interrelaciones.

3.8. Descripción de los instrumentos utilizados

En la técnica de la observación: se usó un cuaderno de apuntes con la finalidad de recopilar los datos obtenidos a los equipos mecánicos de trapiche.

En la técnica del análisis documental: Se han revisado deferentes libros, tesis, relacionadas con mantenimiento preventivo, gestión de mantenimiento. Mantenimiento basado en la confiabilidad

3.9. Análisis e interpretación de los datos

Se recopiló información de los equipos mecánicos del trapiche: equipos operativos, equipos en estado regular y equipos críticos; durante el seguimiento a dichos equipos y realizar un análisis se planteó cambio de los equipos más críticos, además mejorar el plan de mantenimiento que están llevando a cabo en la azucarera para mejorar la vida útil promedio de los equipos y poder mejorar la producción al rubro que se dedica la empresa.

El realizar este planteamiento del cambio de los equipos críticos conlleva un excedente de gasto en el presupuesto que está asignado para dicha área, así mismo hacer presente que la empresa en mención genera su propia energía eléctrica mediante la cogeneración, utilizando el bagazo de la caña de azúcar se reutiliza en los calderos como fuente de combustible y de tal manera generar vapor que se distribuye a las diferentes áreas de la fábrica y también hacia la casa de fuerza donde haciendo uso de un turbogenerador Siemens se transforma a energía eléctrica.

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACION

- a) Debido a la realidad problemática existente en el área de Trapiche, de la azucarera Agropucala, en la cual se reporta diariamente fallas y paradas intempestivas de los equipos mecánicos lo cual afecta directamente a la producción; se seleccionaron los equipos más críticos, los cuales se recomienda cambiar, ya que generaría más gastos en realizar las reparaciones prolongadamente. También se está tomando en cuenta a los equipos que se está percatando puedan tener fallas y realizar el mantenimiento preventivo a tiempo.

- b) Se determinará si las condiciones de operación son las adecuadas y si los equipos cuentan con lo necesario para su correcto funcionamiento, ya que pueden influir diferentes factores tales como: humedad, suciedad, y hasta la mala aplicación del mantenimiento preventivo tal sea el caso que lo realiza el personal técnico, al cual debe de brindársele capacitación para que tenga mayor conocimiento en su labor que realiza.

- c) Elaborar la documentación correspondiente de los equipos del trapiche, teniendo en cuenta las fallas más frecuentes y cada cuanto tiempo se presentan para poder anticiparse y no esperar a que el equipo tenga una parada no programada; además se deberá tener la ficha técnica de los diferentes equipos que están inmersos en el procedimiento de la operación. Toda esta documentación debe estar al alcance tanto del Jefe de mantenimiento como del Ingeniero encargado del trapiche.

Así mismo se realizará el seguimiento de los equipos utilizando el analizador de vibraciones, en el cual podemos visualizar en la pantalla del instrumento, si el equipo revisado está dentro de los rangos óptimos de funcionamiento.

- d) Elaborar cotización para la realización de los correctivos, así mismo de acuerdo a los gastos que registra la empresa, se realizara un presupuesto anual, el cual tomando en cuenta que los primeros meses se realizaran modificaciones que incluyen reparaciones tendrá un monto elevado, pero conforme se vaya realizando el plan propuesto se reducirán los gastos, el cual será compensando prolongadamente.

CAPITULO V: PROPUESTA ECONOMICA

5.1. Selección de los equipos críticos y su posterior cambio

Como ya se ha venido evaluando todos los equipos involucrados en esta área, se recopilaron datos y se obtuvo una lista de equipos que requieren cambio urgente y de esta manera hacer el seguimiento y evitar futuras fallas para no reincidir en lo mismo.

TABLA N° 13: Selección de equipos críticos del trapiche

Sistema	Equipo	Estado	Precio c/u	Observación
Bomba de imbibición n° 1		Critico	679.90	dab (1hp)
Bomba de imbibición n° 2		Critico	679.90	dab (1hp)
Bomba de imbibición n° 3		Critico	679.90	dab (1hp)
Zaranda n°1	Bomba	Critico	382.00	rotoplas(1/2 hp)
Conductor intermedio donelly n°3	Motor	Critico	1,990.00	siemens (12.5 hp)
	Cadena de transmisión		390.87	3/4x7/16 (medidas)
	Piñón eje menor		299.70	1x1.1*4 (medidas)
	Reductor		345.43	k80 (moverica)
Conductor intermedio donelly n°5	Motor	Critico	1,990.00	siemens (12.5 hp)
	Cadena de transmisión		390.87	3/4x7/16 (medidas)
	Piñón eje menor		299.70	1x1.1*4 (medidas)
	Reductor		345.43	k80 (moverica)
	Base metálica fija		350.00	Materiales y mano de obra
Nivelador de caña n°3	motor	Critico	1,990.00	siemens (12.5 hp)
	reductor		345.43	k80 (moverica)
Desfibrador de caña	Motor	Critico	1,990.00	siemens (12.5 hp)
	Reductor		345.43	k80 (moverica)

	Soldar dientes de los machetes	Por realizar mantenimiento correctivo	300.00	Materiales y mano de obra
Conductor de caña nº5	Motor	Critico	1,990.00	siemens (12.5 hp)
	Reductor		345.43	k80 (moverica)
Bomba de jugo a la balanza nº1	Bomba	Critico	679.90	dab (1hp)
	Reductor		345.43	k80 (moverica)
Bomba de jugo a la criba nº1	Bomba	Critico	679.90	dab (1hp)
Bomba de desagüe nº1	Bomba	Critico	679.90	dab (1hp)
	Reductor		345.43	k80 (moverica)
Fuente: Elaboración propia.				

5.2. Capacitación al personal técnico del área de mantenimiento

Quienes son los encargados de realizar los mantenimiento correctivos y preventivos a los equipos del trapiche y de las demás áreas de la fabrica

TABLA N° 14: Capacitación técnica

Curso	Duración	Precio c/u	N° de personal
Mantenimiento predictivo basado en condición	16 horas	s/. 2,183	20
Costo total		s/. 43, 660	

Fuente: Elaboración propia.

El curso de MANTENIMIENTO PREDICTIVO BASADO EN CONDICIÓN³³ es un curso que analiza las diferentes técnicas de mantenimiento basado en condición, como el análisis de vibraciones, la termografía, la boroscopia, el análisis de aceites y de humos, el diagnóstico por ultrasonidos, etc., así como la implantación de esta sistemática en una organización, para formar auténticos expertos en la materia y facilitar así la implantación de esta estrategia de mantenimiento en cualquier clase de instalación.

5.3. Selección de equipos con estatus regular

Si bien estos equipos no presentan fallas continuamente, según la inspección se pudo verificar que se necesita realizar unas correcciones a corto plazo para no tener inconvenientes a futuro, tomando en cuenta los equipos que tienen mayor importancia en el proceso

TABLA N° 15: Selección de equipos de estatus regular del trapiche

Sistema	Equipo	Estado	Precio c/u	Observación
Bomba de imbibición n° 3		Regular	679.90	dab (1hp)
Zaranda n°2	Bomba	Regular	382.00	rotoplas(1/2 hp)
	Motor		1,990.00	siemens (12.5 hp)
Conductor intermedio donelly n°2	Cadena de transmisión	Regular	390.87	3/4x7/16 (medidas)
	Piñón eje menor		299.70	1x1.1*4 (medidas)
	Reductor		345.43	k80 (moverica)
	Motor		1,990.00	siemens (12.5 hp)
Conductor intermedio donelly n°4	Cadena de transmisión	Regular	390.87	3/4x7/16 (medidas)
	Piñón eje menor		299.70	1x1.1*4 (medidas)
	Reductor		345.43	k80 (moverica)

Fuente: Elaboración propia.

³³ FUENTE: RENOVETEC <http://renovetec.com/11118-curso-mantenimiento-predictivo-basado-en-condicion>

5.4. Trabajos adicionales para protecciones de equipos

Para tener una buena función de los equipos es necesario que estos operen en condiciones óptimas y como es sabido el trapiche es un lugar donde hay contaminación y los equipos están expuesto a la humedad y tierra.

- La Mano de Obra (MO) es asumido por la misma empresa donde se realizarán los trabajos
- Lo que se cotizo han sido los materiales a utilizar e insumos
- Esta cobertura metálica evitara que el equipo tenga contaminación externa
- Esta protección solo será para las bombas y/o motores que se encuentran más expuestas a contaminación.

TABLA N° 16: Cotización de protectores parabólicos

Material	Cantidad	Costo	N° de equipos
Plancha metálica 1/8"	1/2	90	8
Tubo cuadrado 1 ½ x 2mm	1	40	
Soldadura 1/8"	¼	4	
Rolado	1	10	
Costo total		832	

Fuente: Elaboración propia.

Para una mayor protección hacia el personal, se recomienda la fabricación de plataformas metálicas y escaleras de gato que son utilizadas para subir a inspeccionar los CONDUCTOR INTERMEDIO DONELLY" s para eso se requiere la comprar de material a utilizar, la Mano de Obra será asumida por el mismo personal de la empresa.

TABLA N° 17: Cotización de trabajos adicionales

Material	Precio c/u	Cantidad	Costo
Tubo galv redondo 1 ½ x 2 mm	60	7	420
Tubo galv redondo ¾ x2 mm	45	5	225
Soldadura 1/8"	15	5	65
Discos de corte 4 ½	3	5	15
Disco de desbaste 4 ½	1	1	5
Plancha estrellada 1/8	180	11	1980
Tubo rect 2"x6"x 3 mm	170	17	2890
Soldadura Supercito	13	7	91
Discos de corte 4 ½	3	12	36
Disco de desbaste 4 ½	5	3	15
Plancha estrellada 1/8	180	4	720
Tubo rect 2"x4"x3 mm	150	6	900
Soldadura Supercito	13	5	65
Discos de corte 4 ½	3	5	15
Disco de desbaste 4 ½	1	5	5
Costo Total		7,447.00	

Fuente: Elaboración propia.

El presupuesto total estimado para esta investigación es de: S/. 77, 913.45

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

- Se puede concluir que realizando el planteamiento del plan de mantenimiento preventivo programado logramos optimizar las condiciones de las máquinas de trapiche y podemos anticiparnos a las fallas evitando la inoperatividad mecánica.
- Se concluye que la presente investigación seleccionando los equipos críticos e involucrados en el proceso para poder realizar trabajos correctivos y de esta manera se consigue mejorar la disponibilidad de los equipos mecánicos de trapiche, la disponibilidad mejoraría el 30% de estado critico inicialmente encontrado.
- Se determinó que actualmente no se cumplen los planes de mantenimiento, es decir no tienen implementado un sistema de mantenimiento preventivo y además hay una mala gestión de los correctivos. No se cuenta con historiales de mantenimiento, documentos y/o formatos de registro.
- La empresa comenzará a trabajar con registro de trabajos, cada uno presentará un historial de cada uno de los equipos de trapiche, esto tendrá que ser reportado mensualmente por el Jefe de Mantenimiento a su jefatura superior.

BIBLIOGRAFIA

- http://www.pcmanagement.es/editorial/management_sp/Manual%20ingeniero%20mantenimiento.pdf
- <https://studylib.es/doc/7462851/universidad-tecnologica-tula-tepeji>
- http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0579_M.pdf
- <http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15234>
- <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/category/cat2499002/bombas-centrifugas>
- <https://www.rotoplas.com.pe/bomba-centrifuga-de-1-2-hp/p>
- http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/633/1/2016_Jordi_Jonathan_Galindo_Cruz.pdf
- <https://www.edipesa.com.pe/busqueda/el%20centricos/siemens>
- <https://www.moverica.com/reductores-de-velocidad/engranajes-rectos/spur/k80-1467>
- <https://www.bombasa.com/files/mce/files/BOMBA-PANAMA-K-MONO.pdf>

ANEXOS

FIGURA N° 8: Plano de distribución del trapiche

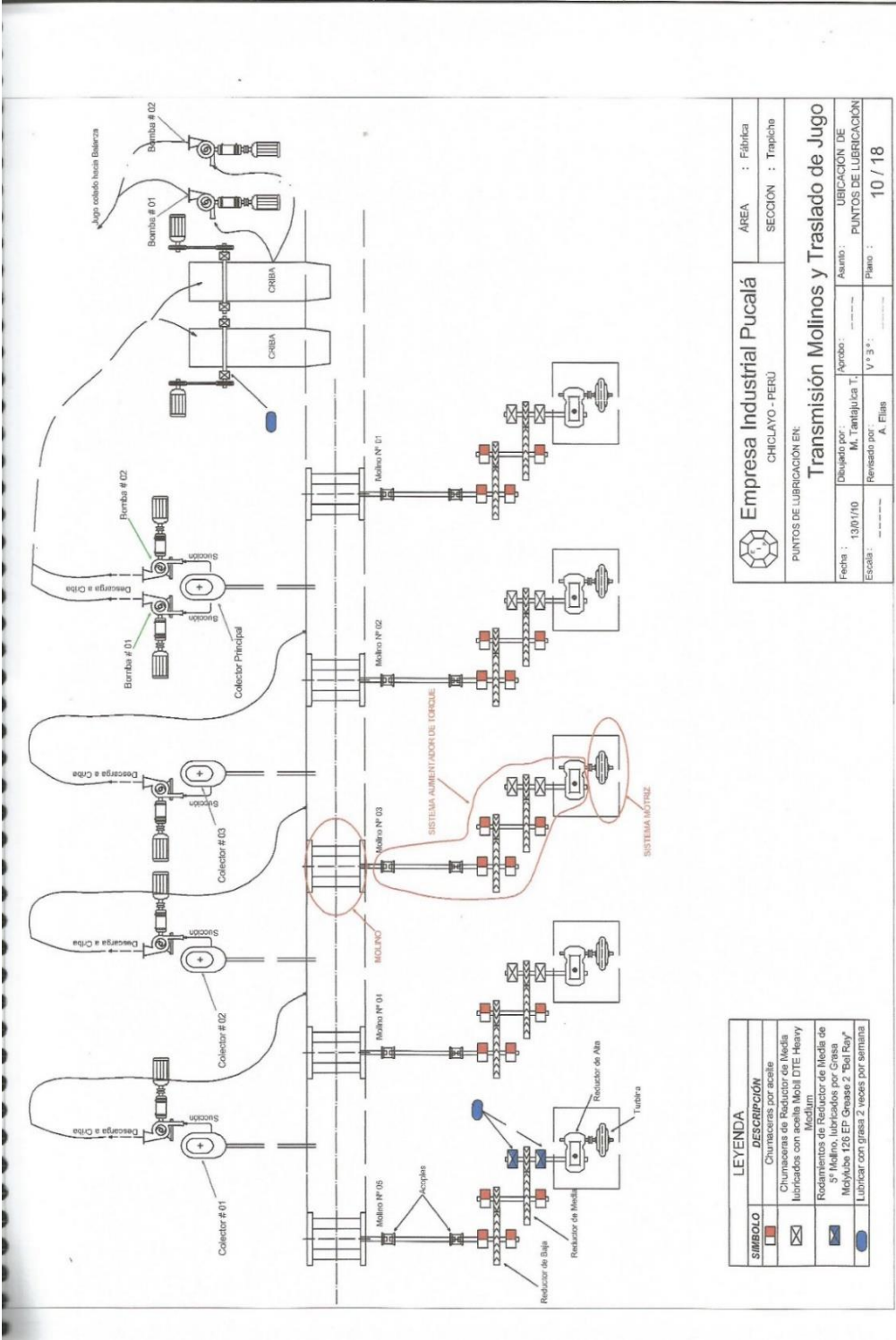


FIGURA N° 9: Plano de conductor intermedio donelly's y molinos

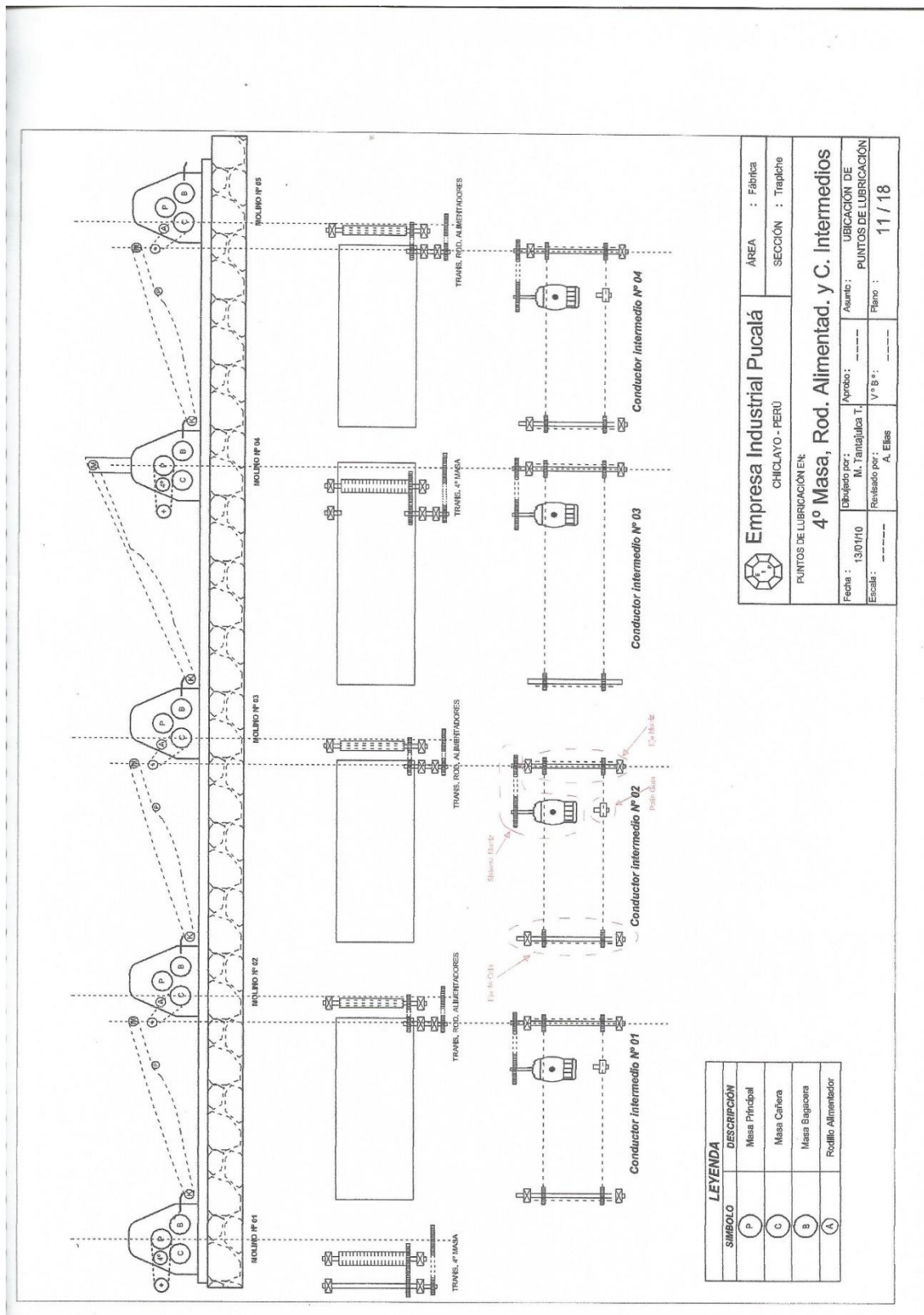


FIGURA N° 10: Plano de grúas hilo 1 y 2

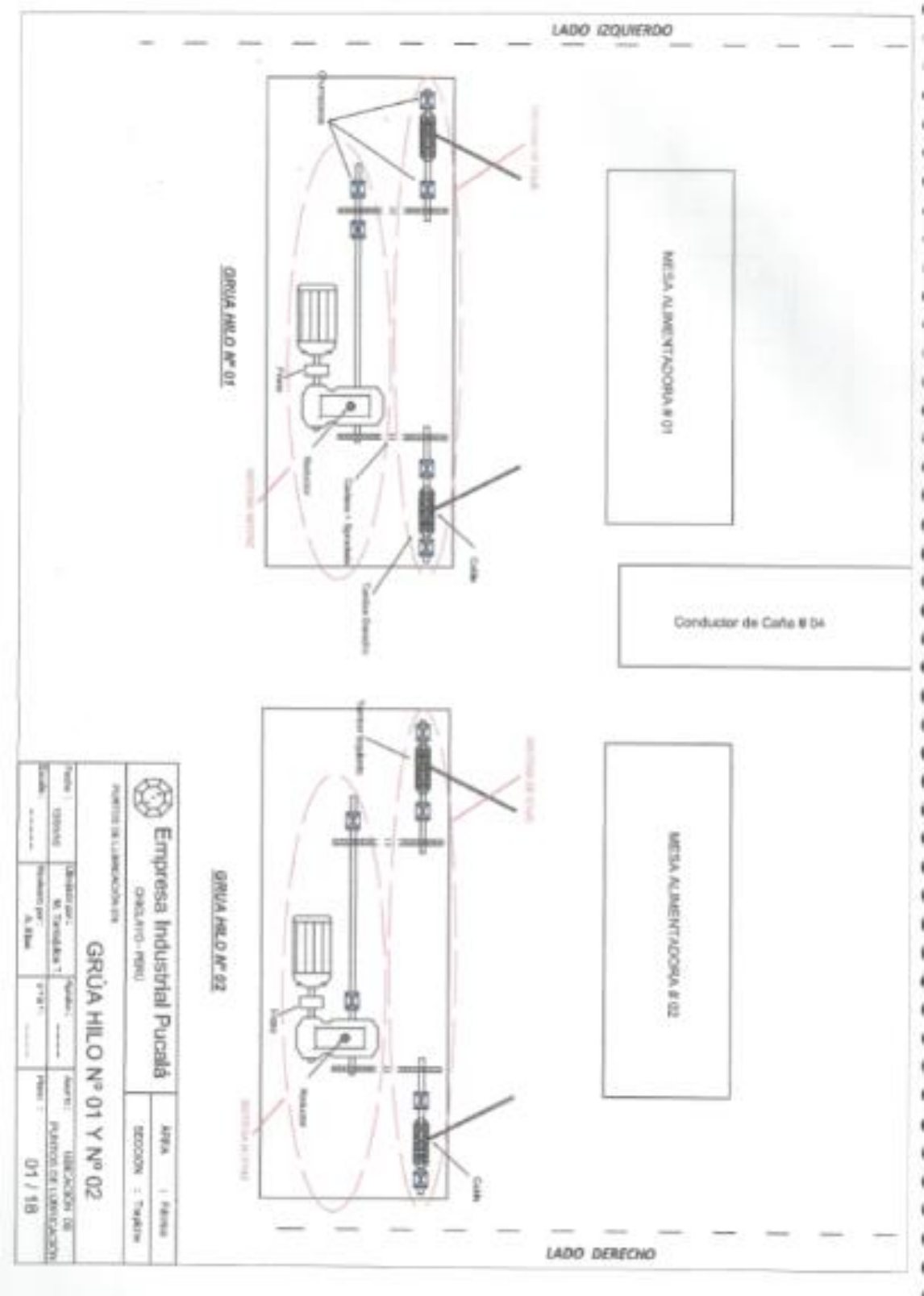


FIGURA N° 11: Plano mesa alimentadora n°1

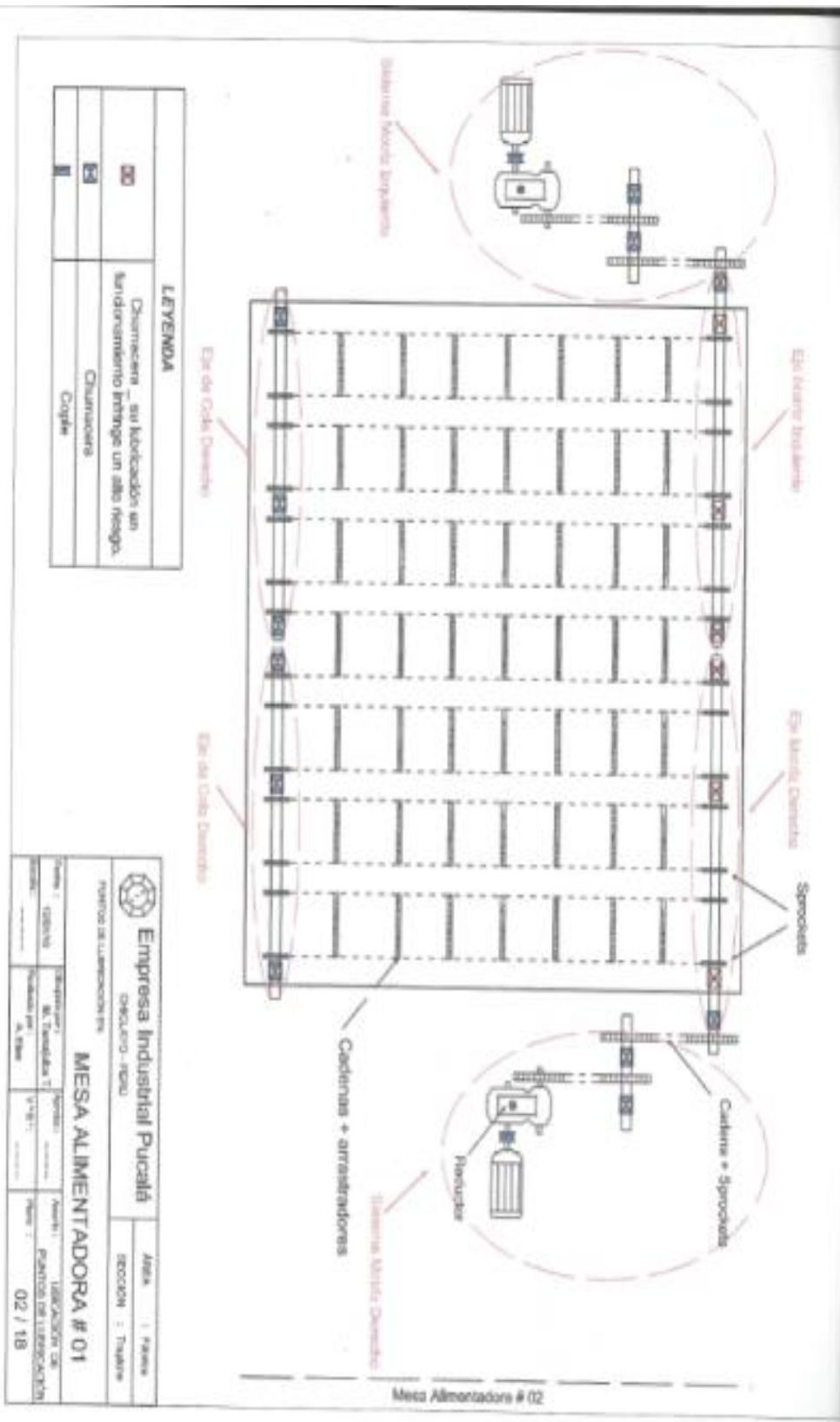


FIGURA N° 12: Plano mesa alimentadora n°2

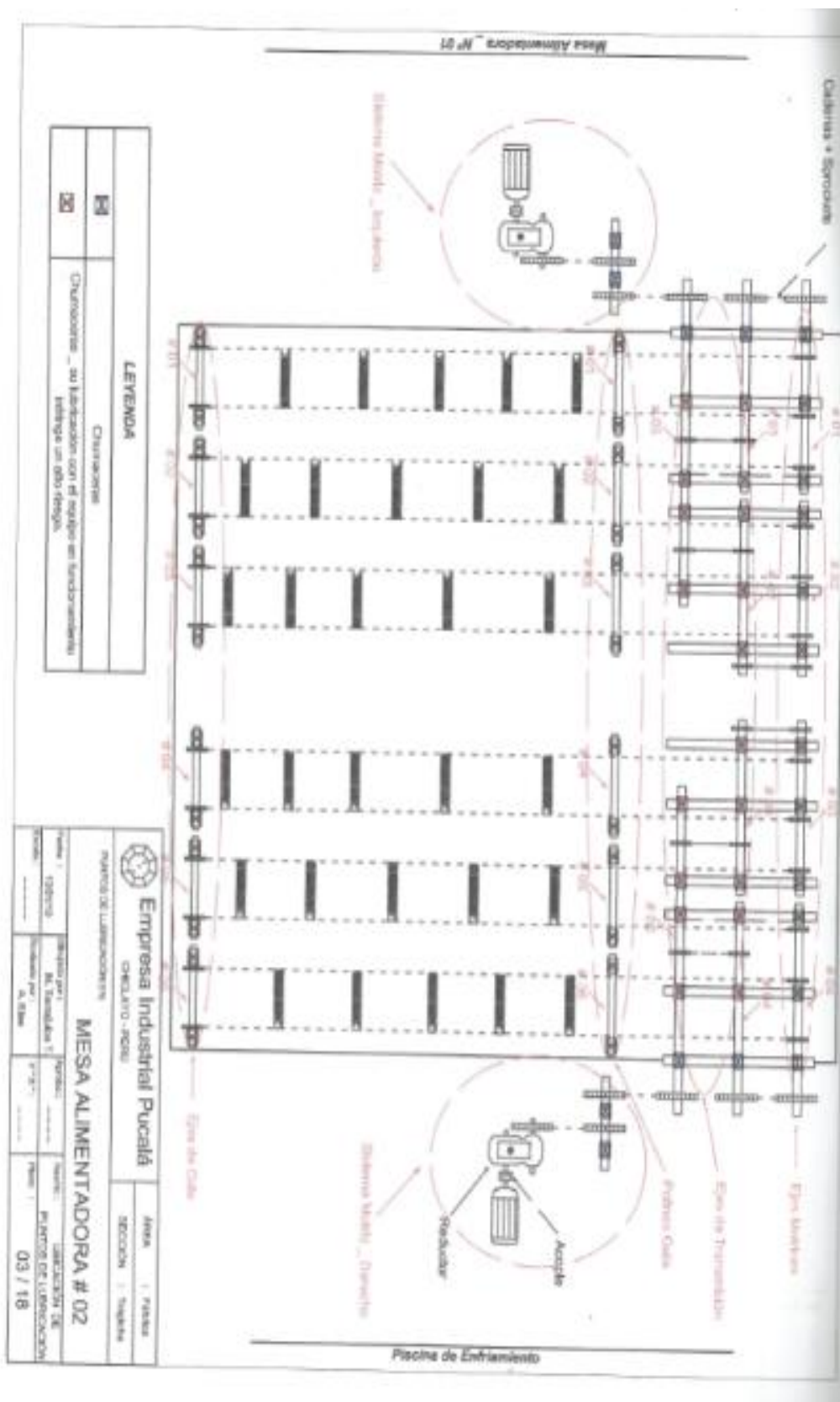


FIGURA N° 13: Conductor de caña n° 1

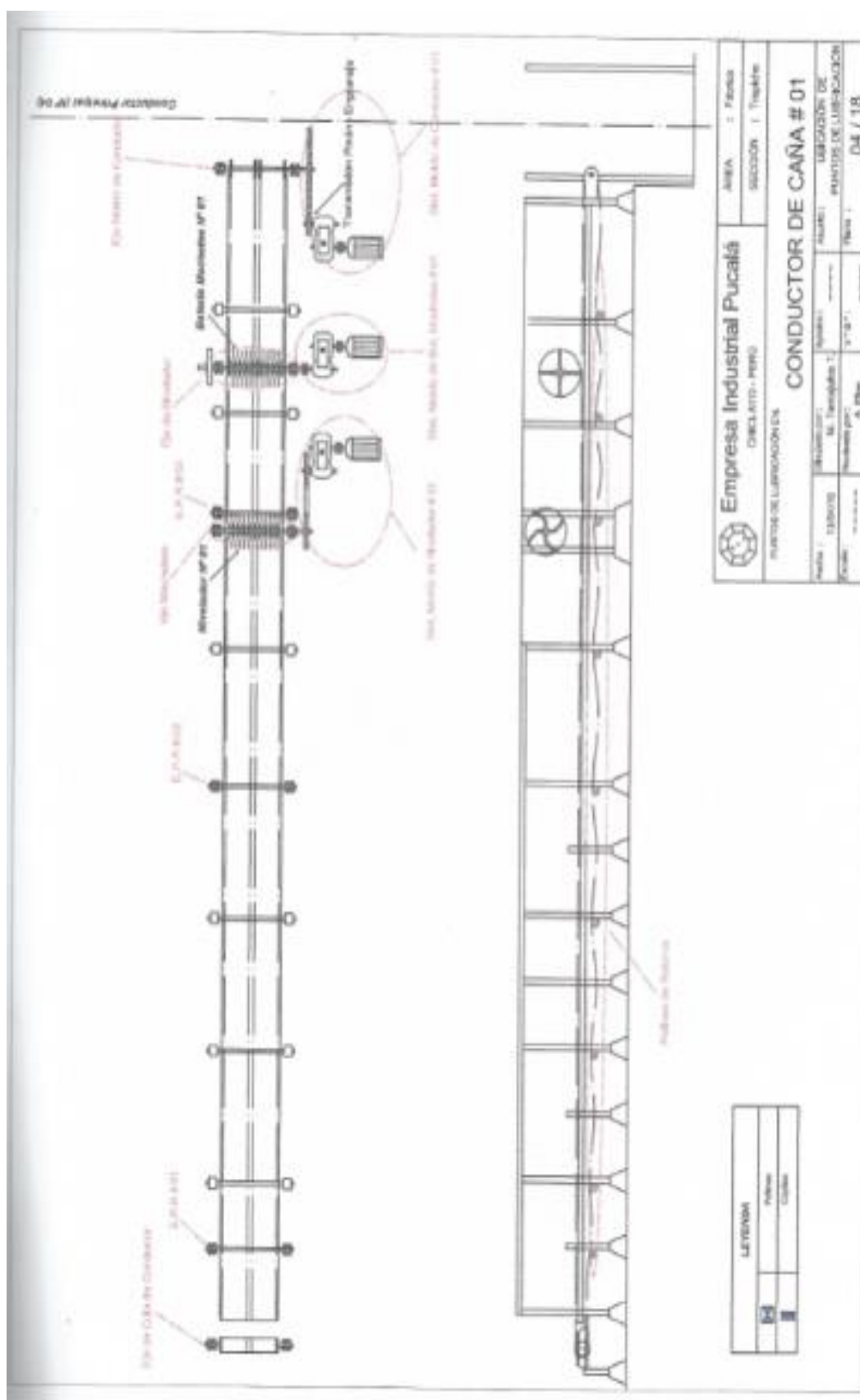


FIGURA N° 14: Conductor de caña n° 2

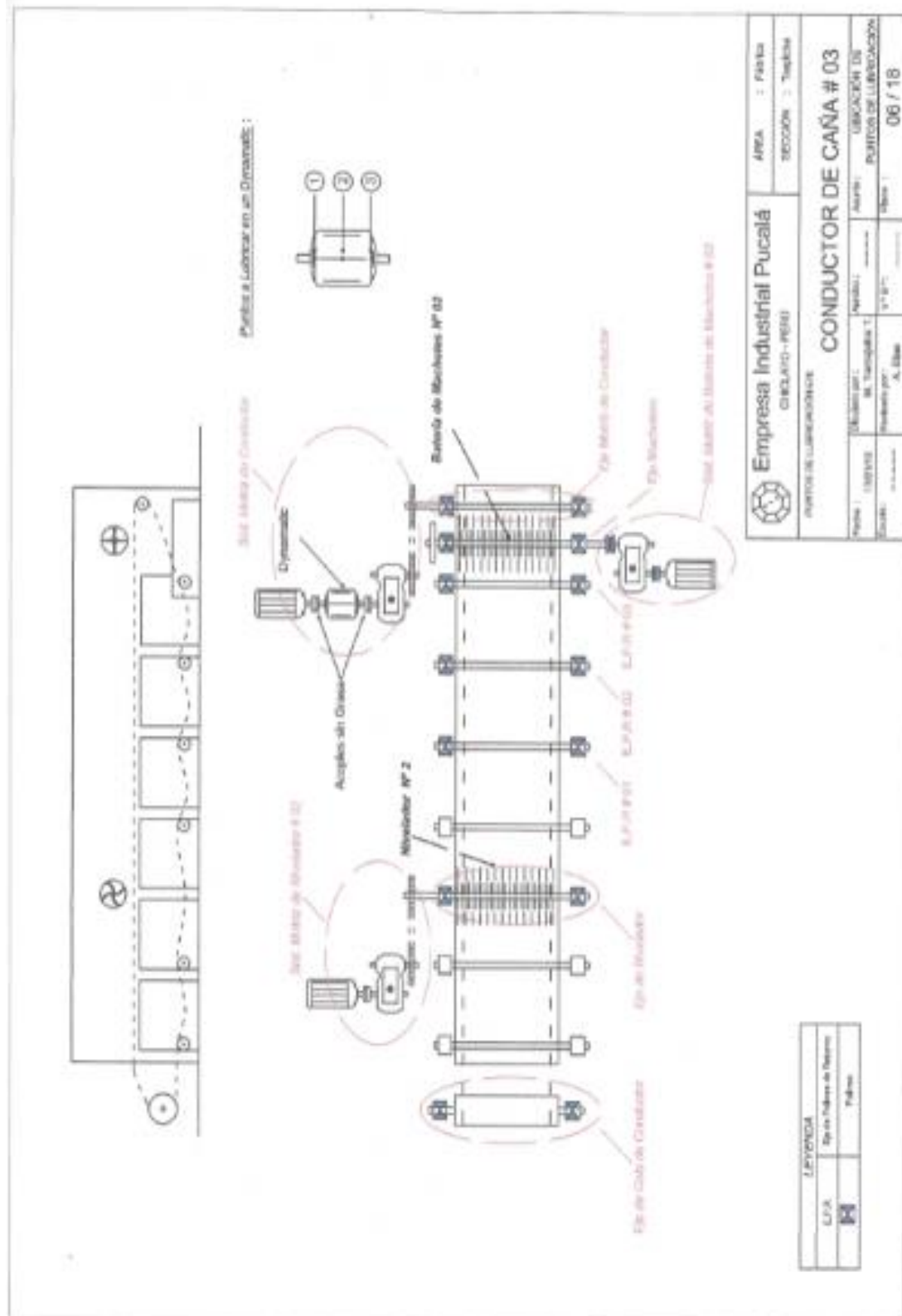


FIGURA N° 15: Conductor de caña n° 3

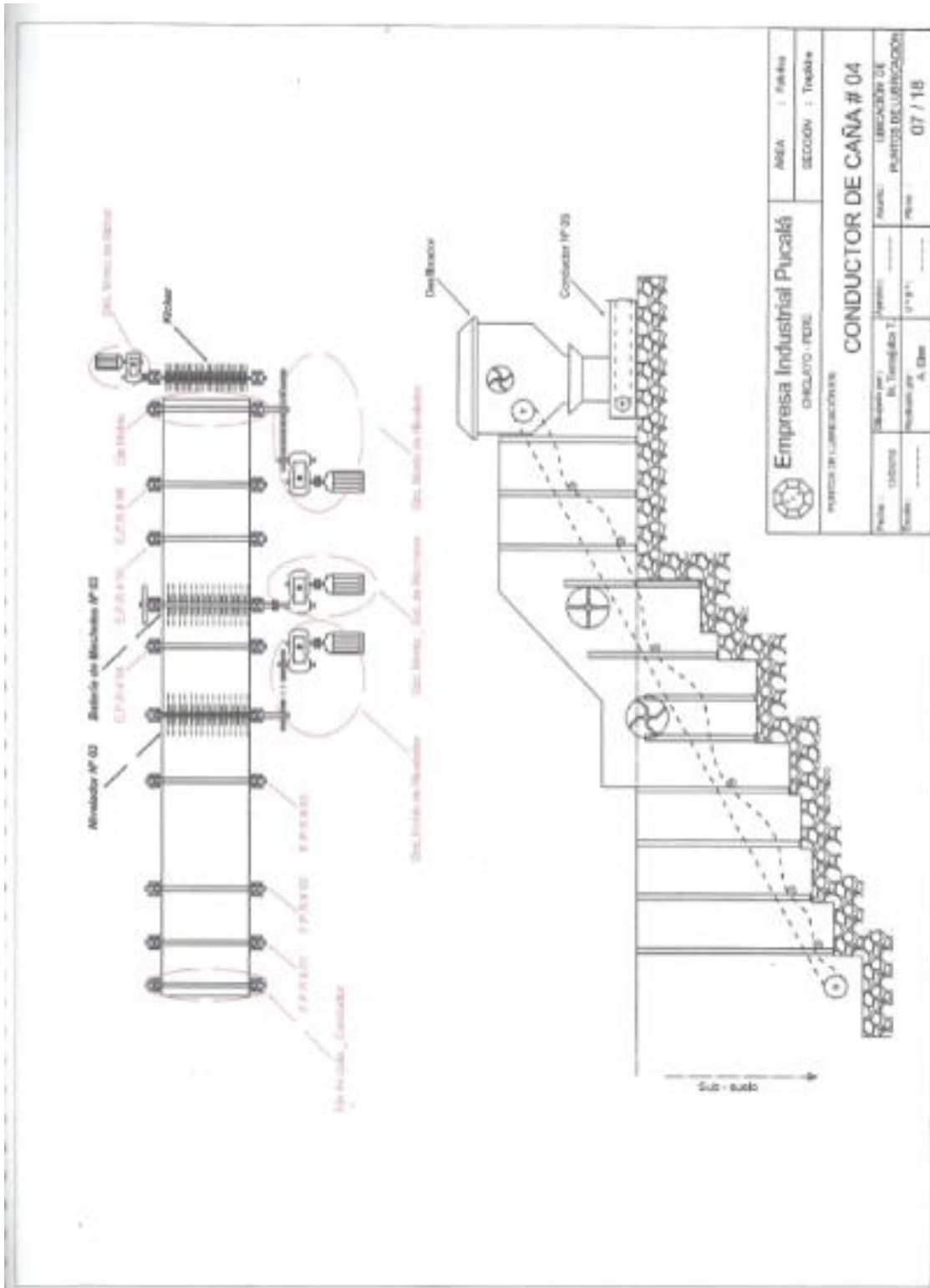


FIGURA N° 16: Conductor de caña n° 4

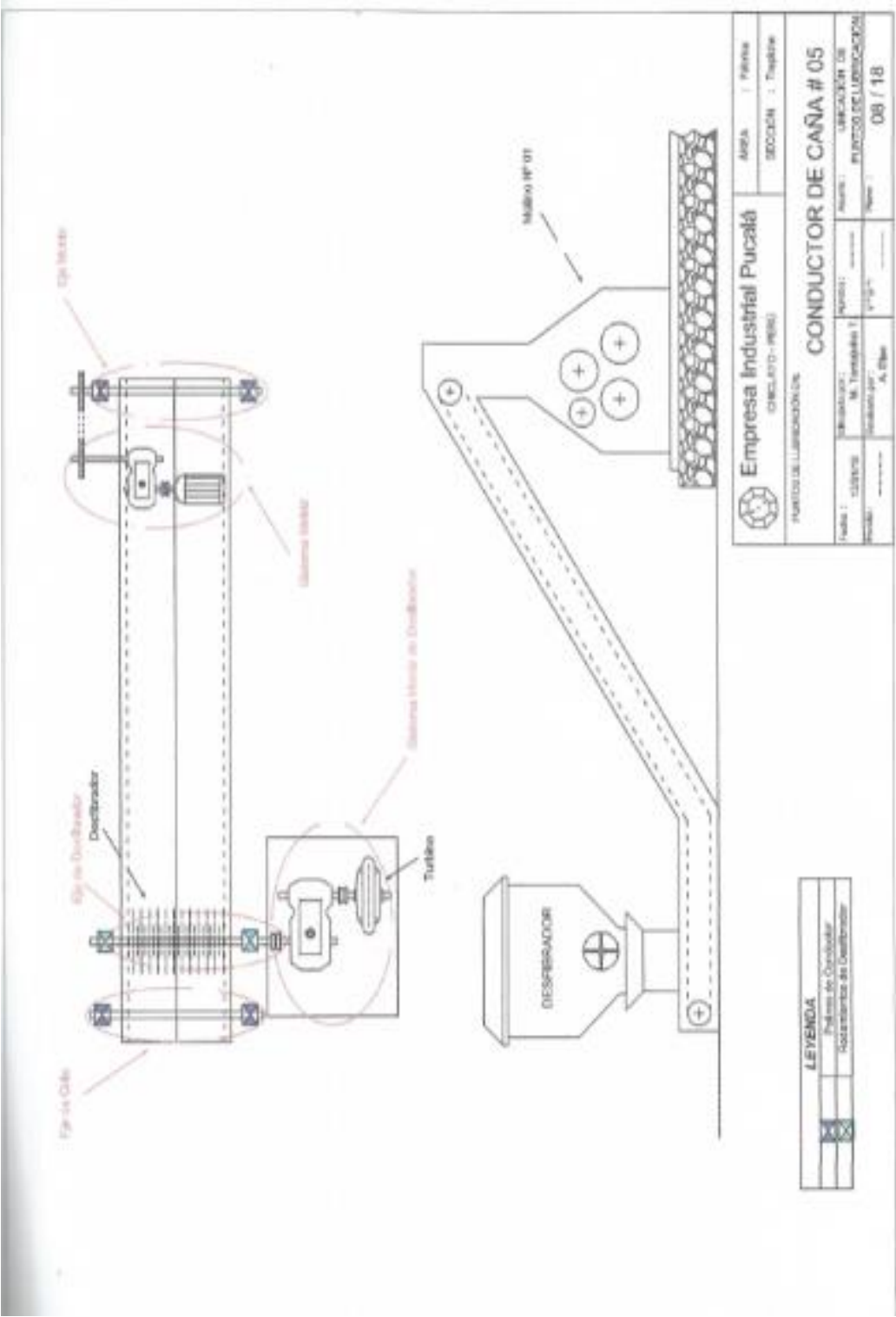


FIGURA N° 17: Rutas de lubricación

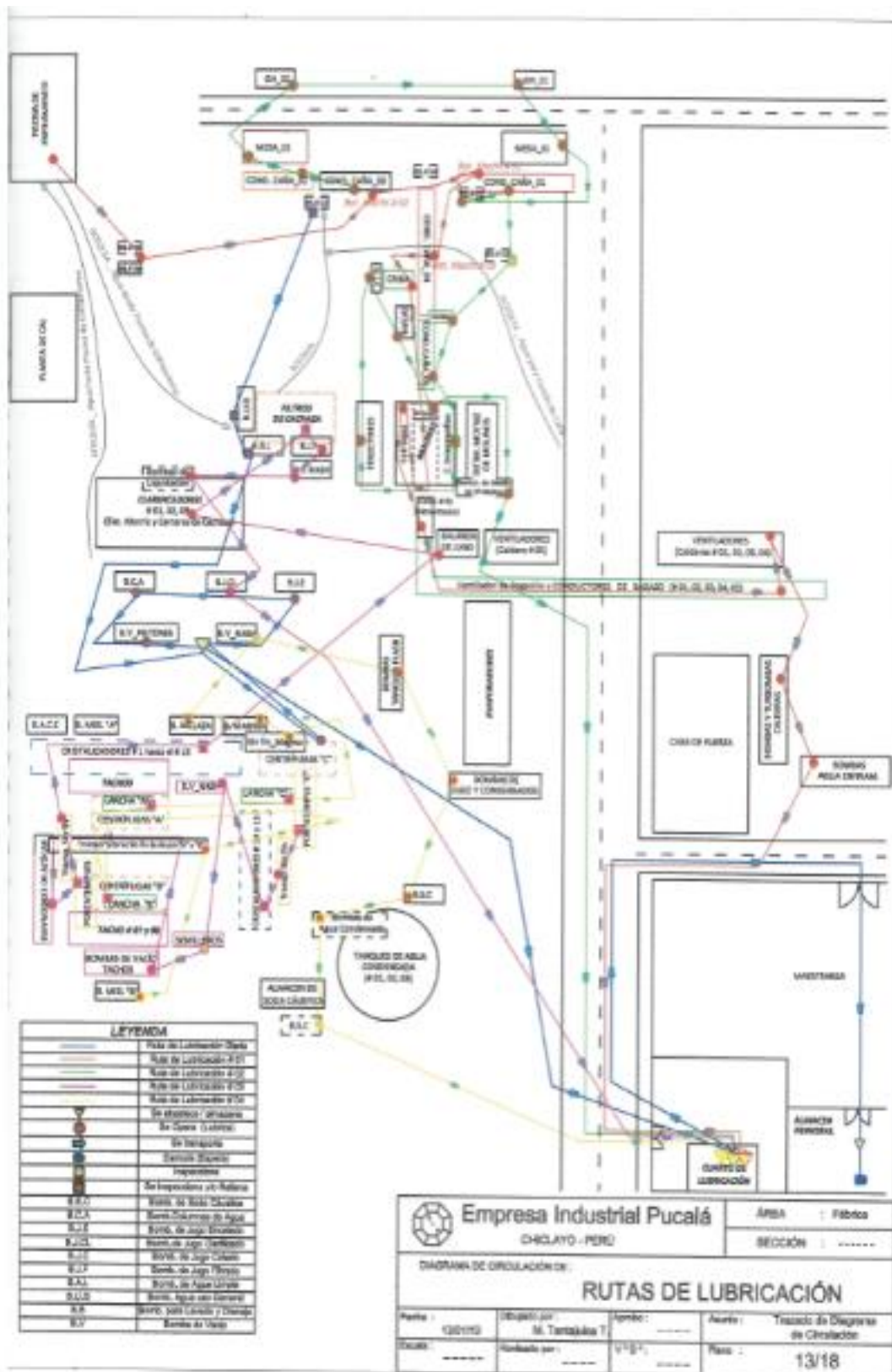



FIGURA N° 18: Foto del analizador de vibraciones skf de la empresa Agropucala



FIGURA N° 19: Ficha de bomba marca dab

BOMBAS CENTRÍFUGAS

K
BOMBAS CENTRÍFUGAS MONOTURBINA



MOTORES ALTA EFICIENCIA

CE

ALIMENTACIÓN HÍDRICA DOMÉSTICA, CIVIL E INDUSTRIAL

Bomba centrífuga de dos rodetes diseñada para su empleo en grupos de presión para el suministro de agua en instalaciones domésticas, civiles e industriales. Adapta para el riego por aspersión y otras aplicaciones para el suministro de agua en general. Cuerpo de la bomba y soporte del motor de fundición. Rodete de tecnopolímero.

Eje motor de acero inoxidable. Cierre mecánico de carbono/cerámica. Motor cerrado asincrónico y refrigerado por ventilación externa. Protección térmica incorporada y condensador permanente en la versión monofásica. Para la protección del motor trifásico se recomienda el uso de un dispositivo de protección contra sobrecargas que respete las normas vigentes.

Rango de funcionamiento: de 1.2 a 30 m³/h con altura de elevación hasta 97 metros.

Características del líquido bombeado: limpio, sin sólidos ni sustancias abrasivas, no viscoso, no agresivo, no cristalizado, químicamente neutro y con características similares al agua.

Rango de temperatura del líquido: de -10°C a +50°C bar. para K 35/40, K 45/50, K 35/100, K 40/100, K 55/100 de -15°C a +110°C bar. para K 55/50, K 66/100, K 90/100, K 70/300, K 80/300, K 70/400, K 80/400.

Profundidad máxima de funcionamiento: K 35/40, K 35/100, K 40/100: 6 bar (600 kPa) K 45/50, K 55/50: 8 bar (800 kPa) K 55/100, K 66/100: 10 bar (1000 kPa) K 90/100, K 70/300, K 80/300 K 70/400, K 80/400: 12 bar (1200 kPa).

Temperatura ambiente máxima: +40°C.

Grado de protección: IP 44

Grado de protección de la regleta de conexiones: IP 55

Clase de aislamiento: F.

DATOS TÉCNICOS

MODELO	CÓDIGO	DATOS ELÉCTRICOS						
		ALIMENTACIÓN 60 Hz	P1 MÁX kW	P2 NOMINAL		In A	CONDENSADOR	
				kW	HP		µF	Vc
K 20/41 115/60M NB	102115724	1x115 V~	0,4	0,37	0,5	4,3	40	250
K 20/41 220-230/60M	102115604	1x220-230 V~	0,72	0,37	0,5	3-3,2	10	450
K 20/41 M 115/230 V dual ALIMENTACIÓN	60113967	115/230 V~ - dual ALIMENTACIÓN	0,8	0,37	0,5	6,7-3,5	40	250
K 20/41 220-277/380-480/60T	102115614	3x220-277/380-480 V~	0,74	0,37	0,5	2,2-1,26	-	-
K 30/70 115/60M NB (int. Capac.)	60115476	1x115 V~	1,5	0,75	1	14,5	80	250
K 30/70 220-230/60M NB	102115624	1x220-230 V~	1,5	0,75	1	6,9-7,2	25	450
K 30/70 M 115/230 V dual ALIMENTACIÓN	60113968	1x115/230 V~ - dual ALIMENTACIÓN	1,5	0,75	1	14,5-7,35	80	450
K 30/70 220-277/380-480/60T	102115634	3x220-277/380-480 V~	1,35	0,75	1	4-2,3	-	-
K 30/100 220-230/60M CEE	102115640	1x220-230 V~	1,72	1,1	1,5	7,6-6	31,5	450
K 30/100 220-277/380-480/60T	102115650	3x220-277/380-480 V~ - máx.	1,51	1,1	1,5	5,2-3	-	-
K 36/100 220-230/60M CEE	102115700	1x220-230 V~	2,1	1,85	2,5	9-9,4	40	450
K 36/100 220-277/380-480/60T	102115660	3x220-277/380-480 V~	2	1,85	2,5	6-3,4	-	-
K 12/200 115/60M NB	60115477	1x115 V~	1,27	0,75	1	12,9	80	250
K 12/200 220-230/60M NB	103113164	1x220-230 V~	1,18	0,75	1	5,9-6,2	25	450
K 12/200 220-277/380-480/60T	103111184	3x220-277/380-480 V~	1,2	0,75	1	3,7-2	-	-
K 36/200 220-277/380-480/60T	102115670	3x220-277/380-480 V~	3	2,2	3	9,4-4,7	-	-
K 40/200 220-277/380-480/60T	102115680	3x220-277/380-480 V~	4	3	4	10,4-8,6	-	-
K 55/200 220-277/380-480/60T	102115690	3x220-277/380-480 V~	5,2	4	5,5	15,6-9	-	-
K 14/400 220-230/60M CEE	102135800	1x220-230 V~	1,9	1,85	2,5	9-9,5	31,5	450
K 14/400 220-277/380-480/60T	102135600	3x220-277/380-480 V~	2	1,85	2,5	5,2-3	-	-
K 11/500 220-277/380-480/60T	102131990	3x220-277/380-480 V~	2,84	2,2	3	7,3-4,2	-	-
K 25/500 220-277/380-480/60T	102135620	3x220-277/380-480 V~	4,7	4	5,5	11,4-6,6	-	-
K 40/400 220-277/380-480/60T	102132130	3x220-277/380-480 V~	7,7	5,5	7,5	18,7-10,8	-	-
K 50/400 220-277/380-480/60T	102132170	3x220-277/380-480 V~	10	7,5	10	25-14,6	-	-
K 30/800 220-277/380-480/60T	102132210	3x220-277/380-480 V~	8,8	7,5	10	22,3-12,9	-	-
K 40/800 220-277/380-480/60T	102132250	3x220-277/380-480 V~	11	9,2	12,5	28,4-16,4	-	-
K 50/800 220-277/380-480/60T	102132290	3x220-277/380-480 V~	13	11	15	32-18,6	-	-
K 20/1200 220-277/380-480/60T	102132570	3x220-277/380-480 V~	8,9	7,5	10	22-12,8	-	-
K 25/1200 220-277/380-480/60T	102132610	3x220-277/380-480 V~	10	9,2	12,5	26-15	-	-
K 35/1200 220-277/380-480/60T	102132650	3x220-277/380-480 V~	12	11	15	29,4-17	-	-

K

BOMBAS CENTRÍFUGAS MONOTURBINA

MODELO	A	B	C	D	E	F	G	H	H1	H2	DNA			DNM			DIMENSIONES EMBALAJE			VOLUMEN	PESO Kg	
											X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2	L/A	L/B	H			
K20/41 M	300	160	50	100	50	15	110	9	205	85	120	1"			1"			332	202	257	0,034	10,1
K20/41 T	300	160	50	100	50	15	110	9	205	85	120	1"			1"			332	202	257	0,034	9,3
K20/41 M 115/230	300	209	50	100	50	14	110	9	206	85	120	1"			1"			332	202		0,034	10,4
K30/70 M	300	185	50	108	58	15	140	9	235	100	135	1"			1"			232	232	262	0,034	14,8
K30/70 T	346	185	50	108	58	15	140	9	235	100	135	1"			1"			392	232	262	0,034	13,7
K30/70 M 115/230	300	223	50	108	58	14	140	9	235	100	135	1"			1"			392	232		0,034	15,1
K30/100 M	333	200	50	114	64	15	140	9	255	105	150	1"1/2			1"			427	246	307	0,032	18,5
K30/100 T	333	200	50	114	64	15	140	9	255	105	150	1"1/2			1"			427	246	307	0,032	18,2
K36/100 M-T	333	200	50	114	64	15	140	9	255	105	150	1"1/2			1"			427	246	307	0,032	19,7
K12/200 M	335	169	45	114	69	15	110	9	218	85	125	1"1/2			1"1/2			392	232	262	0,034	14
K12/200 T	351	169	45	114	69	15	110	9	218	85	125	1"1/2			1"1/2			392	232	262	0,034	13,8
K36/200 T	425	250	55	-	86	-	175	14	320	135	185	2"			1"1/4			512	276	345	0,049	32,1
K40/200 T	425	250	55	-	86	-	175	14	320	135	185	2"			1"1/4			512	276	345	0,049	33,9
K55/200 T	425	250	62	-	86	-	175	14	320	135	185	2"			1"1/4			512	276	345	0,049	33,9
K14/400 M	430	200	62	-	74	-	120	14	270	105	165	2"			2"			427	246	307	0,032	24,5
K14/400 T	358	200	62	-	74	-	120	14	270	105	165	2"			2			427	246	307	0,032	22
K11/500 T	440	240	62	-	100	-	155	14	312	132	180	2"1/2			2			512	286	345	0,049	33,2
K18/500 T	440	240	62	-	100	-	155	14	312	132	180	2"1/2			2			512	286	345	0,049	35,6
K28/500 T	440	240	62	-	100	-	155	14	312	132	180	2"1/2			2			512	286	345	0,049	39,6
K40/400 T	580	273	100	-	100	-	212	14	360	160	200	185	145	65	185	125	50	680	330	572	0,128	78,8
K50/400 T	580	273	100	-	100	-	212	14	360	160	200	185	145	65	185	125	50	680	330	572	0,128	78,8
K30/800 T	620	273	100	-	100	-	212	14	385	160	200	185	160	65	185	125	50	680	330	572	0,128	90,2
K40/800 T	620	273	100	-	100	-	212	14	385	160	200	185	160	65	185	125	50	680	330	572	0,128	95
K50/800 T	620	273	100	-	100	-	212	14	385	160	200	185	160	65	185	125	50	680	330	572	0,128	104,3
K20/1200 T	620	273	100	-	100	-	212	14	385	160	200	185	160	65	185	125	50	680	330	572	0,128	88
K25/1200 T	620	273	100	-	100	-	212	14	385	160	200	185	160	65	185	125	50	680	330	572	0,128	94
K35/1200 T	620	273	100	-	100	-	212	14	385	160	200	185	160	65	185	125	50	680	330	572	0,128	100

BOMBAS CENTRÍFUGAS

FIGURA N° 20: Inspección a equipos del trapiche

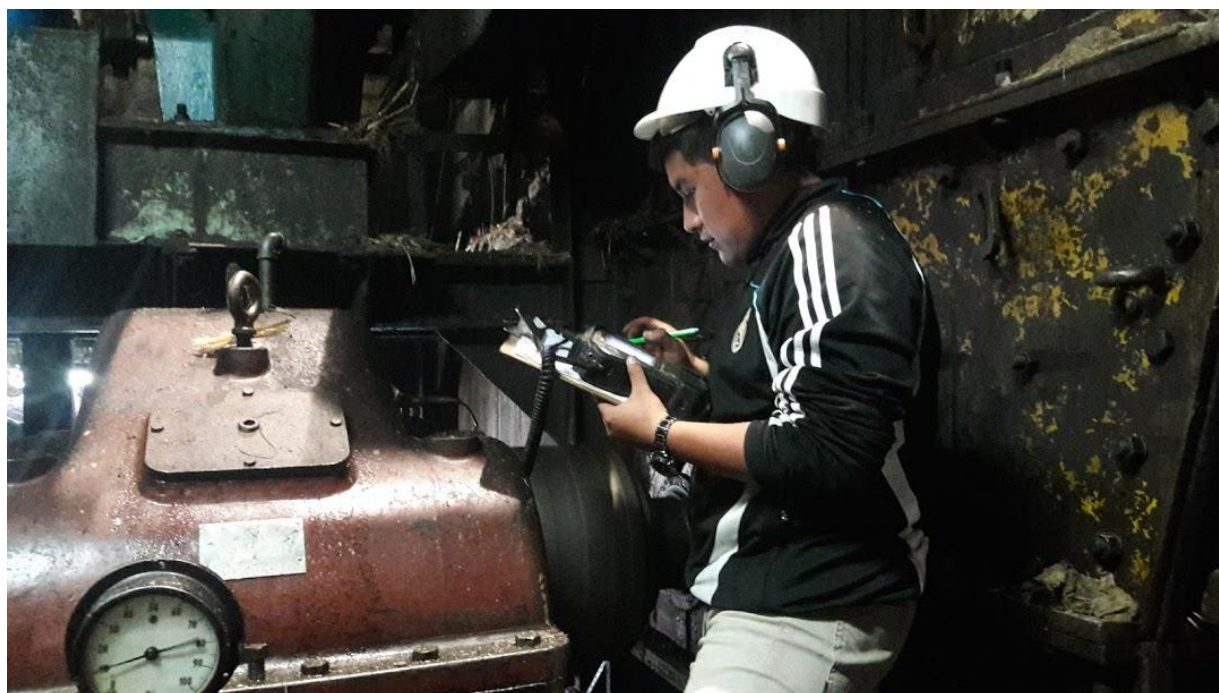
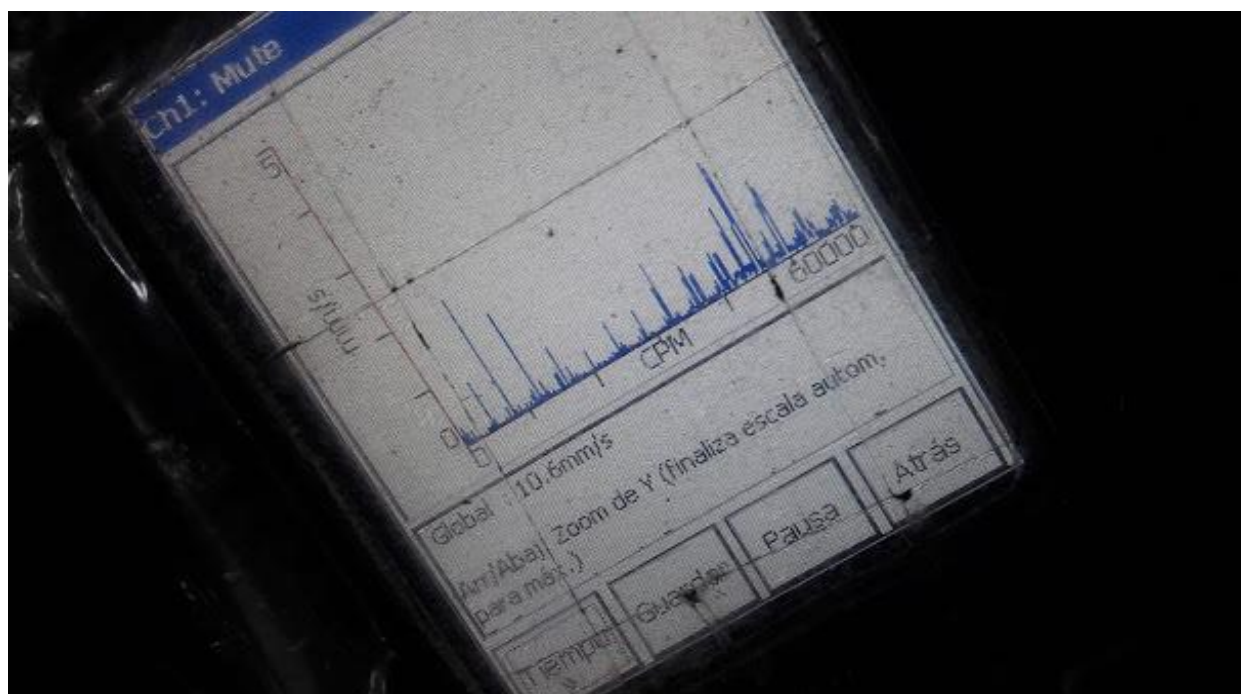


FIGURA N° 21: Resultados al realizar las inspecciones



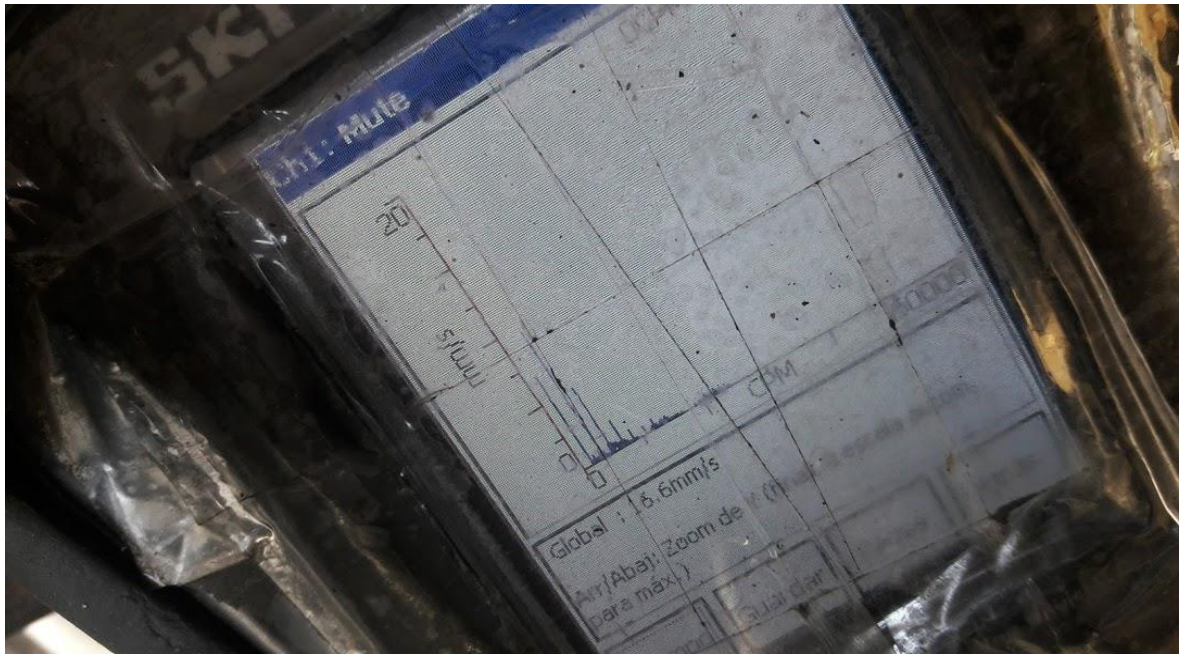


FIGURA N° 22: Foto entrada a fabrica

