

# UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE INGENIERÍA ADMINISTRATIVA E INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICIONES EN LA EMPRESA  
SEDISA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA HUACHIPA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

BACHILLER: MESIAS ALMEYDA, ESTICK EDWAR

ASESOR:

INGENIERO: PEREZ BOLIVAR, RUBEN FRANCISCO

LIMA PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A mis padres Gloria y Walter

a mis hermanos,

a mis sobrinos todos,

a mi tía Rosa,

Con mucho amor a ellos, que me motivaron

En el emprendimiento de este proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

Es difícil agradecer a todas las personas que colaboraron de forma indirecta o directamente en el desarrollo de este informe, pero es justo mencionar para darle los méritos y créditos a quienes se lo merecen.

- ☒ A la facultad de Ingeniería Administrativa e Ingeniería Industrial.
- ☒ A mis familiares y amigos por su apoyo constante.
- ☒ A mi asesor, por su orientación y control de este proyecto de tesis.
- ☒ A mi centro de labores que me brindo las facilidades del caso.

**MUCHAS GRACIAS A TODOS LO QUE HICIERON ESTO FUERA POSIBLE**

# ÍNDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>DEDICATORIA.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTOS.....</b>                                      | <b>2</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>RESUMEN .....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>ABSTRACT.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....</b>             | <b>11</b> |
| 1.1 Datos generales.....   | 12        |
| 1.2 Nombre o razón social de la empresa.....                     | 12        |
| 1.3 Ubicación de la empresa .....                                | 12        |
| 1.4 Giro de la empresa.....                                      | 13        |
| 1.5 Tamaño de la empresa (micro, pequeña, mediana o grande)..... | 13        |
| 1.6 Breve reseña histórica de la empresa .....                   | 14        |
| 1.7 Organigrama de la empresa.....                               | 4         |
| 1.8 Misión, visión, políticas .....                              | 6         |
| 1.8.1 Misión .....   | 6         |
| 1.8.2 Visión.....  | 6         |
| 1.8.3 Política.....  | 6         |
| 1.9 Productos .....  | 6         |
| 1.10 Certificaciones.....  | 6         |
| <b>CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>             | <b>8</b>  |
| 2.1 Descripción de la realidad problemática.....                 | 8         |
| 2.2 Formulación del problema .....                               | 11        |
| 2.2.1 Definición del problema .....                              | 11        |
| 2.3 Objetivo general y objetivo específicos .....                | 11        |
| 2.3.1 Objetivo general: .....                                    | 11        |
| 2.3.2 Objetivo específico:.....                                  | 12        |
| 2.4 Delimitación del estudio .....                               | 12        |
| 2.4.1 Delimitación temporal.....                                 | 12        |
| 2.4.2 Delimitación espacial .....                                | 12        |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 2.5   | Justificación del estudio.....  | 12        |
| 2.5.1   | Justificación teórica.....  | 12        |
| 2.5.2   | Justificación práctica.....   | 12        |
| 2.5.3   | Justificación económica.....  | 13        |
| 2.5.4   | Justificación metodológica.....   | 13        |
| 2.6   | Alcance y limitaciones.....   | 13        |
| 2.6.1   | Alcances.....   | 13        |
| 2.6.2   | Limitaciones.....   | 13        |
| <b>CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....</b>                                 |   | <b>14</b> |
| 3.1   | Marco histórico.....  | 14        |
| 3.2   | Bases teóricas.....   | 15        |
| 3.2.1   | Gestión de Mantenimiento.....   | 15        |
| 3.2.2   | Productividad:.....   | 19        |
| 3.3   | Investigaciones.....  | 23        |
| 3.3.1   | Investigaciones Internacionales.....  | 23        |
| 3.3.2   | Investigaciones Nacionales.....   | 25        |
| 3.4   | Marco conceptual:.....  | 27        |
| <b>CAPÍTULO IV. Metodología.....</b>                                    |   | <b>29</b> |
| 4.1   | Tipo y diseño de la investigación.....  | 29        |
| 4.2   | Población, muestra.....   | 31        |
| 4.2.1   | Población:.....   | 31        |
| 4.2.2   | Muestra:.....   | 31        |
| 4.3   | Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....  | 32        |
| 4.4   | Procesamiento de datos.....   | 32        |
| <b>CAPÍTULO V. Análisis crítico y planteamiento de alternativa.....</b> |   | <b>36</b> |
| 5.1   | Determinación de alternativas de solución.....  | 36        |
| 5.1.1   | Priorizar la reparación de equipos que se encuentran en alarma o emergencia según su criticidad:..... | 36        |
| 5.1.2   | Establecer proceso adecuados en la gestión del mantenimiento basado en condición.....                 | 36        |
| 5.2   | Evaluación de alternativas de solución.....   | 36        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.2.1 Evaluación de “Priorizar la reparación de equipos que se encuentran en alarma o emergencia según su criticidad”: | 37        |
| 5.2.2 Evaluación de “Establecer proceso adecuados en la gestión del mantenimiento basado en condición”                 | 37        |
| <b>CAPÍTULO VI. Prueba de diseño</b>   | <b>38</b> |
| 6.1 Justificación de la propuesta elegida  | 38        |
| 6.2 Desarrollo de la propuesta elegida   | 39        |
| <b>CAPÍTULO VII. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA</b>  | <b>50</b> |
| 7.1 Propuesta económica de implementación.   | 50        |
| 7.2 Calendario de actividades y recursos   | 51        |
| <b>CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>   | <b>58</b> |
| Conclusiones:  | 58        |
| Recomendaciones:   | 65        |
| <b>CAPÍTULO IX. BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN</b>  | <b>66</b> |
| Bibliografía:  | 66        |
| Otras referencias:   | 67        |
| <b>ANEXOS</b>  | <b>69</b> |
| ANEXO 1. Evidencia de actividades de mantenimiento basado en condición.  | 69        |
| ANEXO 2. Formato para recolección de datos de la condición de los equipos.   | 70        |
| ANEXO 3. Formato de reporte detallado de equipos en condiciones inaceptables.  | 71        |
| ANEXO 4. Softwares usados para el análisis de los datos colectados.  | 72        |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1. Evolución general de estado (condición) de activos              | 34 |
| Gráfico 2. Evolución general de los modos de falla.                        | 35 |
| Gráfico 3. Condición de activos – noviembre 2019                           | 42 |
| Gráfico 4. Pareto de modos de falla  | 42 |
| Gráfico 5. Pareto de Familia de activos con modos de falla                 | 43 |
| Gráfico 6. Productos defectuosos (Broke)                                   | 62 |
| Gráfico 7. Producción mensual de cajas                                     | 63 |
| Gráfico 8. Producido VS Defectuosos  | 63 |
| Gráfico 9. Trazabilidad - Atención de equipos en condiciones no aceptables | 64 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Correspondencia entre tipos de estudio, hipótesis y diseño de investigación. .... | 30 |
| Tabla 2. Costos de producción .....  | 32 |
| Tabla 3. Lucro cesante .....   | 33 |
| Tabla 4. Equipos en condiciones inaceptables – Noviembre 2019. ....                        | 39 |
| Tabla 5. Criterios para evaluar la criticidad de equipos – Método de jerarquización .....  | 44 |
| Tabla 6. Área y personal de mantenimiento. ....  | 47 |
| Tabla 7. Plan de capacitaciones.....   | 48 |
| Tabla 8. Reporte de trazabilidad.....  | 49 |
| Tabla 9. Costo de capacitaciones .....   | 50 |
| Tabla 10. Recursos .....   | 51 |
| Tabla 11. Actividades Enero – Febrero 2020 .....   | 52 |
| Tabla 12. Actividades Marzo – Abril 2020 .....   | 53 |
| Tabla 13. Actividades Abril – Mayo 2020 .....  | 54 |
| Tabla 14. Actividades Junio – Julio 2020.....  | 55 |
| Tabla 15. Actividades Agosto – Setiembre 2020 .....  | 56 |
| Tabla 16. Actividades Noviembre – Diciembre 2020.....                                      | 57 |
| Tabla 17. OTs generadas .....  | 60 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|   |    |
|---|----|
| Imagen 1. Ubicación de la empresa.....                      | 12 |
| Imagen 2. Ubicación de la planta .....                      | 13 |
| Imagen 3. Organigrama general .....                         | 4  |
| Imagen 4. Organigrama de la unidad.....                     | 5  |
| Imagen 5. Certificado de homologación emitida por SGS. .... | 7  |
| Imagen 6. Layout de planta. ....                            | 10 |
| Imagen 7. Diagrama Diseño de investigación. ....            | 29 |
| Imagen 8. Esquema diseño longitudinal de panel.....         | 30 |
| Imagen 9. Clases de muestra .....                           | 31 |
| Imagen 10. Ishikawa de retrasos de producción .....         | 46 |

## INTRODUCCIÓN

El presente informe abordó temas de productividad, en el cual se describen los detalles de la problemática encontrada en la planta Huachipa, que permitieron identificar las causas que originaban el lucro cesante, traducidos en pérdidas o retrasos de producción. Circunstancias que representan un peligro potencial para cualquier industria, sobre todo en un escenario donde la gran parte o casi toda la producción dependen del proceso que realizan las máquinas, como lo es en este caso.

En términos generales la causa principal estaba asociado a los fallos en la maquinaria, cuyos indicios apuntaban a que no se realizaba un mantenimiento oportuno, pues no se tenía claro las referencias para establecer la condición real de los equipos que permitieran determinar las acciones adecuadas en su mantenimiento, debido a que se priorizaban el mantenimiento basado en frecuencia por encima del mantenimiento basado en condición.

Para sustentar el informe se elaboró un análisis documental de los datos colectados durante todo el 2019 a las máquinas o equipos rotativos involucrados en el proceso productivo, con un enfoque basado en su condición como factor determinante que guarda una relación directa con la productividad.

Así mismo se estableció alternativas asociadas a una gestión de mantenimiento basado en condiciones de la empresa Sedisa, que implicarían una aplicación continua de planes a corto y largo plazo, con respecto a la maquinaria involucrada en el proceso y así aumentar la productividad, a su vez reducir el impacto sobre los costos de paros por mantenimiento.



## RESUMEN

El primer capítulo detalla las generalidades de la empresa, la cual se dedica a la venta de productos y soporte técnico post venta relacionados a la aplicación de técnicas en el mantenimiento predictivo, estableciendo así una relación con el segundo capítulo donde se plantea que la problemática en la planta Huachipa es las perdida o retraso de producción a causa de fallos en la maquinaria por una atención inoportuna en la gestión del mantenimiento.

En el tercer capítulo se citó el marco teórico asociado a la gestión del mantenimiento basado en condición y la productividad, sobre la cual se fundamentó el estudio, principalmente enfocados al OEE. De tal manera en el cuarto capítulo se determinó para la metodología del presente informe que el diseño es no experimental descriptivo longitudinal con una población de 450 equipos y muestra no probabilística con criterio basado en su condición.

Así mismo en el quinto capítulo se realizó un análisis crítico de todo lo documentado para plantear alternativas de solución, proponiendo acciones eficientes que permitan un mantenimiento oportuno, mayor disponibilidad y fiabilidad de la maquinaria involucrada en el proceso para aumentar la productividad en la planta. Pasando al sexto capítulo en la prueba de diseño se desarrolló la propuesta a corto plazo enfocado en intervenir sistemáticamente los equipos en condiciones inaceptables que representaban un peligro potencial para la productividad de la empresa y por otro lado, la propuesta a largo plazo consideró adecuar la gestión de mantenimiento basado en condiciones a fin de que se pueda atender oportunamente según la criticidad de los mismos.

En el séptimo capítulo se planteó la propuesta económica y las fechas proyectadas a implementarse en el transcurso del 2020, donde se plantea atención sistemática de los equipos enlistados en la muestra de estudio y una inversión para temas de capacitación.

Finalmente en las conclusiones se reafirma que una gestión de mantenimiento basado en condiciones es la opción indicada para aumentar la productividad de la planta Huachipa para lo cual se recomendó considerar como punto clave mejorar el flujo de la información y reafirmar el compromiso de los involucrado y así obtener los resultados deseados.

Palabras clave

Mantenimiento basado en condición, Productividad, Muestra no probabilística, Disponibilidad, Fiabilidad, OEE “Overall Equipment Effectiveness”

## **ABSTRACT**

The first chapter details the generalities of the company, which is dedicated to the sale of products and after sales technical support related to the application of techniques in predictive maintenance, thus establishing a relationship with the second chapter where it is proposed that the problem in The Huachipa plant is the loss or delay of production due to machinery failures due to an untimely attention in maintenance management.

The third chapter cited the theoretical framework associated with maintenance management based on condition and productivity, on which the study was based mainly focusing on the OEE. Thus, in the fourth chapter it was determined for the methodology of this report. that the design is non-experimental longitudinal descriptive with a population of 450 teams and non-probabilistic sample with criteria based on their condition.

Likewise, in the fifth chapter a critical analysis of everything documented was carried out to propose alternative solutions, proposing efficient actions that allow timely maintenance, greater availability and reliability of the machinery involved in the process to increase productivity in the plant. Turning to the sixth chapter in the design test, the short-term proposal was developed focused on systematically intervening equipment in unacceptable conditions that represented a potential danger to the productivity of the company and on the other hand, the long-term proposal considered adapting management of maintenance based on conditions so that it can be dealt with in a timely manner according to their criticality.

In the seventh chapter the economic proposal and the projected dates to be implemented in the course of 2020 were raised, where systematic attention is presented to the teams listed in the study sample and an investment for training issues.

Finally, the conclusions reaffirm that a maintenance management based on conditions is the indicated option to increase the productivity of the Huachipa plant for which it was recommended to consider as a key point to improve the flow of information and reaffirm the commitment of those involved to conclude and get the desired results.

## KEYWORDS

Condition based maintenance, Productivity, Non probabilistic simple, Availability, Reliability, OEE “Overall Equipment Effectiveness”

## CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 1.1 Datos generales.

Apellidos y Nombres: Mesias Almeyda Estick Edwar

DNI: 45745807

Bachiller: Ingeniería industrial

### 1.2 Nombre o razón social de la empresa

SEDISA S.A.C

### 1.3 Ubicación de la empresa

Oficina central OCL: Av. Circunvalación Golf Los Incas 154-Oficina 904 Edificio Capital Golf - Santiago de Surco.

**Imagen 1. Ubicación de la empresa**



**Fuente: Google maps.**

Planta Huachipa - La Capitana 20, Distrito de Lima 15461 – Lurigancho.

### **Imagen 2. Ubicación de la planta**



**Fuente: Google maps.**

#### 1.4 Giro de la empresa

Actividad Comercial de productos: Maquinaria, equipos, materiales.

#### 1.5 Tamaño de la empresa (micro, pequeña, mediana o grande)

Empresa mediana más de 50 trabajadores.

## 1.6 Breve reseña histórica de la empresa

Nace con el propósito de ofrecer marcas de prestigio a la industria peruana, es así como en 1988 comienza a distribuir de manera autorizada la línea completa de soldaduras OERLIKON de SOLDEXSA.

Posteriormente SKF DEL PERU nombro a la empresa, como distribuidora autorizada de la gama de sus productos, así como herramientas de montaje y desmontaje, medidores de vibraciones e instrumentos electrónicos de medición.

En diciembre de 1996, firmaron un acuerdo de distribución exclusiva para el mercado de Perú con la firma TYROLIT ARGENTINA S.A.

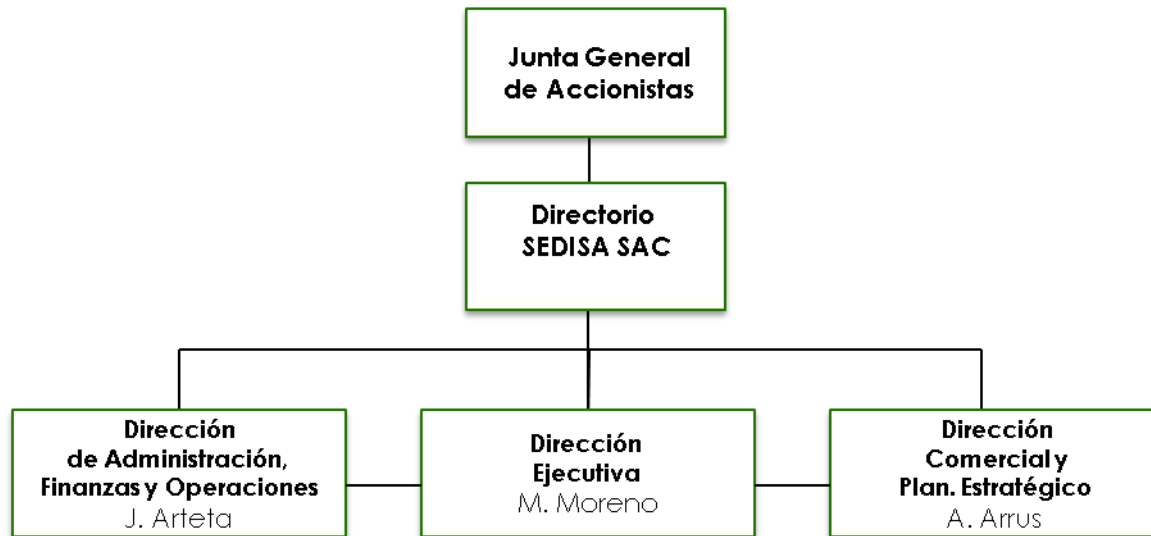
En enero de 1999 la empresa toma la representación exclusiva para el Mercado de Perú de la marca FALCON; Cheil Grinding Wheel Ind. Co, LTD, fabricante de productos en Koreanos.

En el año 2000, representa exclusivamente a la marca de Cepillos Industriales más importante de Sudamérica, FAESIN.

En los últimos 5 años de existencia, SEDISA S.A.C. complemento su abanico de productos con la distribución de marcas líderes en sus rubros a nivel mundial, incorporando el servicio especializado de soporte técnico en cuanto a implementación, aplicación de mantenimiento predictivo y equipos/accesorios para las aplicar las diferentes técnicas en la industria nacional.

1.7 Organigrama de la empresa.

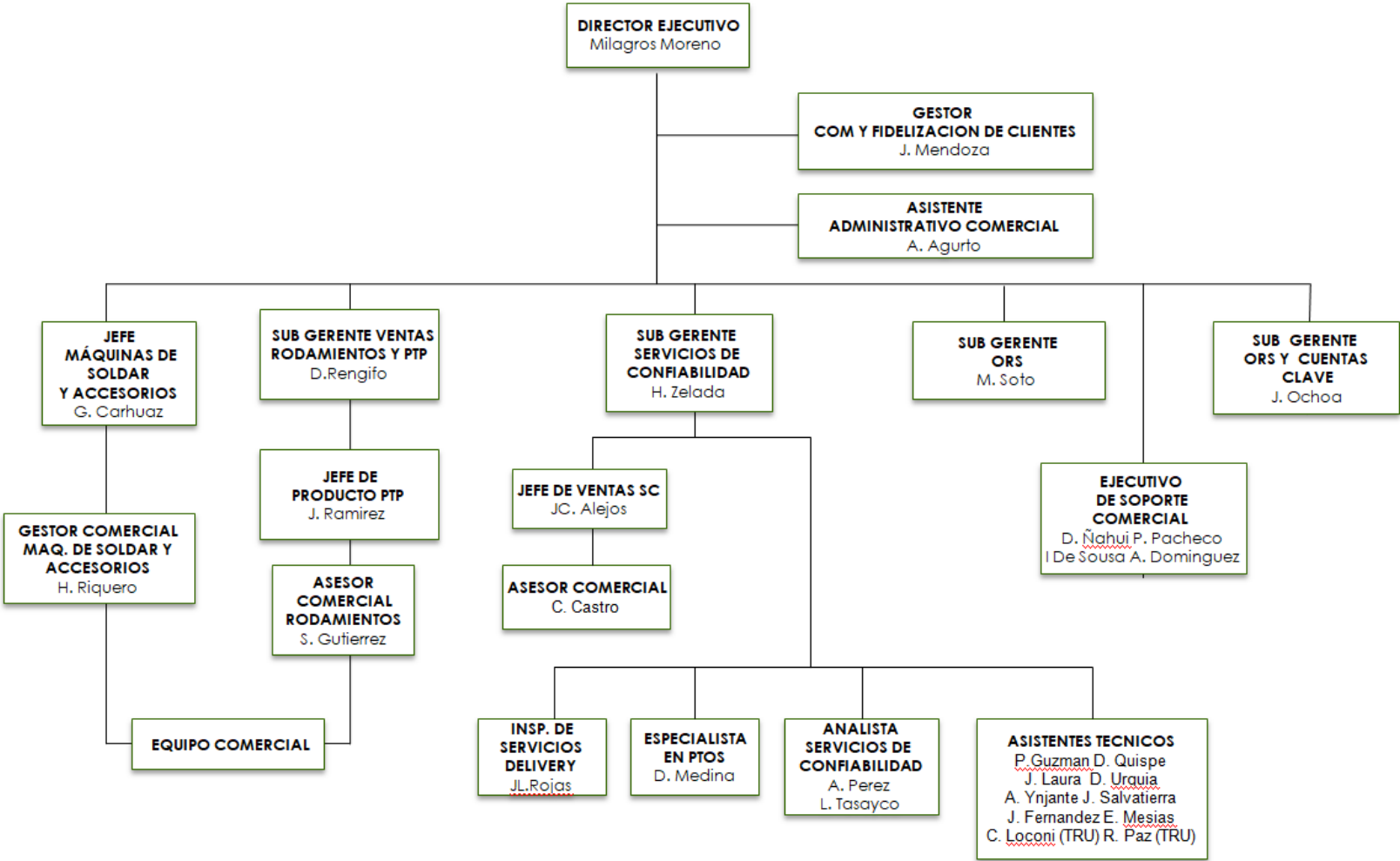
Imagen 3. Organigrama general



Fuente: Sedisa S.A.C.



Imagen 4. Organigrama de la unidad.



Fuente: Sedisa S.A.C.

## 1.8 Misión, visión, políticas

### 1.8.1 Misión

Brindar soluciones en abastecimiento de insumos, herramientas, consumibles y máquinas para la Industria peruana en general, preocupándose por ser socios verdaderos con sus clientes como parte esencial de su cadena de valor.

### 1.8.2 Visión

Ser un proveedor integral para la industria peruana en las categorías de insumos, herramientas, consumibles y la especialización en los productos que representan y el servicio al cliente.

### 1.8.3 Política

Es ofrecer a sus clientes soluciones de abastecimiento en insumos, herramientas, consumibles y máquinas, brindando en cada servicio un valor agregado que les permita garantizar la satisfacción de sus necesidades y expectativas mediante el compromiso y la exigencia de una cultura de calidad.


## 1.9 Productos

Soldaduras, máquinas de soldar, abrasivos sólidos, herramientas eléctricas., rodamientos y transmisión de potencia, empaquetaduras y juntas de expansión, equipos tecnológicos para aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo.

## 1.10 Certificaciones

Homologación - SGS DEL PERU SAC certifica que ha llevado a cabo el proceso de evaluación de proveedores, por solicitud de SGS DEL PERU SAC.

**Imagen 5. Certificado de homologación emitida por SGS.**



## Constancia de Homologación

N° 00652/17

SGS DEL PERU SAC certifica que ha llevado a cabo el proceso de evaluación de proveedores,  
por solicitud de SGS DEL PERU SAC, a :

**SEDISA S.A.C.**

Lima

**Comercialización de productos de soldadura, maquinas de soldar,  
rodamientos, abrasivos solidos y herramientas eléctricas.**

| Aspecto                          | Puntaje |
|----------------------------------|---------|
| OBLIGACIONES LEGALES             | 90.91   |
| CAPACIDAD OPERATIVA              | 100.00  |
| GESTION DE CALIDAD               | 91.89   |
| SEGURIDAD, SALUD Y MEDIOAMBIENTE | 100.00  |
| GESTION COMERCIAL                | 100.00  |

|        |        |        |   |
|--------|--------|--------|---|
| Total: | 96.56% | Nivel: | A |
|--------|--------|--------|---|

Periodo de Validez Del: 05/06/2017 al 05/06/2018  
Emisión 1- FST

**CONDICIONES DE EMISIÓN**

1) La información consignada en la presente constancia es un resumen y fiel reflejo de nuestros hallazgos en el lugar y fecha de evaluación, los que se indican en el informe de evaluación adjunto.  
2) El alcance de la presente constancia se extiende exclusivamente a la actividad evaluada.  
3) La responsabilidad de nuestra empresa se extiende a garantizar únicamente que el proveedor ha sido evaluado y calificado de acuerdo a un procedimiento establecido por SGS. SGS del Perú S.A.C. no asume responsabilidad alguna si el proveedor falla en algún producto o servicio, que fue objeto de evaluación.



La presente constancia reposa en la base de datos de SGS DEL PERU SAC, y los resultados están conforme a la auditoria solicitada por el cliente

OL 244913-43/17



**SGS del Perú S.A.C.**  
Oscar Saco H.  
Deputy Manager  
Certification & Business Enhancement

**Fuente: Sedisa S.A.C.**

## CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 Descripción de la realidad problemática.

#### ➤ Problemática mundial.

Las empresas industriales actualmente para lograr los niveles de producción y calidad, dentro de los costos y tiempos estimados, requeridos por la demanda del mercado o sus clientes finales, se ven en la necesidad de disponer de lo mejor en cuanto a factores productivos se trata, llámese maquinaria con la tecnología necesaria para procesar la materia y mano de obra calificada para ejecutar la parte operativa dentro de todo el proceso productivo.

Poder disponer de la maquinaria con la confianza de que ejecutará su trabajo o función dentro de parámetros establecidos en el tiempo deseado que se le necesita, no es tarea fácil, pues si consideramos que toda máquina tiene un ciclo de vida hasta su punto de falla, es inevitable que esta se deteriore, por ende, reduzca su eficiencia al desarrollar modos de falla potenciales o en el peor de los casos, alcance su punto de falla funcional.

#### ➤ Problemática peruana.

En la industria actual se opta por derivar toda o la mayor carga laboral a la maquinaria, supervisada y operada constantemente por personal calificado.

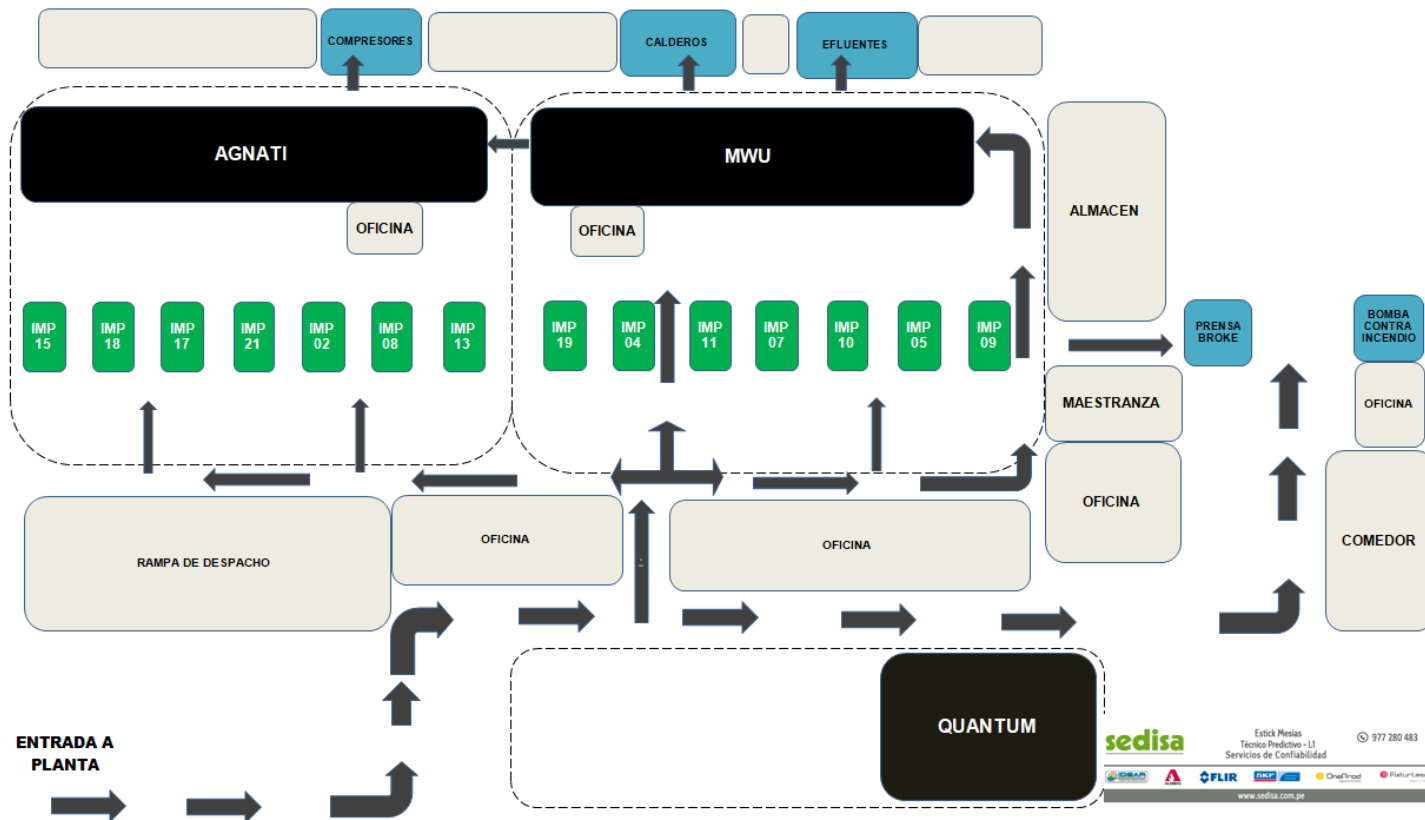
Basados en la carga laboral es prioritario la disponibilidad y fiabilidad de dichos equipos, ya que la consecuencia de una falla implicaría ir desde el lucro cesante por pérdida o retrasos de producción, incrementos de costos por mantenimiento no programado y horas improductivas de operaciones, así como degradación y daño de las mismas máquinas lo cual se verá reflejado en disminución de sus utilidades.

➤ Problemática de la empresa.

La planta Huachipa, viene desarrollando sus actividades con retrasos de producción debido a paros por fallos funcionales o fallos potenciales de la maquinaria que procesa las cajas.

Actualmente dentro de las estrategias de mantenimiento que maneja dicha planta, se cuenta con el mantenimiento preventivo basado en condición o mantenimiento predictivo, para poder detectar a tiempo anomalías en los equipos aplicando distintas técnicas, pero que no se está aplicando y/o atendiendo oportunamente las notificaciones emitidas, causando que se presenta mantenimiento no programados por fallos o deficiencias en el funcionamiento de la maquinaria.

Imagen 6. Layout de planta.



Fuente: Autoria propia.

## 2.2 Formulación del problema

¿Una gestión de mantenimiento basado en condiciones en la empresa Sedisa aumentará la productividad de la planta Huachipa?

### 2.2.1 Definición del problema

En la planta Huachipa sus instalaciones cuentan con distintas secuencias de procesos para la fabricación de cajas de cartón y líneas de acuerdo a las variedades de este producto ya que para poder satisfacer la demanda la maquinaria se encarga de procesar toda la materia en la cantidad, calidad y tiempo establecido de acuerdo a los parámetros de operación y supervisión que el personal calificado realiza hasta obtener el producto final.

El mantenimiento no programado por fallos en la maquinaria está originando retrasos en la producción incrementando los costos, debido a la reprogramación de personal de producción (hora hombre no productiva) y mantenimiento (horas extras), incremento en el uso de repuestos y sobrevaloración en la logística de distribución para cumplir con las fechas de entrega.

El impacto de las consecuencias que desencadena el problema actual afecta a toda la cadena del proceso productivo, ya que todo el plan está elaborado en función de tiempos y recursos.

## 2.3 Objetivo general y objetivo específicos

### 2.3.1 Objetivo general:

- ☐ Aumentar la productividad de la planta Huachipa mediante una gestión de mantenimiento basado en condiciones en la empresa Sedisa

### 2.3.2 Objetivo específico:

- ☒ Realizar un diagnóstico actual de la situación actual en la planta Huachipa para determinar las deficiencias y sus causas.
- ☒ Definir los planes de mejora a corto y largo plazo en los procesos relacionados con una gestión de mantenimiento basado en condiciones en la empresa Sedisa para aumentar la productividad de la planta Huachipa.
- ☒ Realizar una trazabilidad de las atenciones realizadas con una gestión de mantenimiento basado en condiciones en la empresa Sedisa para aumentar la productividad de la planta Huachipa.

## 2.4 Delimitación del estudio

### 2.4.1 Delimitación temporal

Se elaboró con datos colectados durante el 2019 para luego ser desarrollados en el presente informe que culminó en marzo del 2020.

### 2.4.2 Delimitación espacial

El presente informe se llevó a cabo en la planta Huachipa en la provincia de Lima distrito de Lurigancho.

## 2.5 Justificación del estudio.

### 2.5.1 Justificación teórica

Aprovecha todos los aportes de investigadores y estudios de diversos autores para la búsqueda de alternativas ante problemática expuesta.

### 2.5.2 Justificación práctica.

Prioriza la gestión del mantenimiento predictivo como alternativa para solucionar los paros de mantenimiento no programado y aumentar la productividad.



### 2.5.3 Justificación económica

Tendrá un impacto sobre los costos de mantenimiento no programados y la producción en la planta Huachipa.

### 2.5.4 Justificación metodológica

Considerada realizar un análisis situacional, mejora de procesos, un plan de asesoría y uso de nuevas tecnologías que nos faciliten evaluar la información colectada “base de datos” para su análisis correspondiente en la toma de decisiones y acciones posteriores.

## 2.6 Alcance y limitaciones

### 2.6.1 Alcances

El presente estudio se llevó a cabo en la planta Huachipa, que tuvo como involucrados al área de mantenimiento y maquinaria de producción.

### 2.6.2 Limitaciones

Restricciones de acceso al SAP (software de gestión que integra todas las unidades de negocio de la empresa).

## CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

### 3.1 Marco histórico.

Según Bureau Veritas (2017) en su artículo *El origen y la actualidad del mantenimiento predictivo a nivel mundial*, afirma lo siguiente:

A finales de los 50 del siglo pasado, un pequeño grupo de emprendedores de Ohio (Estados Unidos), dedicados al mantenimiento preventivo desarrollaron una herramienta capaz de detectar anomalías en ciertos tipos de motores eléctricos que generaban continuados problemas mecánicos.

De esta forma se dieron los primeros pasos en el desarrollo de lo que hoy se conoce como mantenimiento predictivo.

Actualmente, el mantenimiento predictivo (PdM) es la herramienta mejor implantada en el marco de la industria mundial. Se estima que entre un 56 y 64% de las plantas industriales del mundo tienen implementada alguna herramienta de PdM. En países desarrollados cerca del 77% tienen un programa de mantenimiento predictivo establecido y en funcionamiento.

Lo que sí es cierto, es que a lo largo de las últimas décadas la industria ha generado una gran cantidad de información proveniente de los programas PdM, que en la mayoría de los casos se utiliza para implantar mejoras en las plantas industriales.  
(p.1)

## 3.2 Bases teóricas.

### 3.2.1 Gestión de Mantenimiento.

Según CMMS (2019) en su artículo *Objetivos de la gestión de mantenimiento* afirma que:

La gestión de mantenimiento puede definirse como un conjunto de actividades planificadas y programadas que se le realizan a los equipos, maquinarias e infraestructura. Esto con la finalidad de que brinden un servicio confiable que esté disponible y que optimice costos en base a un presupuesto.

#### ➤ Clasificación:

- Mantenimiento basado en condición:

Según Web master (2019) en su artículo *Beneficios de una estrategia de mantenimiento basada en la condición CBM*, afirma que:

CBM y PdM utilizan herramientas de diagnóstico similares: monitoreo de vibración, termografía, análisis de aceite, presión y ultrasonido con la finalidad de saber la condición o estado de activos, en unos periodos de tiempo mientras esta funciona. Pero, CBM va mucho más allá pues los datos recopilados los pueden utilizar para establecer tendencias, predecir fallas y ayudar a prolongar la vida útil de los componentes y la longevidad de sus máquinas.

- Mantenimiento predictivo

Según Ballesteros, F. (2017). En su artículo *La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial* afirma que:

El mantenimiento predictivo o basado en la condición, es un conjunto de técnicas instrumentadas y análisis de variables que evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no, para optimizar la disponibilidad y fiabilidad de activos al costo mínimo, lo cual produce grandes ahorros.

Para la ejecución de dichas técnicas deben darse ciertos requisitos:

- El resultado de lo medido se pueda expresar en unidades físicas.
- La medida sea no intrusiva, durante condiciones normales que no afectan o interfieran con la operación.
- Buena repetitividad de la variable medida.
- Se pueda parametrizar o analizar algún modo de falla presente y esta pueda ser diagnosticada.

Desde el punto de vista organizativo, un sistema de gestión de mantenimiento será predictivo siempre que:

- Se realice de forma periódica.
- Exista coordinación entre el servicio de técnicas predictivas y la planificación del mantenimiento.
- Los departamentos de mantenimiento y producción estén preparados ante la eventualidad de un diagnóstico que amerite acciones inmediatas. (p.39).

- Técnicas de análisis

Según Brais Vila Araico (2016) en su artículo *Plataforma de mantenimiento basado en condición CBM de material rodante*, afirma lo siguiente:

Los tipos de Análisis que se pueden implementar son:

- Monitorización continua:
  - Análisis de Vibraciones
  - Análisis Acústicos
  - Análisis de Temperaturas y Presiones
  - Monitorización eléctrica
  - Análisis de Fallos
  - Análisis de la dinámica operacional
- Monitorización discontinua:
  - Termografías
  - Tribología
  - Inspecciones Visuales.

➤ KPIS(Key Performance Indicator) de mantenimiento:

Según Qualitymant (2017) en su artículo *Indicadores de mantenimiento*, afirma que:

Con los Indicadores de rendimiento y a través de su implementación, se conoce la eficacia del área de mantenimiento que sea objeto de estudio. Es decir, un departamento tendrá mayor valor cuantos mayores sean sus acciones preventivas y no correctivas.

Este tipo de indicadores son útiles para las empresas y están mundialmente reconocidos

– MTBF: Tiempo medio entre fallos:

Relaciona el producto con el número de objetos por el tiempo de operación y el número de fallos detectados.

–MTTR: Tiempo medio necesario para realizar la reparación:

Este indicador mide la relación del tiempo total invertido es el mantenimiento correctivo en un conjunto de objetos que han fallado durante un periodo de tiempo observado.

– MTBR: Tiempo medio para el fallo:

Tiempo total de operaciones en un conjunto de elementos que no son reparables y el número de fallos observados.

– CMPT: Coste de Mantenimiento por Facturación.

– CMRP: Coste de Mantenimiento por el valor de compra de equipos nuevos.

➤ Diagrama de Ishikawa

Según Jeison Arenhart De Bastiani & Rosemary Martins (2015) en su artículo *Herramientas de calidad*, afirma que:

El diagrama de Ishikawa o diagrama de Espina de Pescado, es una herramienta de calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso.

Esta metodología, plantea que todo problema tiene sus causas específicas, que deben ser analizadas para determinar cuáles de ellas está causando el efecto o problema a eliminar.

### 3.2.2 Productividad:

Según Enric Francesc Olivera (2016), la productividad es la “relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc” (aunque hay otras definiciones que se alejan de lo que estamos buscando en nuestro caso).

Se refiere a la capacidad de alcanzar metas con la inversión de recursos adecuada, haciéndolas con una combinación de inmediatez y calidad.

#### ➤ Clasificación:

- Productividad de los empleados:

Según Mariano Opere (2017) La jornada laboral no representa la productividad laboral. No se trata pues de cuánto tiempo pase el profesional en la oficina, sino del aprovechamiento que haga durante esos periodos de trabajo.

Los bienes generados con el rendimiento del trabajador es medir la producción, no la productividad.

Actualmente la productividad implica la satisfacción laboral, la motivación, el clima organizacional, los valores, el trabajo en equipo

No se trata solo de cantidad de trabajo, sino de calidad del mismo.

- Productividad global:

Según Enric Francesc Olivera (2017). A rasgos generales.

Productividad (de trabajo) = Producción obtenida / Unidades de factor trabajo empleadas

Productividad Global = Producción obtenida / Factores utilizados

➤ Factores

Según Laura Sanchez (2015) en su artículo ¿Qué es la productividad empresarial? afirma que:

Conocer cuáles son los factores influyentes en este ámbito, te ayudará a mejorar la productividad empresarial de tu empresa y conseguir una organización mucho más eficiente.

- Factores externos de la productividad empresarial:

La calidad y disponibilidad de los recursos es imprescindible, ya que afecta a la elaboración de productos y servicios, ante los cambios o aparición de competencia, el cual juega un papel importante en el aumento de capital y los avances tecnológicos, pues todo esto mejora el nivel y calidad del entorno macroeconómico y microeconómico.

- Factores internos de la productividad empresarial:

Un óptimo mantenimiento que asegure el buen funcionamiento de todo el equipo, para evitar paradas que afecten a la productividad. Se puede adoptar alguna medida correctiva, así como el uso eficaz de las máquinas o la sustitución de las que estén obsoletas, que permitan mejorar los procesos y control de calidad, motivando adecuadamente a los empleados que faciliten nuevos modelos de trabajo que generen un ambiente laboral óptimo para el desarrollo de sus labores.



- KPIS (Key Performance Indicators) de productividad según la aplicación oportuna del mantenimiento.

Ana María García mantilla & Daniela Alejandra Parra (2016) afirma que:

Los indicadores de productividad (key performance indicators) son usados para medir el desempeño, disponibilidad, rendimiento y calidad del proceso productivo de las empresas, de los equipos usados en la producción, del recurso empleado, con el objetivo de determinar la eficiencia de la empresa en la consecución de objetivos y la utilización de los recursos.

OEE "Overall Equipment Effectiveness" o "Eficacia Global de Equipos Productivos", este indicador permite medir la eficiencia del proceso productivo a partir de tres elementos, con el objetivo de identificar posibles ineficiencias durante el proceso de fabricación y sus causas raíz, para así poder gestionarlas y mejorarlas. Se mide en un periodo de tiempo determinado (semanal, mensual, anual).

- La Disponibilidad: Se ve afectada por las paradas que se producen en el proceso de fabricación como arranques de máquinas, cambios, averías y esperas.

Por lo cual la disponibilidad es disponer de la maquinaria o equipo cuando se le necesite durante un periodo de tiempo específico dentro del proceso productivo, que pueda garantizar la operatividad ininterrumpida del mismo.

- El rendimiento: se ve afectado por micro paradas y la velocidad reducida. La capacidad productiva se determina por el estándar de unidades que se pueden fabricar en el periodo de tiempo determinado.

Para lograr esto, se debe garantizar que la maquinaria o equipo está en su mejor condición para que su rendimiento deseado sea óptimo en función de cumplir con la fabricación estándar de los productos deseados.

- Calidad: El porcentaje de calidad se ve afectado por re-trabajos o piezas defectuosas durante la fabricación.

Para su efecto se debe asegurar que la maquinaria no presente anomalías y así evitar que este provoque defectos en los productos fabricados.

Según Jose Luiz (2017): Los indicadores de productividad son instrumentos utilizados para medir rendimiento y el nivel de eficiencia de los procesos y así optimizar los resultados, es decir mide la relación de los bienes y servicios entregados en relación a los recursos de los que se dispone (tiempo, capital, energía, etc.). Los principales indicadores de productividad son:

- 1) Indicadores de calidad: Su objetivo es asegurar que el producto o servicio final cumpla con las especificaciones establecidas, por cual evalúa que su proceso sea adecuado, permitiendo controlar y mejorarlos, para así garantizar los resultados deseados.

Se refiere a la relación entre cantidad total de productos o servicios resultantes y la cantidad de productos o servicios que cumplieron las especificaciones establecidas(es decir sin defectos o inconformidades).

Para nuestro caso de estudio se verá reflejado en la reducción de productos defectuosos por ineficiencia de la maquinaria durante el proceso de fabricación.

- 2) Indicadores de capacidad: Mide la cantidad de productos o servicios realizados en un determinado tiempo, mediante este se puede conocer la capacidad o potencial del negocio y si es necesario optimizarlo.

Para nuestro caso de estudio se refiere la cantidad de cartón elaborado durante un periodo específico detallado mensualmente.

- 3) Indicadores de rentabilidad: Este indicador mostrara el beneficio neto generado después de las ventas, que excluyen los gastos fijos y variables.

Dicho de otra forma es la relación entre la inversión realizada y la ganancia obtenida.

### 3.3 Investigaciones

#### 3.3.1 Investigaciones Internacionales

Aburto, J. (2016) en su tesis *Mantenimiento Predictivo* afirma que:

Debido a la problemática que se presenta en la empresa Preacero Pellizzari México que no cuenta con un plan de mantenimiento de infraestructura, no se lleva a cabo ninguna Planificación del mantenimiento preventivo. Estableceremos criterios, definiciones y procedimientos que intervienen en el mantenimiento de la planta con la finalidad de conservar y mantener su infraestructura con estándares de calidad, a través de trabajos programados, mejoras y requerimientos en un tiempo de respuesta óptimo; para así prolongar la vida útil de los activos inmuebles, reducir fallas y evitar la suspensión de labores. Se logró obtener un buen resultado, se analizó la información para ubicar las áreas y localizaciones de la planta, era muy necesario como primer paso conocerlas para poder realizar un plan de mantenimiento preventivo con esto se llegará al objetivo, planificar todos los mantenimientos para evitar la realización de mantenimientos correctivos. El mantenimiento es la base de todo sistema, y lo más importante e indispensable para todo sistema, con la implementación y el seguimiento de este proyecto se logrará tener las instalaciones en óptimas condiciones con un plan de mantenimiento preventivo programado. Este proyecto fue una gran experiencia y considero que un muy buen trabajo debido a que se cumplió con lo programado. (p. 1)

Sánchez, A. (2017) en su tesis *Técnicas de mantenimiento predictivo. Metodología de aplicación en las organizaciones* afirma que:

En el presente trabajo se realiza una investigación documental sobre las distintas técnicas de mantenimiento predictivo, utilizadas en la actualidad.

Lo que se busca con estas técnicas es anticiparse a la falla mediante procedimiento no destructivo como lo son el análisis de termografía, vibraciones, aceites y ultrasonido.

Este tipo de mantenimiento aporta un gran valor agregado puesto que se realizan con el equipo en funcionamiento, lo cual quiere decir que no se interrumpirá el proceso de producción, permitiendo realizar el seguimiento del funcionamiento de la máquina.

Mediante los resultados obtenidos de la investigación documental se realiza una metodología de implementación en las organizaciones, con la finalidad de que las organizaciones puedan tener parámetros para su implementación que le permitan obtener los resultados esperados.

Para cual se elaboran los pasos a seguir como para que el mantenimiento predictivo se realice de la mejor manera posible, cumpliendo con los requisitos que estas exigen. (p.5)

Rodríguez, A. (2017) en su tesis *La productividad en América Latina* afirma que:

El análisis de productividad es vital para cualquier economía y más para regiones, como América Latina, que se encuentran en vías de desarrollo, bajo esta premisa esta tesis nos explica que se debe lograr un manejo eficiente de recursos, considerando los factores relacionados a problemas sociales y laborales de las regiones de América latina que pueden afectar sobre la productividad, que pueden marcar la diferencia entre latino América y los países ya desarrollados.

La definición, medición e interpretación de la productividad es indispensable para realizar estudios comparativos entre regiones, pero una de las causas por la cual no se ha profundizado en esto, es por la falta de información para su análisis.

### 3.3.2 Investigaciones Nacionales

Moran Pittman, Eduardo (2016) en su tesis *Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para flota de concretos*, afirma que:

Esta investigación tiene como objetivo mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de concreto, pero que en su mayoría son antiguos con un mantenimiento de calidad baja.

Para lograr los objetivos se hizo un reconocimiento y validación de información de la flota, de lo cual se considera que la baja confiabilidad y disponibilidad se debe a la antigüedad de los activos durante su operación.

El éxito de diseñar un sistema de mantenimiento efectivo es adelantarse a las fallas, que eviten poner en riesgo la rentabilidad de la empresa, permitiendo cumplir con los estándares y estar en competencia con el mercado, para lo cual se debe considerar los costos indirectos que no se observan como relevantes, ya que estas afectarían a las empresas.

Aquino, W. (2017) en su tesis *Plan de mantenimiento basado en la condición para mejorar la disponibilidad del molino SAG en la Compañía Minera Chinalco Perú*, afirma que:

La investigación realizada es aplicada, pues tuvo como objetivo principal elaborar un plan de mantenimiento basado en la condición para mejorar la disponibilidad del molino SAG (Semi Autógeno) en la Compañía Minera Chinalco Perú.

Se consideró punto clave al plan de mantenimiento BCM para mantener la continuidad operativa de la cual dependen la producción minera, para lo cual se realizó una recolección de información clasificada cuyos datos arrojaban un 88% de disponibilidad durante el 2014, posteriormente se aplicó un plan BCM en el 2015, principalmente se trabajó en base al cuadro de criticidad y AMEF.

Para demostrar la variación de la disponibilidad mecánica entre el 2014 y 2015 antes y después de las intervenciones de mantenimiento, se validó con la hipótesis de la t de Student, obteniendo una mejora final con un resultado de 92% en la disponibilidad.

Morales, C. (2016) en su tesis *Propuesta de mejora en el proceso productivo en la empresa Industrias y Derivados S.A.C. para el incremento de la productividad*, afirma que:

En el presente trabajo de investigación se analizó la mejor propuesta, que contribuya a la mejora continua de la producción de agua de mesa embotellada, centrada en la presentación de bidones de 20 litros.

Tras el análisis se identificó que el problema principal en los procesos productivos se debe a los pedidos sin atender en cantidad creciente que resultaron una gestión y planificación deficiente, a partir de ello, se describen las operaciones realizadas para obtener los indicadores de producción, diagrama de recorrido inicial, para el resultado de su producto final (eficiencia económica, productividad de mano de obra, productividad de materia prima, eficiencia física, capacidad, etc.)

Posteriormente se realiza el diagrama de Ishikawa, para enumerar diversos problemas como: falta de planificación en la producción, personal no calificado, pérdida de materia prima, que terminan por reducir la productividad al carecer de un sistema integral que se oriente hacia la mejora continua. Estos resultados determinan considerar implementar las mejoras que aumenten la producción y por ende la rentabilidad, por lo que se recurre al análisis de movimientos, y así reducir el tiempo en cada ciclo de lavado, el cual constituía un cuello de botella, también se propone un plan de capacitación dirigido al personal en general, así se logre estandarizar los procesos, que incrementarán la producción de 15 unidades por hora a 22 unidades por hora. Además, se presenta un nuevo diagrama de recorrido, con la finalidad de eliminar las operaciones de transporte, ya que se considera que esta no genera valor esencial, logrando reducir tiempos en el proceso global.

Se comparan los nuevos indicadores de producción con los diagnosticados anteriormente, de lo cual se evidencia que aumenta la productividad de materia prima a 83,33%, y se

disminuye el cuello de botella de 4 minutos a 2,72 minutos y finalmente, se evaluó la propuesta, en un análisis costo-beneficio, obteniendo como resultado una VAN de 1 402 440 y una TIR de 58%.

### 3.4 Marco conceptual:

- **Modo de falla:**

Es la manera que un proceso o producto afectaría el cumplimiento de ciertas especificaciones generando repercusiones sobre el siguiente proceso (Brayan Salazar Lopes 2016)

- **KPI:**

Es acrónimo de Key Performance Indicator o conocido como indicadores de gestión, las cuales son métricas que nos ayudaran a identificar y definir nuestro nivel de desempeño en relación a ciertos objetivos que han establecido ya antes. (Roberto Espinosa 2016)

- **Falla:**

Son todos los estados indeseables del sistema o equipo, que implican falta de capacidad de un activo para cumplir su función. (Roberto Medina 2016)

- **Falla potencial:**

En este evento se detecta una pequeña degradación (medible) pero que aún no afecta cumplimiento de su la función según los requerimientos de producción. (Roberto Medina 2016)

- **Falla funcional:**

Deja de cumplir con la función, pero no implica que el activo deje de producir. Es importante definir los requerimientos de desempeño, para medir la incapacidad de cada activo de lograr su desempeño al nivel deseado. Se manifiesta como un síntoma o evento observable por el personal de producción y mantenimiento. (Roberto Medina 2016)

- El lucro cesante:

Es el ingreso o ganancia que se deja de percibir como consecuencia del perjuicio que le ha causado un tercero. Se refiere a que si no hubiera ocurrido dicho perjuicio se hubieran obtenido ganancias potenciales. Por lo tanto la diferencia entre lo que pudiese haber conseguido y lo que realmente se obtuvo, se le denomina lucro cesante. (Paula Nicole Roldan 2016)

- Eficiencia

Se refiere a lograr las metas con la menor cantidad de recursos. Obsérvese que el punto clave en esta definición es ahorro o reducción de recursos al mínimo. (Sergio Hernández y Rodríguez 2016)

- Productividad:

Se trata de la relación producto-insumo en un período específico con el adecuado control de la calidad. Puede expresarse con la siguiente ecuación:  $\text{Producción} = \text{Productividad} / \text{Insumo}$ . (Sergio Hernández y Rodríguez 2016)



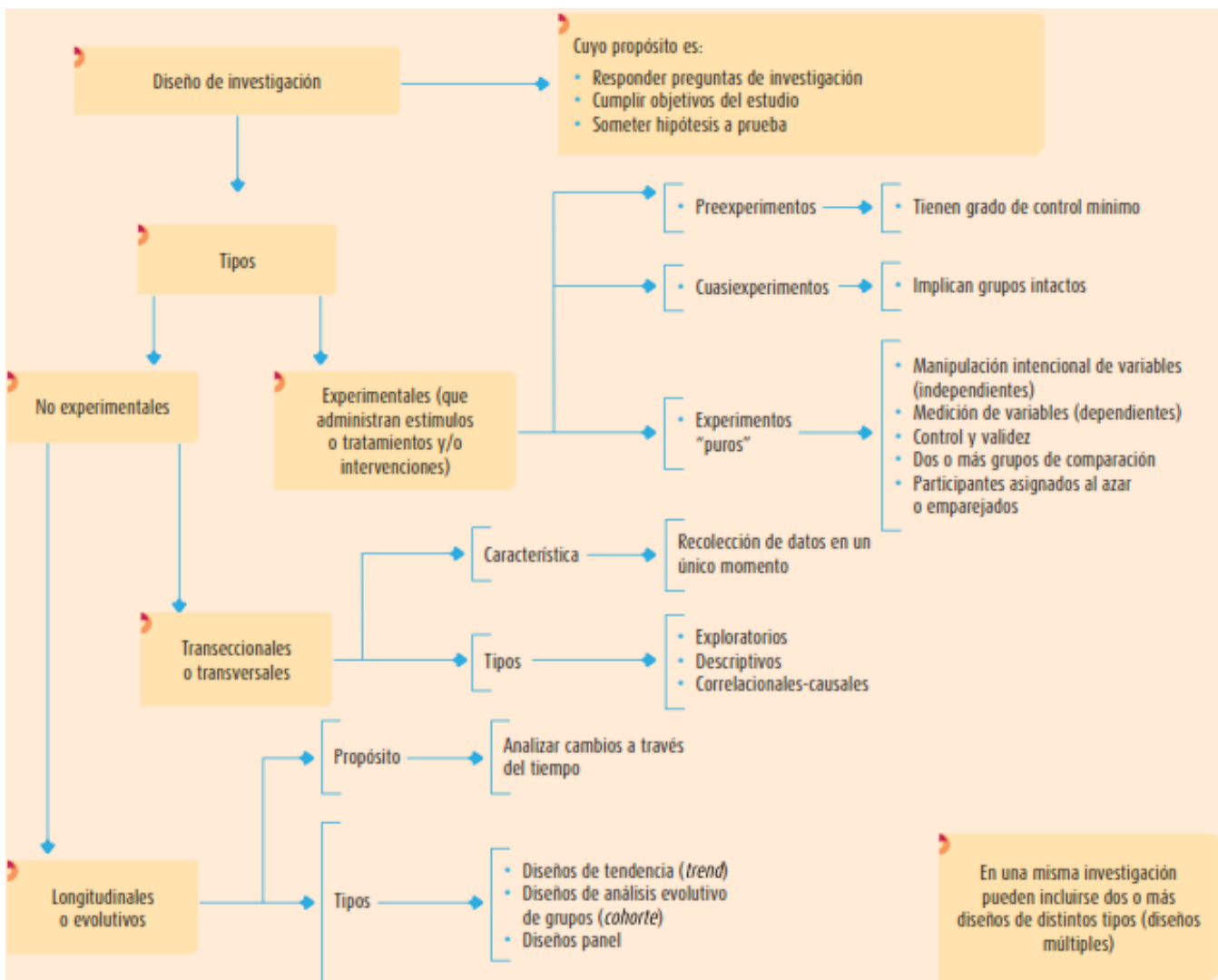
## CAPÍTULO IV. Metodología

### 4.1 Tipo y diseño de la investigación.

Según Sampieri (2018) en su libro Metodología de la investigación científica afirma que:

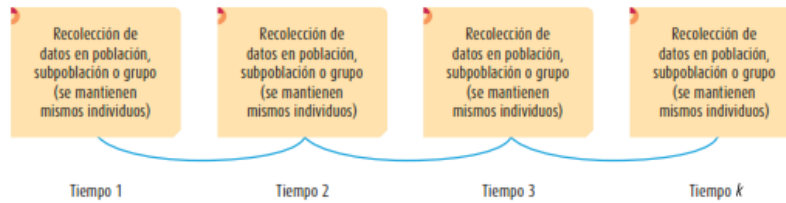
El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema.

**Imagen 7. Diagrama Diseño de investigación.**



Fuente: Libro Metodología de la investigación de Sampieri.

**Imagen 8. Esquema diseño longitudinal de panel.**



**Fuente: Libro Metodología de la investigación de Sampieri.**

**Tabla 1. Correspondencia entre tipos de estudio, hipótesis y diseño de investigación.**

| Estudio       | Hipótesis   | Posibles diseños   |
|---------------|---|--|
| Exploratorio  | <ul style="list-style-type: none"> <li>No se establecen, lo que se puede formular son conjeturas iniciales</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Transeccional exploratorio o descriptivo</li> <li>Preexperimental</li> </ul>  |
| Descriptivo   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Descriptiva</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Preexperimental</li> <li>Transeccional descriptivo</li> </ul>   |
| Correlacional | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diferencia de grupos sin atribuir causalidad</li> <li>Correlacional</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuasiexperimental</li> <li>Transeccional correlacional</li> <li>Longitudinal (no experimental)</li> <li>Cuasiexperimental</li> <li>Transeccional correlacional</li> <li>Longitudinal (no experimental)</li> </ul>   |
| Explicativo   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Diferencia de grupos atribuyendo causalidad</li> <li>Causales</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Experimental puro</li> <li>Cuasiexperimental, longitudinal y transeccional causal (cuando hay bases para inferir causalidad, un mínimo de control y análisis estadísticos apropiados para relaciones causales)</li> <li>Experimental puro</li> <li>Cuasiexperimental, longitudinal y transeccional causal (cuando hay bases para inferir causalidad, un mínimo de control y análisis estadísticos apropiados para relaciones causales)</li> </ul> |

**Fuente: Libro Metodología de la investigación de Sampieri.**

Según la clasificación detallada en lo citado anteriormente, se determina que el presente informe es no experimental descriptivo y longitudinal.

- No experimental no se manipulan las variables y se observa sus fenómenos para analizarlos.
- Descriptivo pues describe la realidad o situación encontrada en planta sobre la cual se ha realizado el informe.
- Longitudinal porque se recabaron datos de diferentes puntos del tiempo (sea aplico el instrumento de medición más de una vez) durante todo el periodo 2019 estableciendo una tendencia e histograma.

## 4.2 Población, muestra

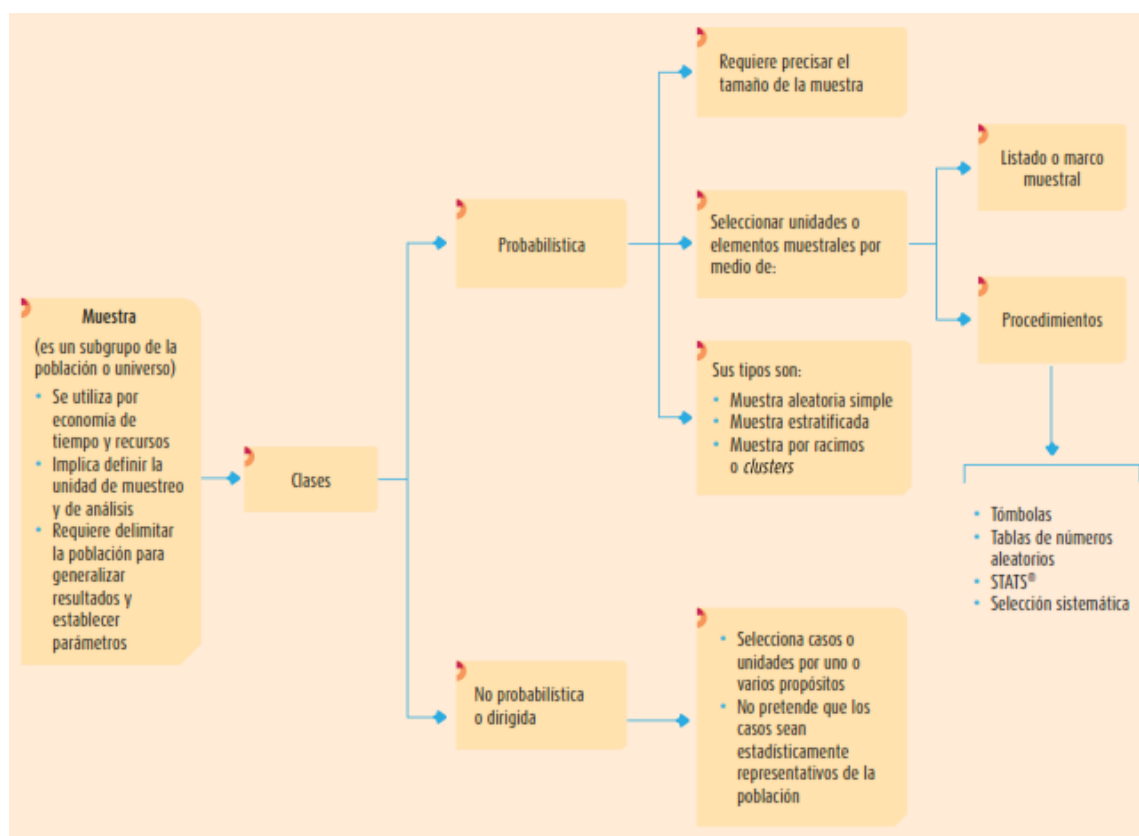
### 4.2.1 Población:

La población del presente informe está conformada por más de 450 equipos (máquinas) involucradas en todo el proceso productivo de la planta, la cual es una lista validada según en los términos contractuales.

### 4.2.2 Muestra:

Según la Imagen 9 “Clases de muestra”, para este informe se determinó una muestra no probabilística, cuyo criterio de selección aplicada a la población(450 equipos) para obtener la muestra fue considerar todos aquellos equipos que se encuentran en condiciones no aceptables de la según el último informe del periodo 2019.

**Imagen 9. Clases de muestra**



**Fuente: Libro Metodología de la investigación de Sampieri**

#### 4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para el presente informe se utilizó la técnica de análisis documental, recurriendo a registros y base de datos.

#### 4.4 Procesamiento de datos

Cabe mencionar que dicha información es correspondiente al periodo 2019.

Teniendo como base de referencia la problemática “retrasos y/o pérdidas de producción por paros no programados de mantenimiento”, se consideró conocer todos los eventos por fallos ocurridos y el impacto que generaron los mismos asociados a los costos de producción en términos de lucro cesante.

En la siguiente tabla detalla los costos de producción basados en la capacidad productiva de 20.87 Toneladas por hora.

**Tabla 2. Costos de producción**

| DESCRIPCIÓN                  | CANTIDAD<br>(Nuevos soles) |
|------------------------------|----------------------------|
| COSTO FIJO DE PRODUCCIÓN     | S/. 72,471,857.89          |
| COSTO VARIABLE DE PRODUCCIÓN | S/. 18,742,169.47          |
| COSTO PRODUCCIÓN /AÑO        | S/. 91,214,027.36          |
| COSTO MENSUAL                | S/. 7,601,168.95           |
| COSTO POR HORA PROD.         | S/. 10557.17909            |
| PRECIO X TON. DE PAPEL       | S/. 505.8542929            |

**Fuente: Sedisa- Planta Huachipa.**

Para estimar el lucro cesante generado, se consideró el registro de paros no programados de mantenimiento según los costos de producción, obteniendo la siguiente tabla.

**Tabla 3. Lucro cesante**

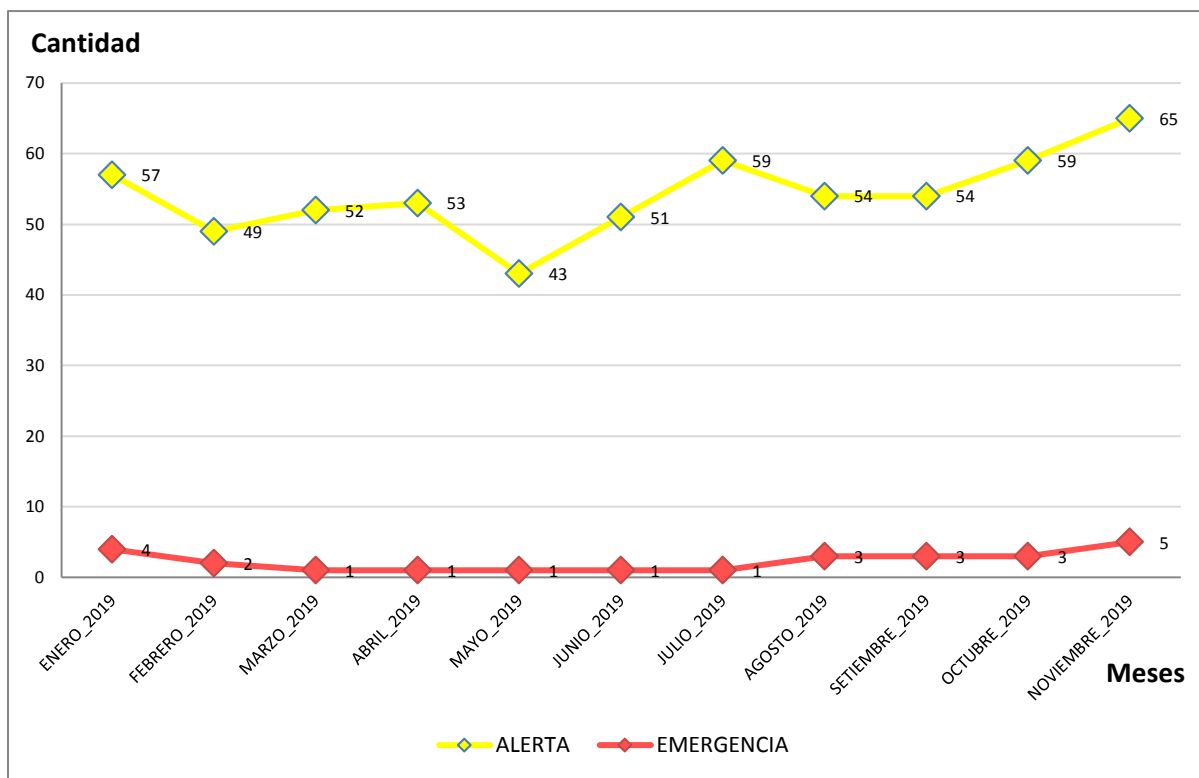
**“Historial de mantenimiento no programado Vs costos de hora improductivas”**

| EVENTO       | MES       | EQUIPO                                 | MODO DE FALLA         | HORAS DE PARO | TONELADAS POR HORA | TONELADA NO PRODUCIDAS | PRECIO POR TONELADA | LUCRO CESANTE        |
|--------------|-----------|--|-----------------------|---------------|--------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| FALLO        | ENERO     | MOTOR SOPLADOR INTRODUTOR              | DESBALANCE            | 3             | S/.20.87           | 62.61                  | S/.505.85           | S/.31,671.27         |
| FALLO        | FEBRERO   | MOTOR VENTILACION FORZADA              | DESBALANCE            | 3             | S/.20.87           | 62.61                  | S/.505.85           | S/.31,671.27         |
| FALLO        | MARZO     | MOTOR ASPIRACION DE VACIO MOD3 IMP8    | DESBALANCE            | 3             | S/.20.87           | 62.61                  | S/.505.85           | S/.31,671.27         |
| FALLO        | ABRIL     | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO MOD4 IMP9 | DESBALANCE            | 3             | S/.20.87           | 62.61                  | S/.505.85           | S/.31,671.27         |
| FALLO        | MAYO      | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO MOD4 IMP9 | DESBALANCE            | 3             | S/.20.87           | 62.61                  | S/.505.85           | S/.31,671.27         |
| FALLO        | JUNIO     | MOTOREDUCTOR FAJA DE REFILES 3         | SOBRECARGA DE ENGRANE | 3             | S/.20.87           | 62.61                  | S/.505.85           | S/.31,671.27         |
| FALLO        | JULIO     | MOTOR SOPLADOR INTRODUTOR              | DESBALANCE            | 3             | S/.20.87           | 62.61                  | S/.505.85           | S/.31,671.27         |
| FALLO        | AGOSTO    | MOTOR PRINCIPAL IMP10                  | DESALINEADO           | 4             | S/.20.87           | 83.48                  | S/.505.85           | S/.42,228.36         |
| FALLO        | SETIEMBRE | MOTOREDUCTOR FAJA DESPERDICIOS         | SOBRECARGA DE ENGRANE | 3             | S/.20.87           | 62.61                  | S/.505.85           | S/.31,671.27         |
| FALLO        | OCTUBRE   | MOTOR DE ASPIRACION CUADRADOR          | DESBALANCE            | 3             | S/.20.87           | 62.61                  | S/.505.85           | S/.31,671.27         |
| FALLO        | NOVIEMBRE | MOTOREDUCTOR MESA DE SECADO            | DESALINEADO           | 4             | S/.20.87           | 83.48                  | S/.505.85           | S/.42,228.36         |
| <b>TOTAL</b> |           |  |                       | 35            | S/.229.57          | 730.45                 | S/.5,564.35         | <b>S/.369,498.13</b> |

**Fuente: Autoría propia.**

Bajo la premisa anterior se consideró saber el estatus actual de la condición de lo equipos involucrados con los procesos productivos, dicha información se obtuvo de los registros mensuales del “Informe Ejecutivo MTP” - 2019 y que para un mejor entendimiento del comportamiento de dichos factores se procesaron en el siguiente gráfico.

**Gráfico 1. Evolución general de estado (condición) de activos**

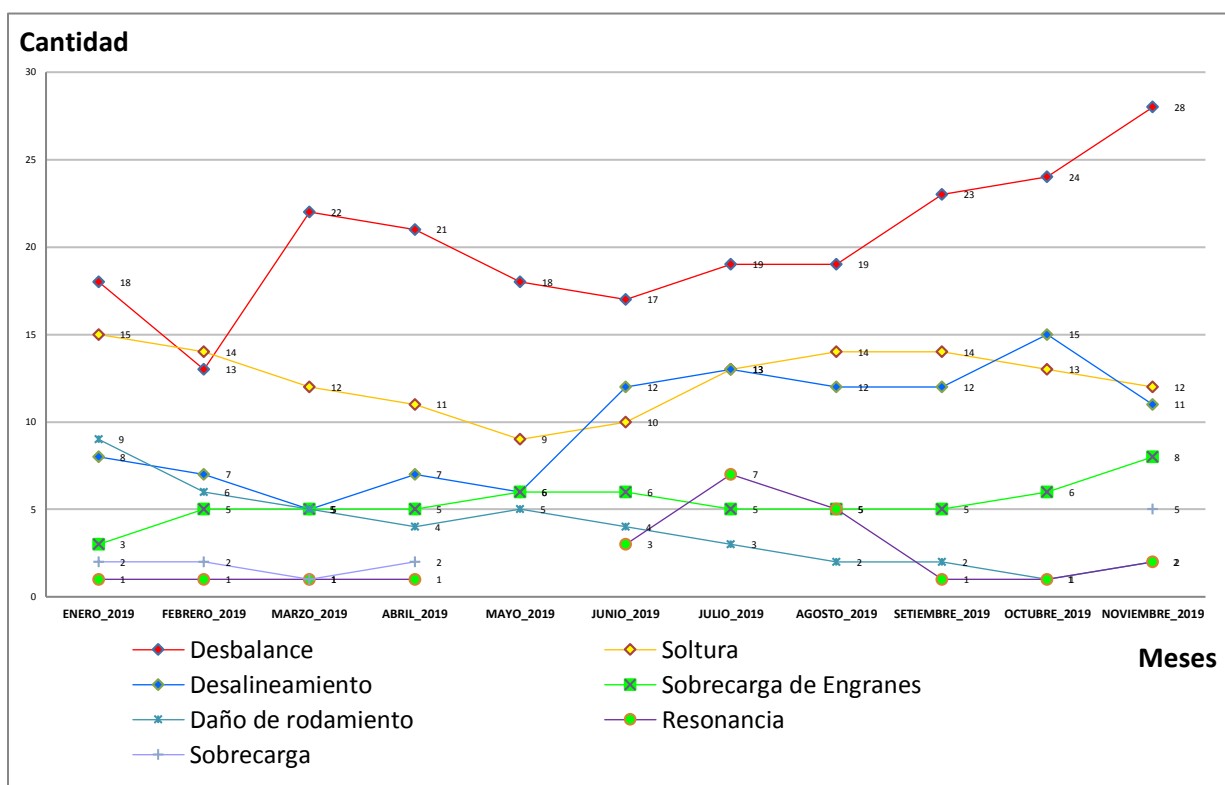


**Fuente: Autoría propia.**

El diagrama nos muestra la evolución de la condición general de los activos, en la cual se evidencia un incremento de alertas y emergencias en el último mes (noviembre 2019)

Posteriormente se procedió a identificar que problemas o a que modos de fallas estaban asociados la condición de dichos equipos, dicha información se obtuvo de último registro del “Informe Ejecutivo MTP” - 2019 y que para un mejor entendimiento del comportamiento de dichos factores se procesaron en el siguiente gráfico.

**Gráfico 2. Evolución general de los modos de falla.**



**Fuente: Autoría Propia.**

El diagrama nos muestra la evolución general de los modos de falla, en la cual se evidencia todos los modos de falla presente con respecto a los equipos en condición inaceptable. En el último mes se evidencia una tendencia creciente con respecto al desbalance.

## **CAPÍTULO V. Análisis crítico y planteamiento de alternativa**

### **5.1 Determinación de alternativas de solución.**

Considerando que el resultado esperado es eliminar las condiciones inaceptables de los equipos en estado de alarma o emergencia mediante una atención oportuna a fin de aumentar la productividad evitando o reduciendo costos por paros de mantenimiento no programados que generan pérdidas o retrasos la producción, es que se propone las siguientes alternativas:

#### **5.1.1 Priorizar la reparación de equipos que se encuentran en alarma o emergencia según su criticidad:**

Esto se considera una alternativa a corto plazo que permitirá atacar de manera sistemática dichos equipos y definir una lista con un orden de atención específico a fin de mejorar las condiciones de la maquinaria progresivamente.

#### **5.1.2 Establecer procesos adecuados en la gestión del mantenimiento basado en condición.**

Esto se considera una alternativa a largo plazo, ya que la implementación y desarrollo, serán progresivos durante un periodo establecido, pero ya definido los procesos y recursos necesarios, su aplicación será continua.

### **5.2 Evaluación de alternativas de solución.**

Para poder evaluar las alternativas expuestas se procedió a definir las condicionantes, referencias o criterios que serán necesarios para lograr el objetivo deseado.

Dicha evaluación plantea los siguientes puntos que se considerarán más adelante en el desarrollo de las alternativas expuestas:



### 5.2.1 Evaluación de “Priorizar la reparación de equipos que se encuentran en alarma o emergencia según su criticidad”:

Para definir una lista con un orden de atención específico y obtener el listado resultante en función dichas condicionantes será necesario:

- Identificar los activos en estado de alerta o emergencia
- Identificar los modos de falla con mayor incidencia mediante un diagrama de Pareto.
- Identificar la familia de activos que presentan modos de falla con mayor incidencia mediante un diagrama de Pareto.
- Definir los criterios a considerar para establecer la criticidad de los equipos.

### 5.2.2 Evaluación de “Establecer proceso adecuados en la gestión del mantenimiento basado en condición”

Para este punto será necesario.

- Realizar un análisis situacional a través de un diagrama de Ishikawa.
- Definir las aéreas y personas involucradas.
- Elaborar un plan de capacitaciones para interpretación de informes que permitan definir procedimientos técnicos.
- Elaborar un formato para reportar el mantenimiento realizado y así realizar una trazabilidad post intervención.

## CAPÍTULO VI. Prueba de diseño

### 6.1 Justificación de la propuesta elegida.

El presente informe buscó alternativas de solución para aumentar la productividad de la planta Huachipa a través de una gestión de mantenimiento basada en condición, la cual generara un impacto económico positivo sobre el lucro cesante asociadas a las pérdidas o retrasos de producción evitando o reduciendo paros no programados de mantenimiento como los ocurridos según el registro de la **tabla 3 “Lucro cesante”**.

Según lo expuesto en las alternativas de solución se propuso atacar de manera sistemática los equipos en condiciones inaceptables basados en su criticidad a fin de contrarrestar el peligro potencial que representan estas en cuanto a disponibilidad de maquinaria dentro del proceso productivo, lo cual deberá desarrollarse a partir de la **“Tabla 4. Equipos en condiciones inaceptables”**

Posteriormente se propuso adecuar los procesos de la gestión de mantenimiento basado en condición para darle prioridad sobre el mantenimiento basado en frecuencia, para lo cual se consideró desarrollar un plan de capacitaciones que permitan mejorar los procedimientos técnicos dirigidos al personal involucrado, que permitirá agilizar el flujo de la información y mejorar el entendimiento desde la notificación del reporte hasta la emisión de la orden trabajo por mantenimiento programado, asegurando que se realice un mantenimiento oportuno y se pueda realizar una trazabilidad de la atención realizada como referencia para futuros mantenimientos y propuesta de proyecto de mejoras como lo podría ser reacondicionar el sistema de filtrado en los motores de vacío a fin evitar que se genere “desbalance” por acumulación de partículas sólidas que es uno de los modos de falla con mayor incidencia según muestra el **“Grafico 4. Pareto modos de falla”**.

## 6.2 Desarrollo de la propuesta elegida.

6.2.1 Desarrollo de Priorizar la reparación de equipos que se encuentran en alarma o emergencia según su criticidad:

Para definir una lista con un orden de atención específico y obtener el listado resultante en función de dichas condicionantes será necesario:

- Identificar los activos en estado de alerta o emergencia.

**Tabla 4. Equipos en condiciones inaceptables – Noviembre 2019.**

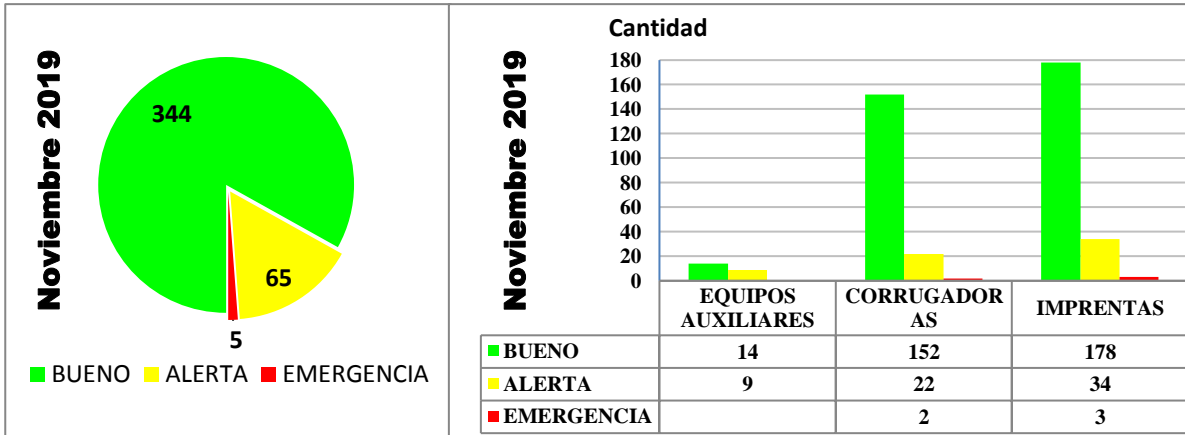
| ITEM | Máquina            | Sistema                  | Equipo                               | Activo          | Condición  |
|------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|-----------------|------------|
| 1    | CORRUGADORA AGNATI | APILADOR SUPERIOR        | MOTOR REFRIGERACIÓN FORZADA          | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 2    | CORRUGADORA AGNATI | APILADOR INFERIOR        | MOTOR REFRIGERACIÓN FORZADA          | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 3    | CORRUGADORA AGNATI | MESA DE SECADO           | MOTOR PRINCIPAL MESA DE SECADO       | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 4    | CORRUGADORA AGNATI | MESA DE SECADO           | RODILLO N° 13 (SUP. 10)              | RODILLO         | ALERTA     |
| 5    | CORRUGADORA AGNATI | DOBLE ENGOMADOR          | MOTOREDUCTOR INFERIOR                | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 6    | CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 01    | SOPLADOR 01                          | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 7    | CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 01    | SOPLADOR 02                          | MOTOR ELECTRICO | EMERGENCIA |
| 8    | CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 01           | BOMBA PARAFINADORA 01                | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 9    | CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 01           | BOMBA PARAFINADORA 01                | BOMBA           | ALERTA     |
| 10   | CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 01           | MOTOREDUCTOR RODILLOS PARAFINADORES  | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 11   | CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 02           | BOMBA PARAFINADORA 02                | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 12   | CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 02           | BOMBA PARAFINADORA 02                | BOMBA           | ALERTA     |
| 13   | CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 02    | MOTOR SOPLADOR 01                    | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 14   | CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 02    | MOTOR SOPLADOR 02                    | MOTOR ELECTRICO | EMERGENCIA |
| 15   | CORRUGADORA MWU    | CABEZAL CORRUGADOR       | BOMBA CIRCUITO REFRIGERACIÓN CABEZAL | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 16   | CORRUGADORA MWU    | MESA DE SALIDA DE SECADO | EXTRACTOR VACIO MESA SECADO          | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 17   | CORRUGADORA MWU    | MESA DE SALIDA DE SECADO | REFRIGERACIÓN FORZADA MOT MESA SEC   | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |

|    |                     |                          |  |                 |            |
|----|---------------------|--------------------------|--|-----------------|------------|
| 18 | CORRUGADORA MWU     | CORTADORA TRANSVERSAL    | MOTOR DE REFRIGERACIÓN LADO ENTRADA/OPERADOR     | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 19 | CORRUGADORA MWU     | MESA DE SALIDA DE SECADO | EXTRACTOR REFILE                                 | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 20 | CORRUGADORA MWU     | MESA DE SALIDA DE SECADO | EXTRACTOR REFILE                                 | VENTILADOR      | ALERTA     |
| 21 | CORRUGADORA MWU     | APILADOR INFERIOR        | REFRIGERACIÓN FORZADA UNIDAD HIDRÁULICA APIL INF | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 22 | CORRUGADORA MWU     | APILADOR SUPERIOR        | REFRIGERACIÓN FORZADA UNIDAD HIDRÁULICA APIL SUP | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 23 | CORRUGADORA QUANTUM | CABEZAL VANTAGE          | SERVOREDUCTOR PRINCIPAL                          | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 24 | CORRUGADORA QUANTUM | CABEZAL VANTAGE          | MOTOR SOPLADOR                                   | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 25 | IMPRESA 02          | CUADRADOR                | CAJA ENGRANAJES 04 L-T                           | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 26 | IMPRESA 02          | CUADRADOR                | MOTOREDUCTOR                                     | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 27 | IMPRESA 02          | CUADRADOR                | CAJA ENGRANAJES 03 L-T                           | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 28 | IMPRESA 02          | CUADRADOR                | MOTOR DE FAJA APILADOR                           | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 29 | IMPRESA 04          | MODULO INTRODUTOR        | VENTILACIÓN FORZADA INTRODUTOR                   | MOTOR ELECTRICO | EMERGENCIA |
| 30 | IMPRESA 04          | DOBLADORA                | MOTOR VACIO LT- DOBLADORA                        | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 31 | IMPRESA 04          | DOBLADORA                | MOTOR VACIO LO- DOBLADORA                        | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 32 | IMPRESA 04          | CONTER / EJECTOR         | MOTO REDUCTOR DE SALIDA DE PAQUETES              | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 33 | IMPRESA 04          | CONTER / EJECTOR         | MOTO REDUCTOR DE SALIDA DE PAQUETES              | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 34 | IMPRESA 05          | MODULO INTRODUTOR        | MOTOR EXTRACTOR DE POLVILLO                      | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 35 | IMPRESA 07          | MODULO INTRODUTOR        | MOTOR DE VACIO - INTRODUTOR                      | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 36 | IMPRESA 08          | MODULO INTRODUTOR        | MOTOR DE VENTILACIÓN FORZADA                     | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 37 | IMPRESA 08          | MODULO 03                | MOTOR DE ASPIRACIÓN DE TRANSFERENCIA DE VACIO    | MOTOR ELECTRICO | EMERGENCIA |
| 38 | IMPRESA 08          | MODULO 04                | MOTOR DE ASPIRACIÓN DE TRANSFERENCIA DE VACIO    | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 39 | IMPRESA 08          | TRANSFERENCIA SECADO     | MOTOR DE TRANSFERENCIA DE VACIO                  | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 40 | IMPRESA 09          | PREALIMETADOR            | BOMBA DE UNIDAD HIDRÁULICA                       | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 41 | IMPRESA 09          | MODULO 04                | MOTOR DE VACIO                                   | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 42 | IMPRESA 09          | TRANSFERENCIA            | MOTOR TRANSFERENCIA VACIO 2                      | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 43 | IMPRESA 10          | MODULO INTRODUTOR        | MOTOR PRINCIPAL                                  | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 44 | IMPRESA 10          | MODULO 02                | MOTO REDUCTOR RODILLO ANILOX                     | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 45 | IMPRESA 10          | MODULO 03                | MOTO REDUCTOR RODILLO ANILOX                     | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 46 | IMPRESA 10          | MODULO 03                | MOTO REDUCTOR RODILLO ANILOX                     | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 47 | IMPRESA 10          | MODULO 04                | MOTO REDUCTOR RODILLO ANILOX                     | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 48 | IMPRESA 10          | MODULO 04                | MOTO REDUCTOR RODILLO ANILOX                     | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 49 | IMPRESA 11          | FAJA CAÍDA CAJAS         | MOTO REDUCTOR DE FAJA DE CAÍDA                   | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 50 | IMPRESA 13          | DESCORTEZADOR            | MOTO REDUCTOR RODILLO                            | MOTOR           | ALERTA     |

|    |                     |                              | BATEADOR                                   | ELECTRICO       |            |
|----|---------------------|------------------------------|--|-----------------|------------|
| 51 | IMPRESA 13          | DESCORTEZADOR                | MOTO REDUCTOR RODILLO BATEADOR             | REDUCTOR        | ALERTA     |
| 52 | IMPRESA 13          | APILADOR                     | MOTOR DE VACIO DE FAJA INCLINADA           | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 53 | IMPRESA 15          | MODULO INTRODUTOR            | MOTOR DE VACIO                             | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 54 | IMPRESA 15          | MODULO INTRODUTOR            | MOTOR DE VACIO                             | VENTILADOR      | ALERTA     |
| 55 | IMPRESA 15          | APILADOR GEO MARTIN          | MOTOR DE FAJAS APILADOR                    | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 56 | IMPRESA 15          | APILADOR GEO MARTIN          | BOMBA HIDRÁULICA                           | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 57 | IMPRESA 15          | APILADOR GEO MARTIN          | BOMBA HIDRÁULICA                           | BOMBA           | ALERTA     |
| 58 | IMPRESA 17          | MODULO 02                    | MOTOR DE SISTEMA DE VACIO                  | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 59 | IMPRESA 18          | MODULO INTRODUTOR            | MOTOR VACIO MESA INTRODUCCIÓN              | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 60 | IMPRESA 21          | MODULO INTTODUTOR            | MOTOR DE VACIO DE INTRODUTOR               | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 61 | IMPRESA 21          | DOBLADORA                    | MOTOR PRINCIPAL DE DOBLADORA               | MOTOR ELECTRICO | EMERGENCIA |
| 62 | SALA DE COMPRESORES | COMPRESOR 1 - R90i           | COMPRESOR 1 - R90i                         | COMPRESOR       | ALERTA     |
| 63 | SALA DE COMPRESORES | COMPRESOR 02 - R160i         | COMPRESOR 02 - R160i                       | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 64 | SALA DE COMPRESORES | COMPRESOR 02 - R160i         | COMPRESOR 02 - R160i                       | COMPRESOR       | ALERTA     |
| 65 | SALA DE COMPRESORES | COMPRESOR 02 - R160i         | VENTILACIÓN FORZADA                        | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 66 | SALA DE COMPRESORES | COMPRESOR 05 - R110i         | COMPRESOR 05 - R110i                       | COMPRESOR       | ALERTA     |
| 67 | RECICLADO DE REFILE | PRENSA DE BROKE DE CORRUGADO | MOTOR UNIDAD HIDRÁULICA PRENSA - IZQUIERDA | BOMBA           | ALERTA     |
| 68 | RECICLADO DE REFILE | PRENSA DE BROKE DE CORRUGADO | MOTOR UNIDAD HIDRÁULICA PRENSA - DERECHA   | BOMBA           | ALERTA     |
| 69 | RECICLADO DE REFILE | FAJA DE REFILE DE ACABADOS 3 | MOTO REDUCTOR FAJA 3                       | MOTOR ELECTRICO | ALERTA     |
| 70 | RECICLADO DE REFILE | FAJA DE REFILE DE ACABADOS 3 | MOTO REDUCTOR FAJA 3                       | REDUCTOR        | ALERTA     |

**Fuente: Autoría propia.**

**Gráfico 3. Condición de activos – noviembre 2019**

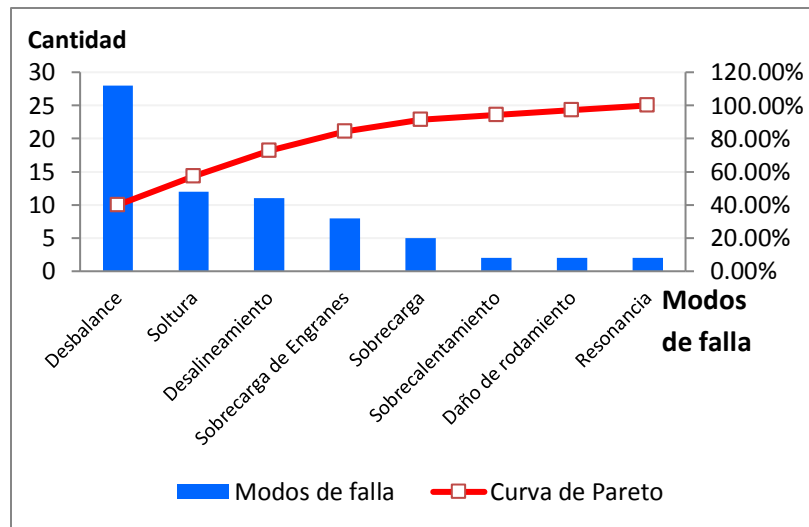


**Fuente: Autoría propia**

El diagrama de torta nos muestra la condición general de los activos y de manera más específica como están agrupadas por áreas (mediante un diagrama de barras).

- Identificar los modos de falla con mayor incidencia mediante un diagrama de Pareto.

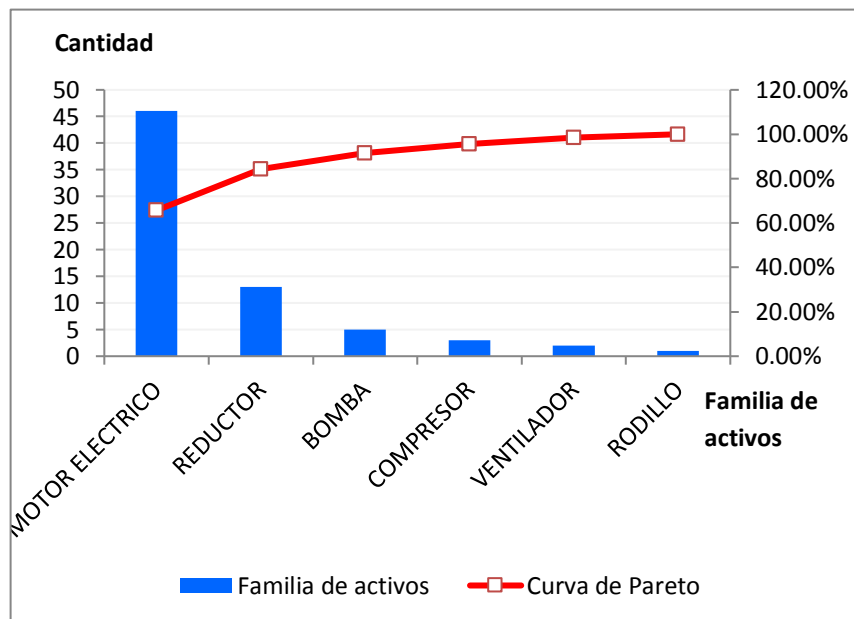
**Gráfico 4. Pareto de modos de falla**



**Fuente: Autoría propia.**

- Identificar la familia de activos que presentan modos de falla con mayor incidencia mediante un diagrama de Pareto.

**Gráfico 5. Pareto de Familia de activos con modos de falla**



**Fuente: Autoría propia**

- Definir los criterios a considerar para establecer la criticidad de los equipos.

**Tabla 5. Criterios para evaluar la criticidad de equipos – Método de jerarquización**

| MATRIZ DE CRITICIDAD                                     |                                   |      |                                    |  |   |  |  |
|--|-----------------------------------|------|------------------------------------|--|---|--|--|
| MATRIZ DE CRITICIDAD                                     |                                   | PESO | VALORACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO     |  |   |  |  |
|  |                                   |      | MUY BAJO = 1                       | BAJO = 3   | MEDIO = 5   | ALTO = 7   | MUY ALTO = 9   |
| <b>C<br/>R<br/>I<br/>T<br/>E<br/>R<br/>I<br/>O<br/>S</b> | Frecuencia de falla               | 1    | >= 1 año                           | de 3 meses a 1 año   | de 15 días a 3 meses  | 1 día a 2 semanas  | 1 día  |
|  | Impacto en producción (por falla) | 0.3  | 1 hora                             | 6 horas  | 12 horas  | 1 día  | <= a 3 días  |
|  | Costo de reparación               | 0.1  | Gasto Irrelevante <1K\$            | Gasto Bajo, 1K\$ - 10 K\$                                    | Gasto Razonable, 10 K\$ - 50 K\$  | Gasto Importante, 50 K\$ - 100 K\$   | Gastos Altos, > 100 K\$  |
|  | Impacto en seguridad              | 0.3  | No existe riesgo para las personas | Puede producir daños leves, que desaparecen con tratamiento. | Pueden producir daños graves, que desaparecen con tratamiento.          | Pueden producir daños muy graves, que dejan secuela después de un tratamiento. | Riesgo de muerte inminente.                                    |
|  | Impacto ambiental y comunidades   | 0.3  | No provoca ningún daño.            | Produce daños medio ambientales reversibles                  | Produce daños medio ambientales cuyos efectos no violan las normativas. | Provoca daños medioambientales irreversibles dentro de la mina.                | Provoca daños medioambientales irreversibles fuera de la mina. |

**Fuente: Blog Gestión de mantenimiento - CMMS**



6.2.2 Desarrollo de “Establecer procesos adecuados en la gestión del mantenimiento basado en condición”:

➤ Identificar las posibles causas de los retrasos de producción a través de un diagrama de Ishikawa

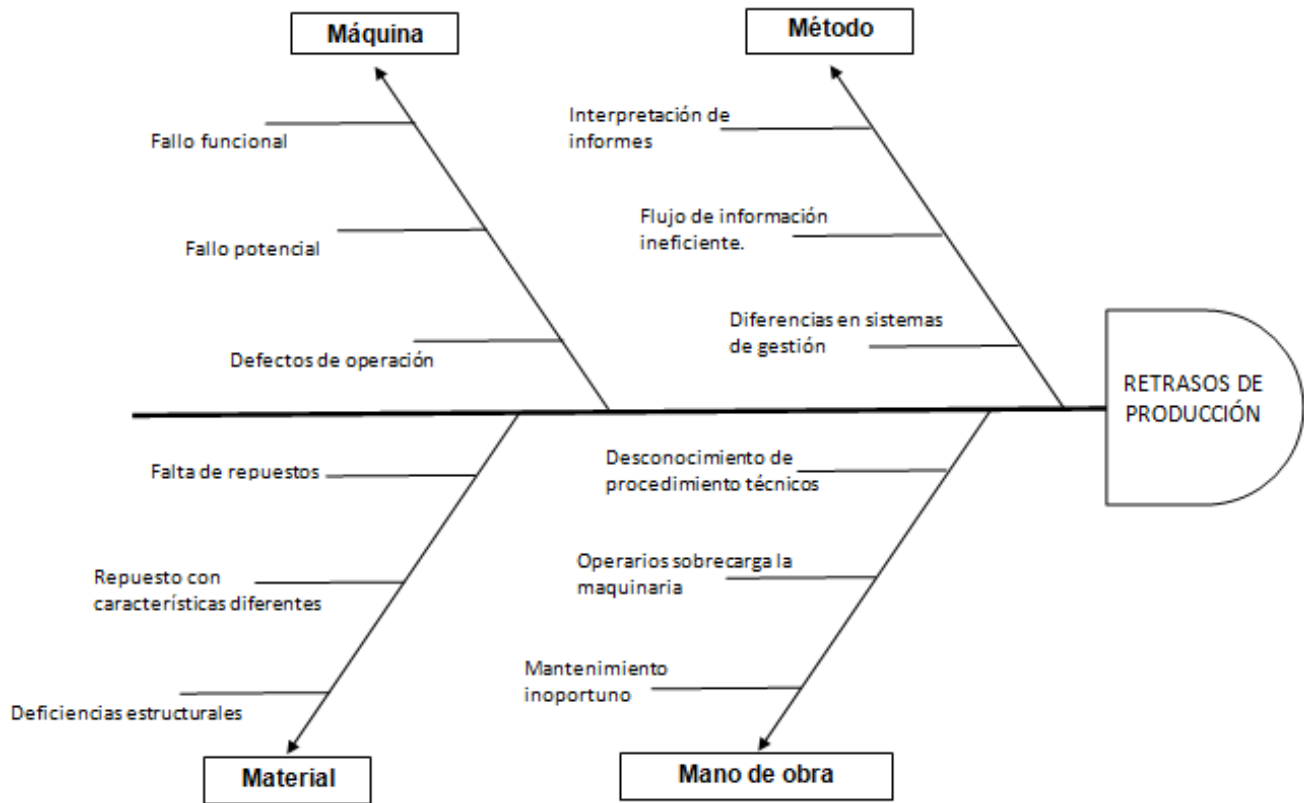
- Síntomas

- a) Fallos potenciales más frecuentes con tendencia creciente.
- b) Fallo funcional de equipos.
- c) Incremento de costos por paros de mantenimiento no programados.
- d) Excedente de mermas.
- e) Pérdidas o retrasos en la producción.
- f) Incumplimiento con cantidades y fechas de entregas pactadas.

- Causas:

- d) Dificultades para interpretar los informes de mantenimiento predictivo.
- e) No se proporciona el informe técnico al personal quien se hará cargo del mantenimiento.
- f) La criticidad de los equipos, no ha sido definida para determinar las técnicas adecuadas y frecuencias de monitoreo.
- g) Se prioriza los recursos al mantenimiento preventivo basado en frecuencia antes que al mantenimiento predictivo.
- h) Desconocimiento de procedimientos técnicos.
- i) La base de datos en la que se envía las notificaciones y el software de gestión son distintos, lo cual hace que se aplase la carga de dicha información a su sistema.
- j) Las fechas programadas de mantenimiento y notificación no guardan correlación.

**Imagen 10. Ishikawa de retrasos de producción**



**Fuente: Autoría propia**

Se identificó que la causa de mayor relevancia estaba asociada a fallos de la máquina que ocasionaban paros no programados y retrasos en la producción.

- Definir las aéreas y personas involucradas.

**Tabla 6. Área y personal de mantenimiento.**

| CARGO                   | ÁREA      |          |            |
|-------------------------|-----------|----------|------------|
|                         | IMPRENTAS | CORRUGAS | AUXILIARES |
| PLANER DE MANTENIMIENTO | X         | X        | X          |
| SUPERVISOR ELECTRICO    | X         | X        | X          |
| SUPERVISOR MECÁNICO     | X         | X        | X          |
| TÉCNICO ELECTRICO       | X         | X        | X          |
| TÉCNICO MECÁNICO        | X         | X        | X          |
| TÉCNICO DE TURNOS       | X         | X        | X          |
| TÉCNICOS (CONTRATISTAS) | X         | X        | X          |

**Fuente: Autoría propia**

- Elaborar un plan de capacitaciones para interpretación de informes que permitan definir procedimientos técnicos.

**Tabla 7. Plan de capacitaciones**

| <b>Plan de capacitaciones planta Huachipa</b>               |              |
|---|--------------|
| <b>TEMA</b>   | <b>FECHA</b> |
| Análisis Vibracional – rodamientos.                         | 25/02/2020   |
| Análisis de aceite (Interpretación)                         | 27/03/2020   |
| AFA de rodamientos. Casos prácticos y taller.               | 28/04/2020   |
| Fundamentos de Tribología y lubricación. Casos prácticos    | 26/05/2020   |
| Ajuste de rodamientos.                                      | 26/06/2020   |
| Obturación de rodamientos.                                  | 27/07/2020   |
| Montaje y desmontaje de rodamientos.                        | 25/08/2020   |
| Instalación y mantenimiento de correas de transmisión en V. | 29/09/2020   |
| Alineamiento laser (practico)                               | 27/10/2020   |
| Termografía infraroja                                       | 27/11/2020   |
| Análisis Causa Raíz. Casos                                  | 29/12/2020   |

**Fuente: Autoría propia.**

- Elaborar un formato para reportar el mantenimiento realizado y así realizar una trazabilidad post intervención.

**Tabla 8. Reporte de trazabilidad**

|  |           |                     |                           |         |
|--|-----------|---------------------|---------------------------|---------|
| EQUIPO                                   |           | FECHA               |                           |         |
| ACTIVO                                   |           | N° REPORTE          |                           |         |
| CODIGO                                   |           |                     |                           |         |
| PERSONAL INVOLUCRADO                     |           |                     |                           |         |
| ITEM                                     | APELLIDOS | NOMBRES             | CARGO                     | EMPRESA |
| 1  |           |                     |                           |         |
| 2  |           |                     |                           |         |
| 3  |           |                     |                           |         |
| 4  |           |                     |                           |         |
| 5  |           |                     |                           |         |
| 6  |           |                     |                           |         |
| 7  |           |                     |                           |         |
| 8  |           |                     |                           |         |
| 9  |           |                     |                           |         |
| 10                                       |           |                     |                           |         |
| MOTIVO DE LA INTERVENCION:               |           |                     |                           |         |
| NRO DE REPORTE ASOCIADO QUE GENERO LA OT |           |                     |                           |         |
| ACOTACIONES DEL TRABAJO REALIZADO        |           | RECURSOS UTILIZADOS |                           |         |
| ITEM                                     | ACTIVIDAD | REPUESTOS / INSUMOS | HERRAMIENTAS / ACCESORIOS |         |
|  |           |                     |                           |         |
|  |           |                     |                           |         |
|  |           |                     |                           |         |
|  |           |                     |                           |         |
|  |           |                     |                           |         |
|  |           |                     |                           |         |
|  |           |                     |                           |         |
|  |           |                     |                           |         |
|  |           |                     |                           |         |
| CONFORMIDAD DE MANTENIMIENTO             |           |                     |                           |         |
| CARGO                                    | APELLIDOS | NOMBRES             | EMPRESA                   | FIRMA   |
| EJECUTOR                                 |           |                     |                           |         |
| SUPERVISOR                               |           |                     |                           |         |
| PRODUCCION                               |           |                     |                           |         |

**Fuente: Autoría propia**

## CAPÍTULO VII. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 7.1 Propuesta económica de implementación.

Para implementar de la propuesta expuesto solo será necesaria una inversión económica para la ejecución de las capacitaciones propuestas en la **Tabla 7. Plan de capacitaciones**, ya que para el desarrollo de las otras propuestas solo se requiere compromiso y adaptación de las personas involucradas para ejecutar los procesos según el plan.

**Tabla 9. Costo de capacitaciones**

| <b>Costo de capacitaciones</b>                              |              |
|---|--------------|
| <b>TEMA</b>   | <b>COSTO</b> |
| Análisis Vibracional – rodamientos.                         | \$ 250       |
| Análisis de aceite (Interpretación)                         | \$ 250       |
| AFA de rodamientos. Casos prácticos y taller.               | \$ 250       |
| Fundamentos de Tribología y lubricación. Casos prácticos    | \$ 250       |
| Ajuste de rodamientos.                                      | \$ 250       |
| Obturación de rodamientos.                                  | \$ 250       |
| Montaje y desmontaje de rodamientos.                        | \$ 250       |
| Instalación y mantenimiento de correas de transmisión en V. | \$ 250       |
| Alineamiento laser (practico)                               | \$ 250       |
| Termografía infraroja                                       | \$ 250       |
| Análisis Causa Raíz. Casos                                  | \$ 250       |

**Fuente: Autoría propia.**

## 7.2 Calendario de actividades y recursos.

Establecida la secuencia o prioridad de atención de los equipos según su criticidad en la tabla 4 y considerando el plan de capacitaciones para establecer posteriormente procedimientos técnicos, se define el siguiente los siguientes recursos a utilizar según las actividades mencionadas anteriormente establecidas en un calendario.

**Tabla 10. Recursos**

| ACTIVIDAD   | RECURSOS        |                               |                               |
|---|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|
|   | INFRAESTRUCTURA | MATERIALES                    | HUMANOS                       |
| MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL LISTADO 5 DE TABLA 4 | MESA DE PRUEBAS | KIT DE BALANCEO               | PERSONAL TÉCNICO ELECTRICISTA |
|   | MESA DE TRABAJO | KIT DE MONTAJE DE RODAMIENTOS | PERSONAL TÉCNICO MECANICO     |
| CAPACITACIÓN  | AUDITORIO       | IMPRESIONES                   | CAPACITADOR ACREDITADO        |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS                | AUDITORIO       | ARTICULOS DE OFICINA          | PLANER DE CORRUGAS            |
|   |                 |                               | PLANER DE IMPRENTAS           |
|   |                 |                               | SUPERVISOR DE CORRUGAS        |
|   |                 |                               | SUPERVISOR DE IMPRENTAS       |

**Fuente: Autoría propia.**

**Tabla 11. Actividades Enero – Febrero 2020**

| ACTIVIDAD  | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SETIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|--|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D1                      | X     |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D2                      | X     |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D3                      | X     |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D4                      | X     |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D5                      | X     |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D6                      | X     |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| CAPACITACION Análisis Vibracional – rodamientos. | X     |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS           | X     |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D7                      |       | X       |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D8                      |       | X       |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D9                      |       | X       |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D10                     |       | X       |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D11                     |       | X       |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D12                     |       | X       |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| CAPACITACION Análisis de aceite (Interpretación) |       | X       |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS           |       | X       |       |       |      |       |       |        |           |         |           |           |

**Fuente: Autoría propia.**



**Tabla 12. Actividades Marzo – Abril 2020**

| ACTIVIDAD   | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SETIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|---|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D13  |       |         | X     |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D14  |       |         | X     |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D15  |       |         | X     |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D16  |       |         | X     |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D17  |       |         | X     |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D18  |       |         | X     |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| CAPACITACION AFA de rodamientos. Casos prácticos y taller.            |       |         | X     |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS                                |       |         | X     |       |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D19  |       |         |       | X     |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D20  |       |         |       | X     |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D21  |       |         |       | X     |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D22  |       |         |       | X     |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D23  |       |         |       | X     |      |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D24  |       |         |       | X     |      |       |       |        |           |         |           |           |
| CAPACITACION Fundamentos de Tribología y lubricación. Casos prácticos |       |         |       | X     |      |       |       |        |           |         |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS                                |       |         |       | X     |      |       |       |        |           |         |           |           |

**Fuente: Autoría propia.**

**Tabla 13. Actividades Abril – Mayo 2020**

| ACTIVIDAD                               | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SETIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|---|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D25            |       |         |       |       | X    |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D26            |       |         |       |       | X    |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D27            |       |         |       |       | X    |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D28            |       |         |       |       | X    |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D29            |       |         |       |       | X    |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D30            |       |         |       |       | X    |       |       |        |           |         |           |           |
| CAPACITACION Ajuste de rodamientos.     |       |         |       |       | X    |       |       |        |           |         |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS  |       |         |       |       | X    |       |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D31            |       |         |       |       |      | X     |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D32            |       |         |       |       |      | X     |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D33            |       |         |       |       |      | X     |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D34            |       |         |       |       |      | X     |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D35            |       |         |       |       |      | X     |       |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D36            |       |         |       |       |      | X     |       |        |           |         |           |           |
| CAPACITACION Obturación de rodamientos. |       |         |       |       |      | X     |       |        |           |         |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS  |       |         |       |       |      | X     |       |        |           |         |           |           |

**Fuente: Autoría propia.**

**Tabla 14. Actividades Junio – Julio 2020**

| ACTIVIDAD  | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SETIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|--|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D37   |       |         |       |       |      |       | X     |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D38   |       |         |       |       |      |       | X     |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D39   |       |         |       |       |      |       | X     |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D40   |       |         |       |       |      |       | X     |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D41   |       |         |       |       |      |       | X     |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D42   |       |         |       |       |      |       | X     |        |           |         |           |           |
| CAPACITACION Montaje y desmontaje de rodamientos.                        |       |         |       |       |      |       | X     |        |           |         |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS                                   |       |         |       |       |      |       | X     |        |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D43   |       |         |       |       |      |       |       | X      |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D44   |       |         |       |       |      |       |       | X      |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D45   |       |         |       |       |      |       |       | X      |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D46   |       |         |       |       |      |       |       | X      |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D47   |       |         |       |       |      |       |       | X      |           |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D48   |       |         |       |       |      |       |       | X      |           |         |           |           |
| CAPACITACION Instalación y mantenimiento de correas de transmisión en V. |       |         |       |       |      |       |       | X      |           |         |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS                                   |       |         |       |       |      |       |       | X      |           |         |           |           |

**Fuente: Autoría propia.**

**Tabla 15. Actividades Agosto – Setiembre 2020**

| ACTIVIDAD  | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SETIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|--|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D49   |       |         |       |       |      |       |       |        | X         |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D50   |       |         |       |       |      |       |       |        | X         |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D51   |       |         |       |       |      |       |       |        | X         |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D52   |       |         |       |       |      |       |       |        | X         |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D53   |       |         |       |       |      |       |       |        | X         |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D54   |       |         |       |       |      |       |       |        | X         |         |           |           |
| CAPACITACION Instalación y mantenimiento de correas de transmisión en V. |       |         |       |       |      |       |       |        | X         |         |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS                                   |       |         |       |       |      |       |       |        | X         |         |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D55   |       |         |       |       |      |       |       |        |           | X       |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D56   |       |         |       |       |      |       |       |        |           | X       |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D57   |       |         |       |       |      |       |       |        |           | X       |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D58   |       |         |       |       |      |       |       |        |           | X       |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D59   |       |         |       |       |      |       |       |        |           | X       |           |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D60   |       |         |       |       |      |       |       |        |           | X       |           |           |
| CAPACITACION Termografía infraroja                                       |       |         |       |       |      |       |       |        |           | X       |           |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS                                   |       |         |       |       |      |       |       |        |           | X       |           |           |

**Fuente: Autoría propia.**

**Tabla 16. Actividades Noviembre – Diciembre 2020**

| ACTIVIDAD                                | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SETIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|--|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D61             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         | X         |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D62             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         | X         |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D63             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         | X         |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D64             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         | X         |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D65             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         | X         |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D66             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         | X         |           |
| CAPACITACION Análisis Causa Raíz. Casos  |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         | X         |           |
| ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS TECNICOS   |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         | X         |           |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D67             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           | X         |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D68             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           | X         |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D69             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           | X         |
| MANTENIMIENTO DE REPORTE D70             |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           | X         |
| REALIZAR INFORME GENERAL DE TRAZABILIDAD |       |         |       |       |      |       |       |        |           |         |           | X         |

**Fuente: Autoría propia.**

## **CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este apartado se detallaron las conclusiones y recomendaciones acerca del informe realizado, con la finalidad de dejar en claro que las alternativas propuestas son certeras ante la problemática expuesta y de este modo puedan ser consideradas para desarrollarse en un proyecto posterior si así se estima o cree conveniente.

### Conclusiones:

Ante constantes retrasos o pérdidas de producción por fallos en la maquinaria, el objetivo principal del presente informe fue aumentar la productividad, lo cual tras realizar un análisis de los acontecimientos sucedidos según registros del periodo 2019, se optó por plantear alternativas de solución en función de una gestión de mantenimiento basada en condiciones para realizar el trabajo en mención.

La disponibilidad y fiabilidad de la se consideraron como factores claves dentro del proceso productivo por lo que se propuso atacar de manera sistemática los equipos en condiciones no aceptables basados en una criticidad que le permitiesen dar una prioridad de atención para realizar un mantenimiento oportuno.

También se consideró que toda maquinaria tiene un ciclo de vida hasta su falla, pues es inevitable que llegue a presentar anomalías, pero se puede evitar que falle funcionalmente si detecta a tiempo algún cambio en los parámetros de su condición, basados en esa premisa se estimó como una alternativa a largo plazo desarrollar proceso adecuado en la gestión del mantenimiento basado en condiciones que permitiesen direccionar todos los recursos necesarios de manera eficiente ante eventos futuros asociado a cambios en los parámetros de condición de la maquinaria.

Para los objetivos específicos se concluye:

1) Realizar un diagnóstico actual de la situación actual en la planta Huachipa para determinar las deficiencias y sus causas.

Los datos procesados y analizados mostraron que la situación de la planta denotó una deficiencia en su gestión de mantenimiento, pudiéndose identificar las causas asociadas a través del diagrama de Ishikawa y así poder poner en acción las medidas adecuadas ante la problemática de la planta.

2) Definir los planes de mejora a corto y largo plazo en los procesos relacionados con una gestión de mantenimiento basado en condiciones en la empresa Sedisa para aumentar la productividad de la planta Huachipa.

a) Los planes a corto plazo relacionados a priorizar la reparación de equipos que se encuentran en alarma o emergencia según su criticidad, tienen una repercusión directa sobre los resultados esperados, como es la reducción las pérdidas de producción es decir reducir productos defectuosos (broke o desperdicio no controlada).

Establecida la criticidad para una atención oportuna se generaron las ordenes específicas para ejecutar los trabajos de mantenimiento según lo planificado (Ver tabla 17 OTs generadas)

**Tabla 17. OTs generadas**

| ITEM | OT      | DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO  | MODO DE FALLA IDENTIFICADO | DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE |
|------|---------|---|----------------------------|----------------------------|
| 1    | 2330145 | MOTOR VENTILADOR DE BOMBA HIDRAULICA - FAJA APILADOR SUPERIOR - CORRUGADORA AGNATI          | Desbalance                 | Motor                      |
| 2    | 2330146 | MOTOR VENTILADOR DE BOMBA HIDRAULICA - FAJA APILADOR INFERIOR - CORRUGADORA AGNATI          | Soltura                    | Motor                      |
| 3    | 2330147 | EXTRACTOR DE REFILE - CORTADORA LONGITUDINAL POWER SET - CORRUGADORA AGNATI                 | Desbalance                 | Ventilador                 |
| 4    | 2330148 | MOTOR PRINCIPAL MESA DE SECADO - MESA DE SECADO - CORRUGADORA AGNATI                        | Sobrecarga de Engranés     | Reductor                   |
| 5    | 2330149 | RODILLO N° 13 (SUP. 10) - MESA DE SECADO - CORRUGADORA AGNATI                               | Daño de rodamiento         | Rodillo                    |
| 6    | 2330150 | SOPLADOR 01 - CABEZAL 1 - CORRUGADORA AGNATI  | Desbalance                 | Motor                      |
| 7    | 2330151 | SOPLADOR 02 - CABEZAL 1 - CORRUGADORA AGNATI  | Desbalance                 | Motor                      |
| 8    | 2330152 | BOMBA PARAFINA INTERNO - CABEZAL 1 - CORRUGADORA AGNATI                                     | Soltura                    | Motor                      |
| 9    | 2330153 | BOMBA PARAFINA INTERNO - CABEZAL 1 - CORRUGADORA AGNATI                                     | Soltura                    | Bomba                      |
| 10   | 2330154 | BOMBA PARAFINA EXTERNO - CABEZAL 2 - CORRUGADORA AGNATI                                     | Desalineamiento            | Motor                      |
| 11   | 2330155 | BOMBA PARAFINA EXTERNO - CABEZAL 2 - CORRUGADORA AGNATI                                     | Sobrecarga de Engranés     | Bomba                      |
| 12   | 2330156 | SOPLADOR 01 - CABEZAL 2 - CORRUGADORA AGNATI  | Desbalance                 | Motor                      |
| 13   | 2330157 | SOPLADOR 02 - CABEZAL 2 - CORRUGADORA AGNATI  | Desbalance                 | Motor                      |
| 14   | 2330158 | BOMBA CIRCUITO REFRIGERACIÓN CABEZAL - CABEZAL CORRUGADOR - CORRUGADORA MWU                 | Desbalance                 | Motor                      |
| 15   | 2330159 | PICADOR REFILE 1 LADO OPERADOR - TRITURADORA LADO OPERADOR - CORRUGADORA MWU                | Desalineamiento            | Motor                      |
| 16   | 2330160 | MOTOR DE REFRIGERACIÓN LADO ENTRADA/OPERADOR - CORTADORA SLITTER - CORRUGADORA MWU          | Desbalance                 | Motor                      |
| 17   | 2330161 | EXTRACTOR REFILE - CORTADORA SLITTER - CORRUGADORA MWU                                      | Desbalance                 | Motor                      |
| 18   | 2330162 | EXTRACTOR REFILE - CORTADORA SLITTER - CORRUGADORA MWU                                      | Soltura                    | Ventilador                 |
| 19   | 2330163 | REFRIGERACIÓN FORZADA UNIDAD HIDRÁULICA APIL INF - FAJA APILADOR INFERIOR - CORRUGADORA MWU | Desbalance                 | Motor                      |
| 20   | 2330164 | REFRIGERACIÓN FORZADA UNIDAD HIDRÁULICA APIL SUP - FAJA APILADOR SUPERIOR - CORRUGADORA MWU | Soltura                    | Motor                      |
| 21   | 2330165 | VENTILADOR DE SONDA DE TEMPERATURA - CABEZAL ONDULADOR VANTAGE - CORRUGADORA QUANTUM        | Desbalance                 | Motor                      |
| 22   | 2330166 | MOTOREDUCTOR PRINCIPAL - CABEZAL VANTAGE - CORRUGADORA QUANTUM                              | Sobrecarga de Engranés     | Reductor                   |
| 23   | 2330167 | MOTOR SOPLADOR - CABEZAL VANTAGE - CORRUGADORA QUANTUM                                      | Desbalance                 | Motor                      |
| 24   | 2330168 | MOTOREDUCTOR 55M1 - CABEZAL VANTAGE - CORRUGADORA QUANTUM                                   | Sobrecarga de Engranés     | Motor                      |
| 25   | 2330169 | MOTOR EXTRACTOR DE REFILE - REFILE - CORRUGADORA QUANTUM                                    | Desalineamiento            | Ventilador                 |
| 26   | 2330170 | CAJA ENGRANAJES 04 L-T - CUADRADOR - IMPRENTA 02  | Sobrecarga de Engranés     | Caja engrane               |



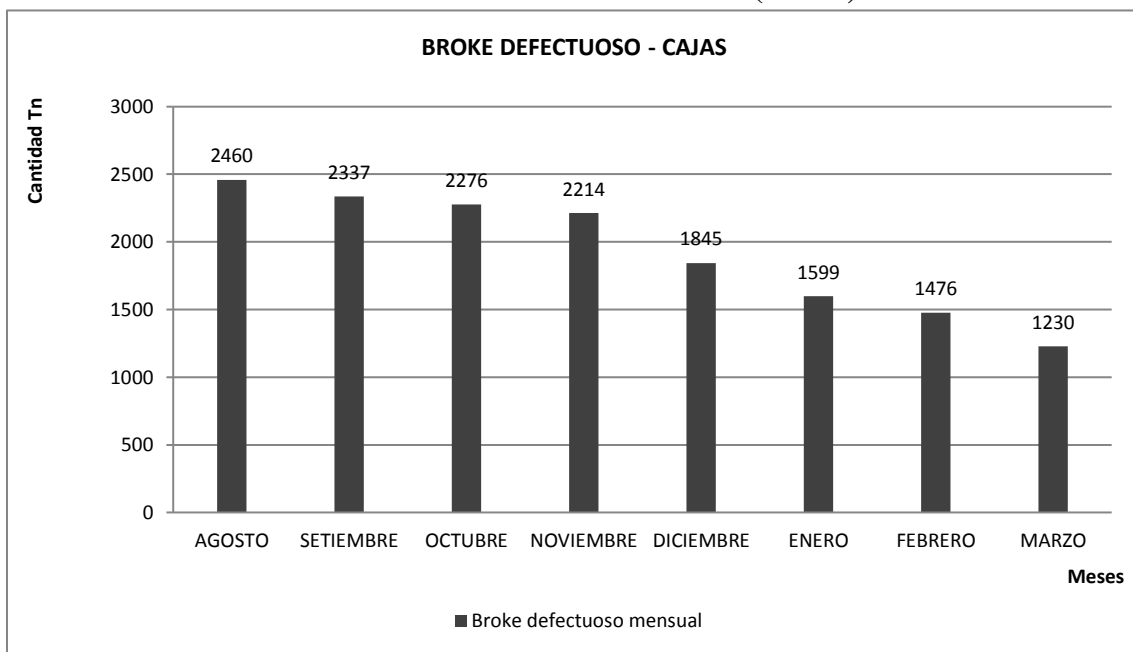
|    |         |  |                          |              |
|----|---------|--|--------------------------|--------------|
| 27 | 2330171 | MOTOREDUCTOR - CUADRADOR - IMPRENTA 02                                     | Sobrecarga de Engranajes | Reductor     |
| 28 | 2330172 | CAJA ENGRANAJES 03 L-T - CUADRADOR - IMPRENTA 02                           | Sobrecarga de Engranajes | Caja engrane |
| 29 | 2330173 | MOTOR DE FAJA DE APILADOR - CUADRADOR - IMPRENTA 02                        | Desbalance               | Motor        |
| 30 | 2330174 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO LT - DOBLADORA - IMPRENTA 04                  | Soltura                  | Motor        |
| 31 | 2330175 | MOTO REDUCTOR DE SALIDA DE PAQUETES - CONTER / EJECTOR - IMPRENTA 04       | Desalineamiento          | Motor        |
| 32 | 2330176 | MOTO REDUCTOR DE SALIDA DE PAQUETES - CONTER / EJECTOR - IMPRENTA 04       | Desalineamiento          | Reductor     |
| 33 | 2330177 | MOTOR EXTRACTOR DE POLVILLO - MODULO INTRODUTOR - IMPRENTA 05              | Desalineamiento          | Motor        |
| 34 | 2330178 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO - MODULO 03 - IMPRENTA 05                     | Desbalance               | Motor        |
| 35 | 2330179 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO INTRODUTOR - PLEGADORA - IMPRENTA 07          | Desbalance               | Motor        |
| 36 | 2330180 | MOTOR DE VENTILACIÓN FORZADA - MODULO INTRODUTOR - IMPRENTA 08             | Desbalance               | Motor        |
| 37 | 2330181 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO - MODULO 02 - IMPRENTA 08                     | Desbalance               | Motor        |
| 38 | 2330182 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO - MODULO 04 - IMPRENTA 08                     | Desbalance               | Motor        |
| 39 | 2330183 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO - TRANSFERENCIA SECADO - IMPRENTA 08          | Desbalance               | Motor        |
| 40 | 2330184 | BOMBA DE UNIDAD HIDRÁULICA - PREALIMETADOR - IMPRENTA 09                   | Desbalance               | Motor        |
| 41 | 2330185 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO - MODULO 01 - IMPRENTA 09                     | Desbalance               | Motor        |
| 42 | 2330186 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO - MODULO 02 - IMPRENTA 09                     | Desbalance               | Motor        |
| 43 | 2330187 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO - MODULO 04 - IMPRENTA 09                     | Desbalance               | Motor        |
| 44 | 2330188 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO 1 - TRANSFERENCIA SECADO - IMPRENTA 09        | Desbalance               | Motor        |
| 45 | 2330189 | MOTOR TRANSFERENCIA DE VACIO 2 - TRANSFERENCIA SECADO - IMPRENTA 09        | Desbalance               | Motor        |
| 46 | 2330190 | MOTOR PRINCIPAL - MODULO INTRODUTOR - IMPRENTA 10                          | Desalineamiento          | Motor        |
| 47 | 2330191 | MOTOREDUCTOR DE RODILLO DE GOMA ANILOX - MODULO 02 - IMPRENTA 10           | Soltura                  | Reductor     |
| 48 | 2330192 | MOTOREDUCTOR DE RODILLO DE GOMA ANILOX - MODULO 03 - IMPRENTA 10           | Soltura                  | Motor        |
| 49 | 2330193 | MOTOREDUCTOR DE RODILLO DE GOMA ANILOX - MODULO 03 - IMPRENTA 10           | Soltura                  | Reductor     |
| 50 | 2330194 | MOTOREDUCTOR DE RODILLO DE GOMA ANILOX - MODULO 04 - IMPRENTA 10           | Soltura                  | Motor        |
| 51 | 2330195 | MOTOREDUCTOR DE RODILLO DE GOMA ANILOX - MODULO 04 - IMPRENTA 10           | Soltura                  | Reductor     |
| 52 | 2330196 | MOTOREDUCTOR DE RODILLO DE GOMA ANILOX - MODULO DE IMPRESIÓN - IMPRENTA 11 | Soltura                  | Motor        |
| 53 | 2330197 | CAJA DE ENGRANAJES CERRADOS 01 - PLEGADORA - IMPRENTA 11                   | Sobrecarga de Engranajes | Reductor     |
| 54 | 2330198 | MOTOR DE VACIO - CUADRADOR - IMPRENTA 11                                   | Desbalance               | Motor        |
| 55 | 2330199 | MOTO REDUCTOR RODILLO BATEADOR - STACKER - IMPRENTA 13                     | Desalineamiento          | Motor        |
| 56 | 2330200 | MOTO REDUCTOR RODILLO BATEADOR - STACKER - IMPRENTA 13                     | Desalineamiento          | Reductor     |

**Fuente: Sedisa- Planta Huachipa.**

b) Los planes a largo plazo relacionados establecer procesos adecuados en la gestión del mantenimiento basado en condición tienen un impacto positivo sobre la productividad, ya que progresivamente se mejoran los tiempos de respuesta para atender oportunamente los equipos conforme estos presenten cambios o anomalías en su condición, generando la OTs (ordenes de trabajo) correspondientes a cada uno de estos, permitiendo así una mayor disponibilidad y fiabilidad de la maquinaria, para cumplir y realizar su manera eficiente su función dentro del proceso productivo.

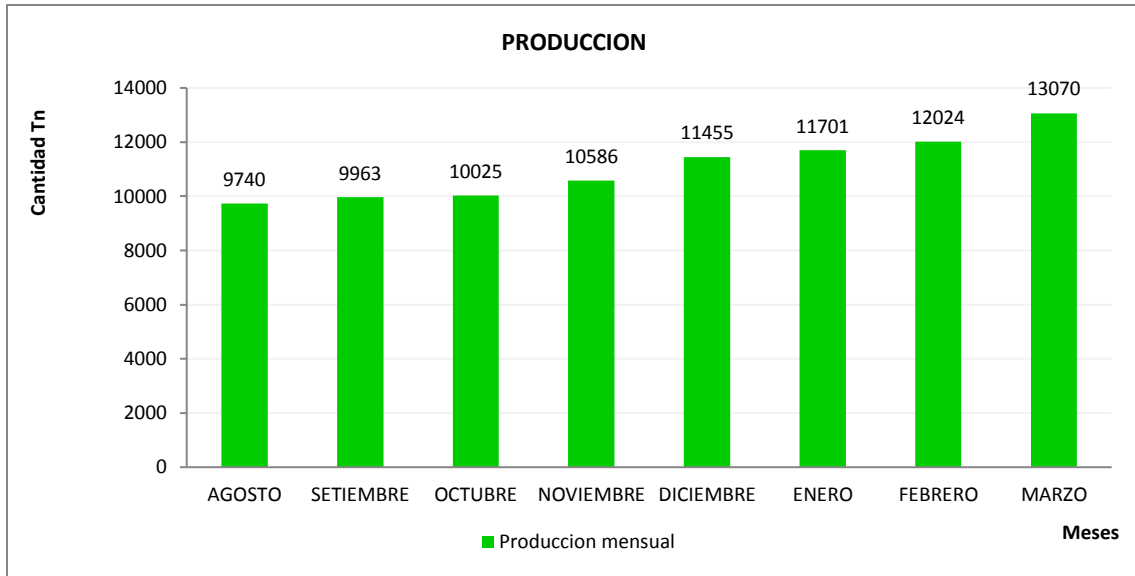
Es decir a mayor OTs ejecutadas en la mejor la condición de la maquinaria, menor serán los productos defectuosos (Ver gráfico 6) por ende aumentara la cantidad de la producción proyectada (Ver grafico 7) según lo propuesto.

**Gráfico 6. Productos defectuosos (Broke)**



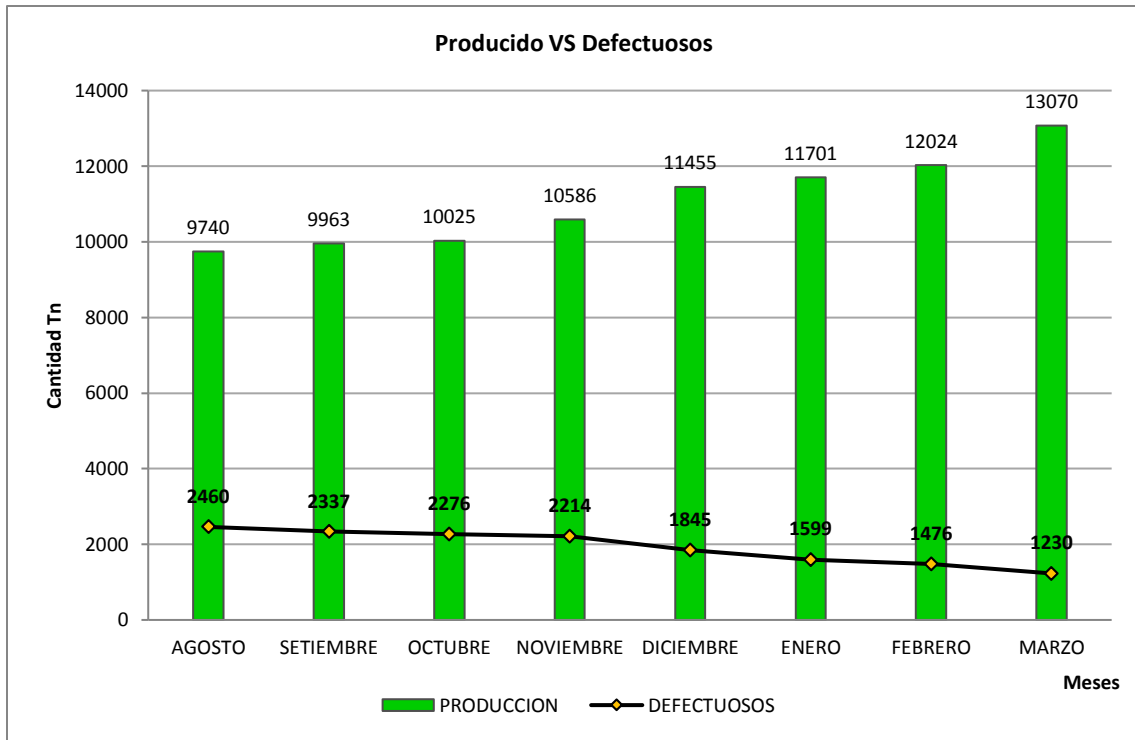
**Fuente: Sedisa- Planta Huachipa.**

**Gráfico 7. Producción mensual de cajas**



**Fuente: Sedisa- Planta Huachipa.**

**Gráfico 8. Producido VS Defectuosos**

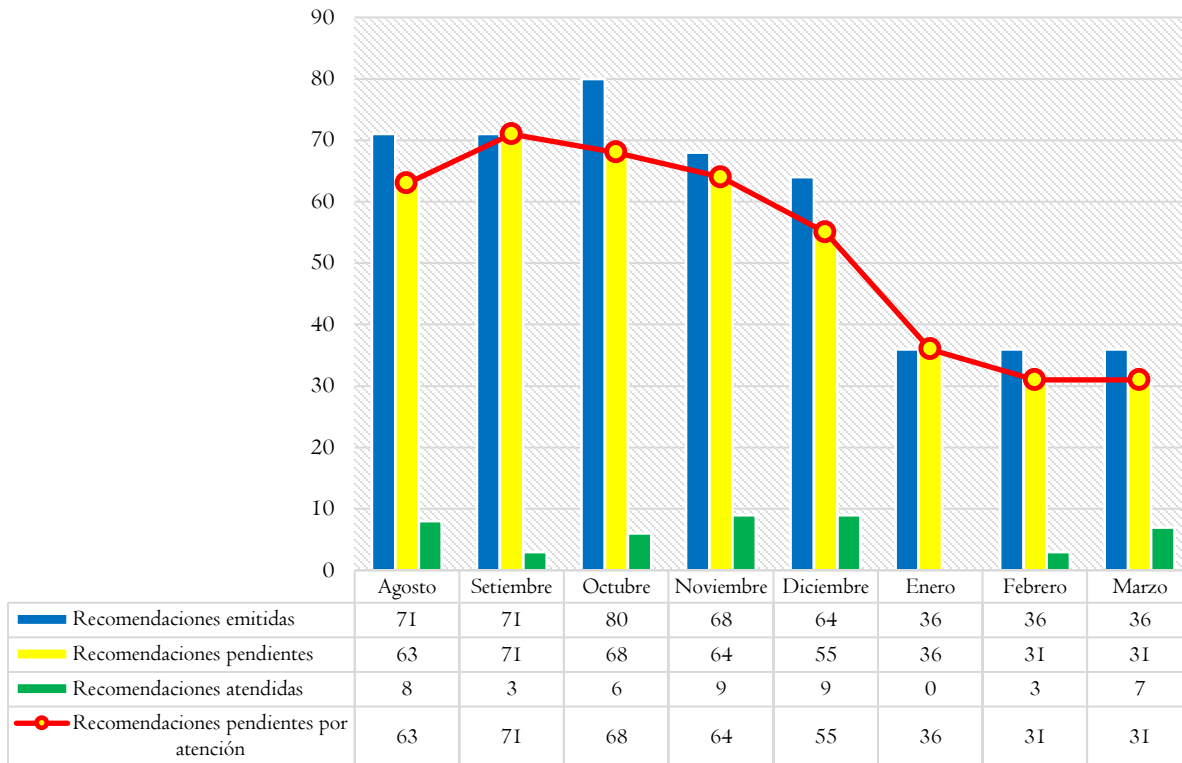


**Fuente: Sedisa- Planta Huachipa**

3) Realizar una trazabilidad de las atenciones realizadas con una gestión de mantenimiento basado en condiciones en la empresa Sedisa para aumentar la productividad de la planta Huachipa.

La disminución progresiva de los equipos en condiciones no aceptables se da conforme estos son atendidos oportunamente tal cual se muestra en el siguiente grafico según las alternativas propuestas.

**Gráfico 9. Trazabilidad - Atención de equipos en condiciones no aceptables**



**Fuente: Sedisa- Planta Huachipa**

## Recomendaciones:

Para poder desarrollar una gestión del mantenimiento basado en condiciones, se debe ser consciente que demanda cierto tiempo para comprender y aplicar adecuadamente dicha estrategia, entonces se recomienda llevar a cabo el plan de capacitaciones expuesto en el presente informe a fin de que sea más amigable el adiestramiento de los involucrados, lo cual les permitirá manejar un mismo lenguaje y entender los procedimientos técnicos. Se debe tener en cuenta la predisposición del personal que será participe de las capacitaciones ya que si no se tiene el compromiso real o no se sienten comprometidos para adecuarse a los proceso de dicha gestión, los resultados no serán los deseados pues a la hora de ejecutar sus actividades no encontraran el soporte técnico deseado entre el personal en interacción.

Otro punto importante es mejorar el flujo de la información, pues es vital que este llegue a su destino con los datos certeros y en el momento adecuado, por lo tanto se recomienda habilitar un acceso a fin de realizar las notificaciones directamente a su software de gestión, para que cada quien de los involucrados pueda prever, preparar o destinar los recursos en el tiempo indicado. Este es un punto clave para el éxito de la gestión, ya que no solo nos permitirá realizar un mantenimiento oportuno, sino además existe la posibilidad de poder complementar una trazabilidad de dicha información, pero que para efectos de este estudio solo se hará mención puesto que no es el motivo del informe realizado

## CAPÍTULO IX. BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

### Bibliografía:

*Parra, D. (2016). Validación de un modelo de co-creación para MIPYMES del sector lácteo en la ciudad de Bogotá (Trabajo de grado). Universidad distrital Francisco José de caldas. Colombia*

*Aburto, J (2016). Mantenimiento Predictivo. (Reporte de grado). Universidad tecnológica del centro de Veracruz. México.*

*Sánchez, A. (2017). Técnicas de mantenimiento predictivo. Metodología de aplicación en las organizaciones. (Trabajo de Grado). Universidad Católica de Colombia. Colombia*

*Rodriguez, A. (2017). La productividad en América Latina (Tesis de grado). Universidad de Alcala., España*

*Morán, E. (2016). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para flota de concretos (Tesis de grado). Universidad peruana de ciencias aplicadas. Perú.*

*Aquino, W. (2017). Plan de mantenimiento basado en la condición para mejorar la disponibilidad del molino SAG en la Compañía Minera Chinalco Perú. (Tesis de grado). Universidad nacional del centro del Perú. Perú.*

*Morales, C. (2016). Propuesta de mejora en el proceso productivo en la empresa Industrias y Derivados S.A.C. para el incremento de la productividad. (Tesis de grado). Universidad católica santo Toribio de Mogrobejo. Perú.*

*Alvarez, J. (2017). Propuesta de mejora de la productividad en el área de producción utilizando la metodología PHVA en la empresa Roval Industria y Comercio SAC. (Tesis de grado). Universidad san Martin de Porres. Perú.*

## Otras referencias:

Bureau, V. (2017). El origen y la actualidad del mantenimiento predictivo a nivel mundial. *Lubricación industrial, mantenimiento industrial*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <http://lubrication-management.com/2017/07/17/el-origen-y-la-actualidad-del-mantenimiento-predictivo-a-nivel-mundial/>

CMMS. (2019). El Objetivos de la gestión de mantenimiento. *Gestión de activos*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://cmms.pe/gestion-de-activos/objetivos-de-la-gestion-de-mantenimiento-2/>

Webmaster. (2019). Beneficios de una estrategia de mantenimiento basada en la condición cbm. *Ingeniera de mantenimiento basada en condición*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://evtech.cl/beneficios-de-una-estrategia-de-mantenimiento-basado-en-la-condicion-cbm/>

Ballesteros, F. (2017). La estrategia predictiva en el mantenimiento industrial. *Predictnico.com*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>

Vila, B. (2016). Plataforma de mantenimiento basado en condición CBM de material rodante, *El blog de innovación y tecnología de Altran España*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://blog.altran.es/industria-energia/mantenimiento-basado-en-condicion-cbm/>

Qualitymant. (2016). Indicadores de mantenimiento. *Conocimiento*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://qualitymant.com/indicadores-en-mantenimiento-correctivo-y-mantenimiento-preventivo/>

Arenhart y Martins (2018). Herramientas de calidad. *Blog de la calidad*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>

Oliveras, E. (2016). Productividad definición y como mejorarla. *Indicadores de productividad*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://blog.grupo-pya.com/productividad-definicion-mejorarla/>

Opere, M. (2017). Como calcular la productividad de los empleados. *Indicadores de productividad*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://blog.grupo-pya.com/calcular-la-productividad-los-empleados/>

Oliveras, E. (2017). Productividad global de la empresa: concepto y calculo. *Indicadores de productividad*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://blog.grupo-pya.com/productividad-definicion-mejorarla/>

Sánchez, L. (2015). ¿Qué es la productividad empresarial? *Emprendepyme.net*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://www.emprendepyme.net/que-es-la-productividad-empresarial.html>

Jose, L. (2017): Conozca los 6 indicadores de productividad empresarial. Recuperado el 22 de Setiembre de 2020, de <https://www.visto.global/blog/es/melhores-indicadores-de-produtividade-empresarial/>

Salazar, B. (2019). Análisis del modo y efecto de fallas (AMEF). *Ingeniería industrial online.com*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>

Espinosa, R. (2016). ¿Qué es un KPI? *Indicadores de gestión*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://robertoespinosa.es/2016/09/08/indicadores-de-gestion-que-es-kpi>

Medina, R. (2016). RCM 2: Fallos funcionales ¿Cuáles son los estados de falla asociado a las funciones? *Confiabilidad RCM*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://confiabilidadrcm.wordpress.com/2016/08/21/paso-2-fallos-funcionales/>

Roldan, P. (2016). Lucro cesante. *Economipedia.com*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://economipedia.com/definiciones/lucro-cesante.html>

Hernández, S. (2016). Eficiencia, Eficacia y Productividad en una Empresa. *Blog del emprendedor Gob.mx*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://www.inadem.gob.mx/eficiencia-eficacia-y-productividad-en-una-empresa/>

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education.

CMMS. (2019). Evaluación de criticidad de equipos – Método de jerarquización. *Blog gestión de mantenimiento*. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <https://cmms.pe/gestion-de-mantenimiento/evaluacion-de-criticidad-de-equipos-metodo-de-jerarquizacion/>



## ANEXOS

ANEXO 1. Evidencia de actividades de mantenimiento basado en condición.



ANEXO 2. Formato para recolección de datos de la condición de los equipos.

| SISTEMA            | SUBSISTEMA                   | DESCRIPCION DE EQUIPO                             | ACTIVO           | TEMPERATURA OPERACION | FUGA / NIVEL DE FLUIDO | PRESION OPERACION | DEFICIENCIA ESTRUCTURAL | CONECTORES | LUBRICANTE | ELEMENTO DE TRANSMISION | LIMPIEZA | PARAMENTROS GENERALES                               |
|--------------------|------------------------------|---|------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|------------|------------|-------------------------|----------|---|
|                    |                              |   |                  |                       |                        |                   |                         |            |            |                         |          | FECHA:<br>VELOCIDAD DE LINEA:<br>PRODUCTO:<br>OTROS |
| CORRUGADORA AGNATI | DOBLE ENGOMADOR              | MOTOREDUCTOR SUPERIOR                             | REDUCTOR         |                       |                        | NA                |                         | NA         | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PORTA BOBINA 01              | MOTOR UNIDAD HIDRÁULICA                           | MOTOR            |                       |                        |                   |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PORTA BOBINA 02              | MOTOR UNIDAD HIDRÁULICA                           | MOTOR            |                       |                        |                   |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | FAJA DE ELEVACION CABEZAL 01 | FAJA DE ELEVACION                                 | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | FAJA DE ELEVACION CABEZAL 01 | FAJA DE ELEVACION                                 | POLEA CONDUCCIDA |                       | NA                     | NA                |                         | NA         |            |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 01        | MOTOREDUCTOR PRINCIPAL                            | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 01        | MOTOREDUCTOR PRINCIPAL                            | REDUCTOR         |                       |                        | NA                |                         | NA         | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 01        | SOPLADOR 01                                       | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 01        | SOPLADOR 02                                       | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 01               | BOMBA PARAFINADORA 01                             | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 01               | BOMBA PARAFINADORA 01                             | BOMBA            |                       |                        |                   |                         | NA         | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 01               | MOTOREDUCTOR ACCIONAMIENTO RODILLOS PARAFINADORES | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 01               | MOTOREDUCTOR RODILLOS PARAFINADORES               | REDUCTOR         |                       |                        | NA                |                         | NA         | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PORTA BOBINA 03              | MOTOR UNIDAD HIDRÁULICA                           | MOTOR            |                       |                        |                   |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PORTA BOBINA 04              | MOTOR UNIDAD HIDRÁULICA                           | MOTOR            |                       |                        |                   |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CHILLER 1                    | BOMBA DE REFRIGERACIÓN                            | MOTOR            |                       | NA                     |                   |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CHILLER 2                    | BOMBA DE REFRIGERACIÓN                            | MOTOR            |                       | NA                     |                   |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 02               | MOTOREDUCTOR ACCIONAMIENTO RODILLOS PARAFINADORES | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 02               | MOTOREDUCTOR ACCIONAMIENTO RODILLOS PARAFINADORES | REDUCTOR         |                       |                        | NA                |                         | NA         | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 02               | BOMBA PARAFINADORA 02                             | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | PARAFINADOR 02               | BOMBA PARAFINADORA 02                             | BOMBA            |                       |                        |                   |                         | NA         | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 02        | MOTOREDUCTOR PRINCIPAL                            | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 02        | MOTOREDUCTOR PRINCIPAL                            | REDUCTOR         |                       |                        | NA                |                         | NA         | NA         |                         |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 02        | MOTOR SOPLADOR AUXILIAR                           | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         | NA                      |          |   |
| CORRUGADORA AGNATI | CABEZAL CORRUGADOR 02        | MOTOR SOPLADOR 01                                 | MOTOR            |                       | NA                     | NA                |                         |            | NA         | NA                      |          |   |

ANEXO 3. Formato de reporte detallado de equipos en condiciones inaceptables.



Lima: Av. Circunvalación del Club Golf Los Incas 154 Edificio  
Capital Golf, Oficina 904, Santiago de Surco  
E-mail: [ventas.enlinea@sedisa.pe](mailto:ventas.enlinea@sedisa.pe)  
[www.sedisa.com.pe/servicios/](http://www.sedisa.com.pe/servicios/)

**REPORTE DETALLADO DE MTP**

|              |                                |                |                 |
|--------------|--------------------------------|----------------|-----------------|
| Planta :     | HUACHIPA                       | Norma ISO :    | 10816-3         |
| Sistema :    | IMPRESA 04                     | Especialista : | Estfick Meslas  |
| Subsistema : | MODULO INTRODUTOR              | Fecha :        | 14/11/2019      |
| Equipo :     | VENTILACION FORZADA INTRODUTOR | Reporte:       | RD172           |
| Activo :     | MOTOR                          | Código - TAG   | 573-A1104IT0-02 |

Tendencia **CRECIENTE**

Estado de Condición **EMERGENCIA**

**RESULTADOS DEL MTP - Multitecnología Predictiva**

**DIAGNOSTICO DE LA CONDICION :**

Presenta valores globales de hasta 44 mm/s.  
Espectros muestran frecuencia armonicas de la velocidad de giro predominante a la 1X, asociado a softura y desbalance.

**RECOMENDACIONES :**

Eventualmente programar limpieza continua alabes.  
Verificar ajuste y tolerancias, para recuperar medidas en alojamientos de rodamiento.  
Programar balanceo dinámico de ventilador.

**NORMA SEGUN ISO 10814-3**

|          | BUENO | ALERTA    | EMERGENCIA |
|----------|-------|-----------|------------|
| mm/s     | >2.3  | 4.5 > 7.1 | < 7.1      |
| $\sigma$ | >0.75 | 1.5 > 3   | < 5        |

**CODIGO DE RODAMIENTOS**

|     |      |
|-----|------|
| RPM | 3489 |
| P1: |      |
| P2: |      |
| P3: |      |
| P4: |      |

**ESQUEMA / IMAGEN DEL EQUIPO**



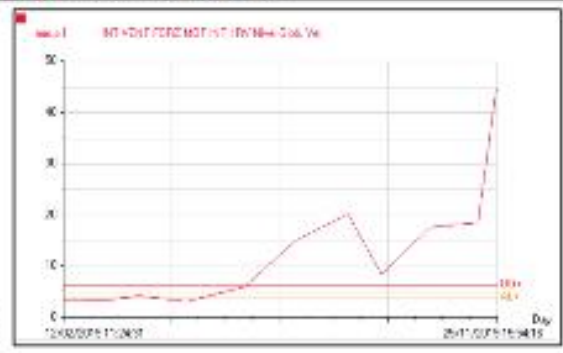
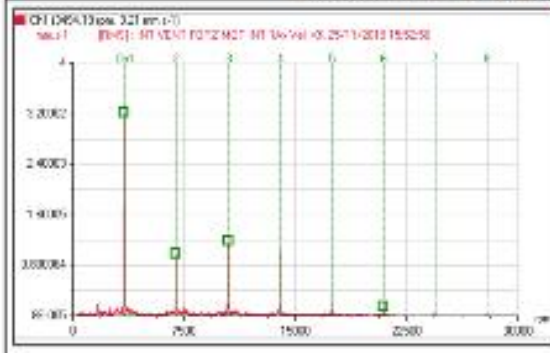
**VALORES GLOBALES**

WPM 04 | INT VENT FORZ MOTO INT

Punto de operación Velocidad de rotación: 3489

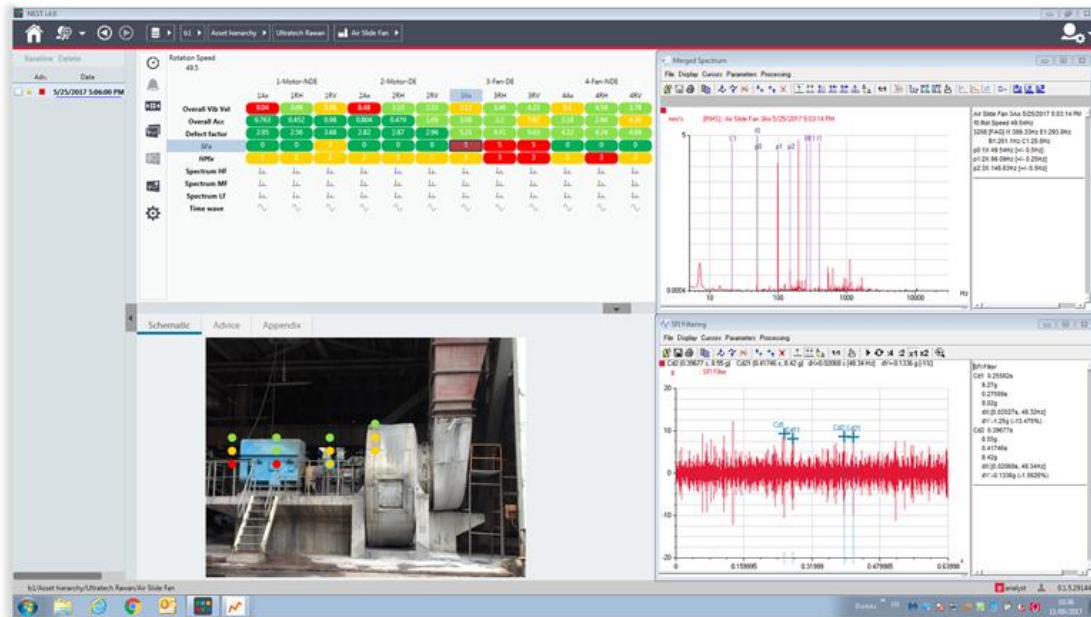
|                 | 1M1 E04 |       |      |       | 2M1 LA |      |
|-----------------|---------|-------|------|-------|--------|------|
|                 | 14x     | 100   | 100  | 20x   | 200    | 200  |
| Nivel Glob. Vel | 6.75    | 12.4  | 66.7 | 25.3  | 3.37   | 15.2 |
| Nivel Glob. Acc | 0.358   | 0.400 | 1.89 | 0.917 | 0.200  | 0.43 |

**OPCIONALES (Espectros / Tendencias / Cascadas / Imágenes)**



## ANEXO 4. Softwares usados para el análisis de los datos colectados.

Nest i4.0 – Software análisis de Vibraciones.



Flir tools – Software análisis de termografía.

