

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN LA PLANTA EMPACADORA DE PALTA DE LA EMPRESA
AGRÍCOLA CERRO PRIETO PARA AUMENTAR LA
RENTABILIDAD**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR
DIANA CAROLINA NASSI MIRENGHI**

**ASESOR
ALEJANDRO SEGUNDO VERA LÁZARO**

<https://orcid.org/0000-0002-0964-7105>

Chiclayo, 2020

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO EN LA PLANTA EMPACADORA DE
PALTA DE LA EMPRESA AGRÍCOLA CERRO PRIETO
PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD**

PRESENTADA POR:

DIANA CAROLINA NASSI MIRENGHI

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

**Sonia Salazar Zegarra
PRESIDENTE**

**Evans Llontop Salcedo
SECRETARIO**

**Alejandro Segundo Vera Lázaro
VOCAL**

DEDICATORIA

El desarrollo de esta tesis se la dedico principalmente a Dios, por guiarme a paso firme en todo momento.

A mi abuelo José Alberto Mirenghi Ramirez, que siempre me brindó su apoyo, confianza y sé que estaría orgulloso ante este logro.

A mis padres, que siempre estuvieron brindándome todo su apoyo durante toda la carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme y darme la posibilidad de conseguir las metas trazadas.

A mi familia, por el apoyo y fuerzas que me brindan para seguir adelante.

A mi asesor Ing. Vera Lázaro Alejandro por su apoyo, asesoramiento y tiempo que me brindó durante el desarrollo de la tesis.

A la empresa Agrícola Cerro Prieto, por la disposición de los diferentes datos que eran necesarios para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	3
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.2.1. MANTENIMIENTO	7
2.2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO	8
2.2.3. INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	10
2.2.4. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD.....	14
2.2.4.1. METODOLOGÍA DE RCM.....	15
2.2.5. DIAGRAMA DE ARBOL DE FALLAS.....	16
2.2.6. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA)	18
2.2.7. DIAGRAMA DE DECISIONES.....	21
2.2.8. RENTABILIDAD.....	24
III. RESULTADOS.....	25
3.1. DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA EMPACADORA DE PALTA DE LA EMPRESA AGRÍCOLA CERRO PRIETO... 25	25
3.2. DESCRIBIR EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y EN PARTICULAR EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.	27
3.2.1. MAQUINARIA.....	27
3.2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	34
3.2.3. ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	36
3.2.4. ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	37
3.2.5. PERSONAL	38
3.2.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE MANTENIMIENTO.....	38

3.2.7. DIAGNÓSTICO DE LAS AVERÍAS EN LA MAQUINARIA EN EL PROCESO PRODUCTIVO	39
3.2.8. Rentabilidad actual de la empresa.....	54
3.2.9. Indicadores de mantenimiento	55
3.2.10. Relación entre Utilidades No Percibidas vs Tiempo de Parada	58
3.2.11. Análisis de árbol de fallas	64
3.3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.....	74
3.3.1. Aplicación del RCM.....	74
3.3.2. REDUCCIÓN DE HORAS	114
3.3.3. EVALUACIÓN DE NUEVOS INDICADORES.....	114
3.3.4. Comparativo de los indicadores evaluados.....	116
3.4. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO.....	117
3.4.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	117
3.4.2. BENEFICIO ESPERADO.....	118
3.4.3. INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD.....	119
3.4.4. FLUJO DE CAJA.....	121
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	122
4.1. CONCLUSIONES	122
4.2. RECOMENDACIONES	123
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
VI. ANEXOS	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios de evaluación de análisis de criticidad	12
Tabla 2: Simbología del Diagrama de Árbol de Fallas	17
Tabla 3: Formato de Evaluación del Análisis de Modo y Efectos de Falla	18
Tabla 4: Valorización de la Severidad	19
Tabla 5: Valorización de la Ocurrencia.....	20
Tabla 6: Valorización de la Detección	20
Tabla 7: Hoja de Decisiones.....	21
Tabla 8: Precio de Venta del producto (S/. / Kg).....	25
Tabla 9: Ventas del producto terminado del año 2018 y 2019.....	26
Tabla 10: Producción en cajas Campaña 2017.....	26
Tabla 11: Producción en cajas Campaña 2018.....	26
Tabla 12: Ventas y Utilidad percibida según presentación producidas en el año 2017 y 2018.	27
Tabla 13: Especificaciones técnicas de la Balanza de Plataforma	28
Tabla 14: Especificaciones técnicas del Volcador de Bins	29
Tabla 15: Especificaciones técnicas de la Tina de Lavado	30
Tabla 16: Especificaciones técnicas del Secador Industrial.....	31
Tabla 17: Especificaciones técnicas de la Faja Transportadora.....	32
Tabla 18: Especificaciones técnicas del Calibrador.....	33
Tabla 19: Costo del personal.....	38
Tabla 20: Maquinaria y Averías más frecuentes de las campañas 2017 y 2018.....	40
Tabla 21: Número de averías de la Campaña 2017 y 2018.....	41
Tabla 22: Tiempos de averías (horas) de la Campaña 2017 y 2018	44
Tabla 23: Costo de insumos por avería empleados en la campaña 2017 y 2018.....	46
Tabla 24: Costo de mano de obra ociosa (Operarios de Producción) por reparación de las averías de la Campaña 2017 y 2018.....	47
Tabla 25: Costo de insumos para la reparación de las averías ocurridas en la Campaña 2017 y 2018.....	48
Tabla 26: Costo total de las averías en la Campaña 2017 y 2018.....	49
Tabla 27: Porcentaje de producción de los formatos	51
Tabla 28: Producción por hora y por formato (cajas)	51
Tabla 29: Producción no Percibida de las Campañas 2017 y 2018 - Cajas	52

Tabla 30: Utilidades No Percibidas de las Campañas 2017 y 2018.....	53
Tabla 31: Porcentaje de la utilidad no percibida de la campaña 2017 y 2018.	54
Tabla 32: Costo Total de Producción de la Campaña 2017 y 2018	54
Tabla 33: Rentabilidad actual de la empresa.....	54
Tabla 34: Tiempo promedio entre fallas de las máquinas.....	55
Tabla 35: Tiempo promedio de reparación de las máquinas.....	56
Tabla 36: Hoja de valoración de parámetros de criticidad de la maquinaria de la empresa	56
Tabla 37: Codificación de la maquinaria	75
Tabla 38: Codificación de los componentes de la máquina – Calibradora	76
Tabla 39: Codificación de los componente de la máquina – Tina de Lavado	76
Tabla 40: Codificación de los componente de la máquina – Volcador de Bins.....	77
Tabla 41: Análisis de modo y efecto de falla – Ruptura de faja	78
Tabla 42: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Estructura	79
Tabla 43: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Carrier.....	80
Tabla 44: Análisis de modo y efecto de falla – Recalentamiento de la bomba de recirculación	81
Tabla 45: Análisis de modo y efecto de falla – Desgaste de polines	82
Tabla 46: Análisis de modo y efecto de falla – Atasco de Rodillos.....	83
Tabla 47: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Cadena	84
Tabla 48: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Perno.....	85
Tabla 49: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Estructura	86
Tabla 50: Resumen de AMEF.....	87
Tabla 51: Hoja de Decisión de la RCM – Faja Transportadora	88
Tabla 52: Hoja de Decisión de la RCM – Calibradora	89
Tabla 53: Hoja de Decisión de la RCM – Tina de Lavado	90
Tabla 54: Hoja de Decisión de la RCM – Volcador de Bins	91
Tabla 55: Cronograma de actividades de mantenimiento	102
Tabla 56: Cronograma de actividades de mantenimiento	103
Tabla 57: Plan de actividades – Faja Transportadora	104
Tabla 58: Plan de actividades – Calibradora.....	105
Tabla 59: Plan de actividades – Tina de Lavado.....	106
Tabla 60: Plan de actividades – Volcador de Bins.....	107
Tabla 61: Plan de actividades – Volcador de Bins.....	108
Tabla 62: Tarjeta de Mantenimiento – Volcador de Bins	109

Tabla 63: Tarjeta de Mantenimiento – Tina de Lavado	110
Tabla 64: Tarjeta de Mantenimiento – Faja Transportadora.....	111
Tabla 65: Tarjeta de Mantenimiento – Calibradora	112
Tabla 66: Capacitación del Sistema de Gestión de Mantenimiento.....	113
Tabla 67: Capacitación en Soldadura.....	113
Tabla 68: Averías más frecuentes de las máquinas después del mantenimiento correctivo programado.....	115
Tabla 69: Comparación de indicadores antes y después de la mejora	116
Tabla 70: Costo de Herramientas del Mantenimiento Preventivo	117
Tabla 71: Costo de Insumos y/o Materiales del Mantenimiento Preventivo	117
Tabla 72: Costo de capacitaciones del Mantenimiento Preventivo.....	118
Tabla 73: Costo de Mano de Obra por Mantenimiento.....	118
Tabla 74: Factores que intervienen en los costos	118
Tabla 75: Producción esperada en horas reducidas.....	119
Tabla 76: Costo Total de Producción Esperada	120
Tabla 77: Flujo de Caja	121

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Matriz de Criticidad.....	13
Figura 2: Diagrama de Árbol de Fallas	16
Figura 3: Diagrama de Decisión RCM.....	23
Figura 4: Marcas y presentaciones del producto terminado.....	25
Figura 5: Utilidad percibida según formato de venta.....	27
Figura 6: Balanza de Plataforma	28
Figura 7: Volcador de bins	29
Figura 8: Tina de Lavado	30
Figura 9: Secador industrial	31
Figura 10: Faja Transportadora	32
Figura 11: Calibradora	33
Figura 12: Análisis del Proceso de Producción.....	36
Figura 13: Esquema del Proceso de Producción	37
Figura 14: Número de fallas de la Campaña 2017 y 2018	42
Figura 15: Tiempos de parada por reparación de las averías de la Campaña 2017 y 2018	45
Figura 16: Costo total para la reparación de las fallas en la Campaña 2017 y 2018.....	50
Figura 17: Análisis de Pareto de las máquinas.....	57
Figura 18: Análisis de la avería Fractura de cadena.....	58
Figura 19: Análisis de la avería Fractura de Perno	59
Figura 20: Análisis de la avería Bloqueo de sensor de volcador de bins	59
Figura 21: Análisis de la avería Recalentamiento de bombas.....	60
Figura 22: Análisis de la avería Atascamiento de rodillos.....	61
Figura 23: Análisis de la avería Desgaste de Polín	61
Figura 24: Análisis de la avería Fractura de estructura	62
Figura 25: Análisis de la avería Ruptura de Faja	63
Figura 26: Análisis de la avería Fractura de carrier	63
Figura 27: Diagrama de árbol de fallas de Ruptura de Faja.....	65
Figura 28: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de estructura	66
Figura 29: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de carrier	67
Figura 30: Diagrama de árbol de fallas de Recalentamiento de la Bomba de Recirculación ..	68
Figura 31: Diagrama de árbol de fallas de Desgaste de polín.....	69
Figura 32: Diagrama de árbol de fallas de Atascamiento de Rodillos.....	70

Figura 33: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de cadena	71
Figura 34: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de perno	72
Figura 35: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de estructura	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Lista de operarios del área de Mantenimiento.....	126
Anexo 2: Fallas en el mes de Marzo - 2017	128
Anexo 3: Fallas en el mes de Marzo - 2017	129
Anexo 4: Fallas en el mes de Abril - 2017	130
Anexo 5: Fallas en el mes de Abril - 2017	131
Anexo 6: Fallas en el mes de Abril - 2017	132
Anexo 7: Fallas en el mes de Mayo - 2017	133
Anexo 8: Fallas en el mes de Mayo - 2017	134
Anexo 9: Fallas en el mes de Mayo - 2017	135
Anexo 10: Fallas en el mes de Junio – 2017	136
Anexo 11: Fallas en el mes de Junio – 2017	137
Anexo 12: Fallas en el mes de Junio – 2017	138
Anexo 13: Fallas en el mes de Julio – 2017	139
Anexo 14: Fallas en el mes de Marzo – 2018	140
Anexo 15: Fallas en el mes de Marzo – 2018	141
Anexo 16: Fallas en el mes de Marzo – 2018	142
Anexo 17: Fallas en el mes de Abril – 2018	143
Anexo 18: Fallas en el mes de Abril – 2018	144
Anexo 19: Fallas en el mes de Abril – 2018	145
Anexo 20: Fallas en el mes de Mayo – 2018	146
Anexo 21: Fallas en el mes de Mayo – 2018	147
Anexo 22: Fallas en el mes de Mayo – 2018	148
Anexo 23: Fallas en el mes de Junio – 2018.....	149
Anexo 24: Fallas en el mes de Junio – 2018.....	150
Anexo 25: Fallas en el mes de Junio – 2018.....	151
Anexo 26: Fallas en el mes de Julio – 2018.....	152
Anexo 27: Registro de orden de trabajo.....	153
Anexo 28: Registro de mantenimiento preventivo realizado.	154
Anexo 29: Registro de verificación de las máquinas	155
Anexo 30: Precio de Rodamiento 6205/2Z C3	156
Anexo 31: Precio de Sensor óptico	156
Anexo 32: Precio de Detergente Industrial	156

Anexo 33: Precio de Trapo Industrial	157
Anexo 34: Precio de Engrasadora	157
Anexo 35: Precio de Solvente Dieléctrico	157
Anexo 36: Precio de Torquímetro	158
Anexo 37: Precio de Aceite Multigrado.....	158
Anexo 38: Ficha de capacitación en Gestión de Mantenimiento	159
Anexo 39: Ficha de capacitación en Soldadura Tig	160
Anexo 40: Autorización de la empresa	161

RESUMEN

Agrícola Cerro Prieto, es una empresa que se dedica a la producción, empaque, y comercialización de productos agrícolas, dentro de sus instalaciones cuenta con una Planta Empacadora de palta, el principal problema de esta planta es que presenta muchas averías en su maquinaria los cuáles son atendidos a través del mantenimiento correctivo, teniendo como consecuencia tener muchas paradas durante el proceso de producción, además de costos imprevistos que afectan a la rentabilidad. Lo que se quiere es tener un plan de mantenimiento preventivo para poder eliminar el mantenimiento correctivo evitando todos los problemas que ocasiona.

Esta investigación se sustenta haciendo un diagnóstico de la situación actual de la empresa en la línea empacadora de palta y en las maquinarias existente en dicha planta, evaluando y aplicando los indicadores de mantenimiento para obtener la criticidad de cada máquina, se tiene un total de 408 fallas por las dos campañas analizadas en donde se obtuvo que la máquina que más fallas tiene es la Calibradora con 133 fallas, siendo la rentabilidad actual de la empresa de 21,19%, además se realizaron diagramas de árbol de fallas el cuál ayudó a realizar el análisis de modos y efecto de fallas de una forma más práctica, luego se realizó el plan de mantenimiento en donde se determinaron las actividades que se emplearían eliminando tiempos de paradas imprevistos, reduciéndose en un 37,07% el tiempo empleado por un mantenimiento correctivo, también se proponen un plan de capacitaciones el cual ayudará a los operarios a que tengan un mejor manejo de la maquinaria. Finalmente se realizó la propuesta costo beneficio obteniéndose un ganancia de S/. 1,96 por cada sol invertido.

Palabras claves:

- Mantenimiento Preventivo
- Fallas
- Rentabilidad

ABSTRACT

Agrícola Cerro Prieto, is a company that is dedicated to the production, packaging, and marketing of agricultural products, within its facilities has a packing plant avocado, the main problem of this plant is that it has many breakdowns in their machinery which they are taken care of through corrective maintenance, having as a consequence many stops during the production process, in addition to unforeseen costs that affect profitability. What you want is to have a preventive maintenance plan to be able to eliminate corrective maintenance avoiding all the problems it causes.

This research is supported by making a diagnosis of the current situation of the company in the avocado packing line and in the existing machinery in said plant, evaluating and applying the maintenance indicators to obtain the criticality of each machine, there is a total of 408 failures for the two campaigns analyzed where it was found that the machine with the most failures is the Calibrator with 133 failures, the current profitability of the company being 21.19%, in addition, failure tree diagrams were made, which he helped to perform the analysis of modes and effect of failures in a more practical way, then the maintenance plan was carried out where the activities that would be used were determined eliminating unforeseen stop times, reducing the time used for corrective maintenance by 37.07% , A training plan is also proposed which will help operators to have a better handling of the machinery. Finally, the cost benefit proposal was made, obtaining a profit of \$ /. 1.96 for each sun invested.

KEYWORDS

- Preventive Maintenance
- Fallas
- Profitability

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las exportaciones agrarias lograron un valor de US\$3 275 millones, representado un aumento de 7% con respecto al periodo de enero y julio del 2017. Así mismo los principales productos exportados fueron las paltas, uvas y mangos frescos, con un 31% de representación del total exportado. [1] Por otro lado entre enero y noviembre del 2018, los envíos de palta al exterior sumaron US\$720 745 000, lo que representó un alza de 22,7%, ocupando el octavo puesto en el ranking de la oferta exportable del país, al punto que ahora es líder en el sector agroindustrial. [2]

La industria está conformada por el conjunto de actividades que tienen como objetivo transformar la materia prima en producto terminado, esto con la ayuda de insumos, maquinaria, mano de obra, entre otros. Actualmente hay muchas causas que retrasan la producción, viéndose afectada en muchos casos en la productividad y la rentabilidad. Causas como sobrecalentamiento de un motor, paradas en el proceso productivo, entre otros; llevando a que las empresas tengan costos adicionales dentro del proceso de producción. El estudio y análisis de estas causas pueden ayudar a contribuir con la optimización de los sistemas que influyen en el proceso de producción volviéndolos más óptimos y eficientes.

Hoy en día el mantenimiento industrial ha tomado gran importancia en las empresas, de tal manera que ayuda a mejorar el funcionamiento de las máquinas y prolongar su vida útil. El mantenimiento industrial, es el conjunto de actividades que mantiene en perfecto y constante estado todas las partes de un sistema operacional. [3] La gestión integral del mantenimiento consiste en actuar en todos aquellos aspectos que son de importancia para obtener el crecimiento de la empresa y que de alguna u otra forma están relacionadas con el mantenimiento de las instalaciones. [4]

La empresa Agrícola Cerro Prieto se dedica a la producción, empaque, y comercialización de productos agrícolas. Actualmente cuenta con problemas en el proceso productivo, debido a su variabilidad de tiempos en los procesos que no le permite estandarizar su tiempo de ciclo, cabe destacar que la variabilidad de los tiempos es por causa de paros en el proceso productivo ocasionados por averías en la maquinaria.

Para ello surge la formulación, ¿Sería factible una propuesta de un plan de Mantenimiento Preventivo en la planta empacadora de palta en la empresa Agrícola Cerro Prieto que permita aumentar la rentabilidad?, en donde el objetivo general es Proponer un plan de Mantenimiento preventivo en la planta empacadora de palta en la empresa Agrícola Cerro Prieto para aumentar la rentabilidad, esto se logrará a través de objetivos específicos los cuáles son: Realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa, por consiguiente se describe el sistema de producción y en particular el sistema de mantenimiento, para continuar con la descripción del plan de mantenimiento preventivo y por último el análisis de costo beneficio para evaluar si la propuesta es rentable o no.

Para lograr los objetivos antes descritos se identificarán opciones de mejora donde estén trazados las metas, objetivos y requerimientos que solucionen las averías y ayuden a reducir las fallas frecuentes y el tiempo de reparación, que ayuden a evitar problemas dentro del proceso de producción, también se alarga la vida de la maquinaria e instalaciones, además de tener como propósito planificar periodos de paralización del proceso productivo, para evitar paradas imprevistas.

Lo que se busca con este trabajo de investigación es ofrecer beneficios a la empresa Agrícola Cerro Prieto, para reducir sus costos de producción proponiendo un plan de mantenimiento preventivo en la planta empacadora de palta, con lo que se obtendrá un aumento de la rentabilidad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1.ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Rastegari et al. [5] en su investigación “Maintenance decision making, supported by computerized maintenance management system” seeks the need for the decision analysis capability of the Computerized Maintenance Management System (CMMS) to achieve a world-class status in maintenance management. Research indicates that the ability to analyze decisions is often lacking in existing CMMS and the data collected in the systems is not fully used. How to use the collected data to provide guidelines for maintenance engineers and managers to make proper maintenance decisions has always been a crucial issue. In order to provide decision support capacity, the objective is to provide and examine three different decision-making techniques that can be linked to CMMS and add value to the data collected. The data from the main studies were collected through document analysis supplemented with discussions with maintenance engineers and case managers to verify the data. Methods that included a multi-criteria decision-making technique (MCDM) called TOPSIS, a k-means grouping technique and a decision-making model taken from the literature were used. The results indicate the most appropriate maintenance decision for each of the selected machines / parts according to factors such as frequency of breakdowns, downtime and repair cost. It concludes with a comparison of the results obtained from the different decision-making techniques and also a debate about the possible improvements needed to increase the capacity of the maintenance decision-making models.

Rastegari et al. [5] en su investigación “Maintenance decision making, supported by computerized maintenance management system” busca la necesidad de la capacidad de análisis de decisiones del Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS) para lograr un estatus de clase mundial en la gestión del mantenimiento. Las investigaciones indican que la capacidad de análisis de decisiones a menudo falta en CMMS existentes y los datos recopilados en los sistemas no se usan completamente. Cómo usar los datos recopilados para brindar directrices para los ingenieros de mantenimiento y los administradores para tomar las decisiones de mantenimiento adecuado siempre ha sido una cuestión crucial. Con el fin de brindar capacidad de apoyo a la toma de decisiones, el objetivo es proporcionar y examinar tres diferentes técnicas de toma de decisiones que se pueden vincular a CMMS y añadir valor a los datos recogidos. Los datos de los principales estudios fueron recogidos a través de análisis de documentos complementados con discusiones con los ingenieros de

mantenimiento y los gerentes de la empresa de casos para verificar los datos. Se utilizaron métodos que incluían una técnica de toma de decisiones de criterios múltiples (MCDM) denominada TOPSIS, una técnica de agrupamiento de k-means y un modelo de toma de decisiones tomado de la literatura. Los resultados indican la decisión de mantenimiento más adecuada para cada una de las máquinas / piezas seleccionadas de acuerdo con factores tales como la frecuencia de averías, el tiempo de inactividad y el coste de reparación. Concluye con una comparación de los resultados obtenidos de las diferentes técnicas de toma de decisiones y también un debate sobre las posibles mejoras necesarias para incrementar la capacidad de los modelos de toma de decisiones de mantenimiento.

Según Mohammad et al. [6] en su investigación “A reliability-based approach to optimize preventive maintenance scheduling for coherent systems” seeks to maintain a certain level of reliability with a minimum cost of total maintenance. For any given interval, a decision must be made to carry out one of the three actions in each component (simple service, preventive repair and preventive replacement). Any of these activities have a different effect on the reliability of the components and the corresponding cost based on the required resources. The cost function includes repair cost, replacement cost, cost of system downtime and cost of random failure.

Según Mohammad et al. [6] en su investigación “A reliability-based approach to optimize preventive maintenance scheduling for coherent systems” busca conservar un cierto nivel de fiabilidad con un coste mínimo de mantenimiento total. Para cualquier intervalo dado, se debe tomar una decisión para llevar a cabo una de las tres acciones en cada componente (servicio simple, reparación preventiva y reemplazo preventivo). Cualquiera de estas actividades tienen un efecto diferente en la confiabilidad de los componentes y el costo correspondiente basado en los recursos requeridos. La función de costo incluye costo de reparación, costo de reemplazo, costo de tiempo de inactividad del sistema y costo de falla aleatoria.

Viveros et al [7] en su investigación “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo” busca presentar un modelo para la gestión integral del mantenimiento, teniendo en consideración la característica de mejora continua en el tiempo. A modo de introducción y contextualización, se explica la importancia que tiene la alineación de objetivos a todo nivel organizacional para lograr la integración y correcta gestión de la unidad de mantenimiento. El modelo a presentar se compone de siete

principales etapas, las cuales deben desarrollarse progresivamente según el escenario actual de la organización, haciendo énfasis en la gestión y optimización sostenida en el tiempo de procesos asociados a la planificación, programación y ejecución del mantenimiento. Adicionalmente, el modelo presentado complementa herramientas de apoyo para el desarrollo e implementación de las etapas, y características operacionales reales, las cuales podrían afectar el desempeño de la unidad de mantenimiento. Finalmente, se presentan algunas consideraciones generales y respectivas conclusiones.

According to Imad Alsyouf [8] in his research "The role of maintenance in improving the productivity and profitability of companies", he talks about how effective preventive maintenance could influence the productivity and utility of a manufacturing process. It was possible to show how changes in productivity affect profit, separately from the effects of changes in uncontrollable factors, that is, price recovery. The main results of the case study conducted at a Swedish paper mill showed that a paper machine could, ideally, generate additional profits of at least SEK 7.8 million (approximately US \$ 0.975 million) per year, ie 12.5 % of your annual maintenance. budget, if you avoid all unplanned stoppages and low quality production due to causes related to maintenance. Therefore, maintenance is not a cost center, but a profit generation function that can be evidenced through this preventive maintenance plan.

According to Imad Alsyouf [8] in his research "The role of maintenance in improving the productivity and profitability of companies", habla sobre cómo un mantenimiento preventivo eficaz podría influir en la productividad y la utilidad de un proceso de fabricación. Fue posible mostrar cómo los cambios en la productividad afectan la ganancia, por separado de los efectos de los cambios en factores incontrolables, es decir, la recuperación de precios. Los principales resultados del estudio de caso realizado en una fábrica de papel sueca mostraron que una máquina de papel podría, idealmente, generar ganancias adicionales de al menos 7.8 millones de coronas suecas (aproximadamente US \$ 0.975 millones) por año, es decir, el 12.5% de su mantenimiento anual . presupuesto, si evita todos los paros no planificados y la producción de baja calidad debido a causas relacionadas con el mantenimiento. Por lo tanto, el mantenimiento no es un centro de costos, sino una función de generación de beneficios que se puede evidenciar a través de este plan de mantenimiento preventivo.

Dewan [9] en su investigación “Preventive Maintenance Scheduling for Production Facilities at Kertajaya Palm Oil Mill” seeks to identify the range of the most critical part in palm oil production using the Failure Mode Analysis and Analysis (FMEA), and the maintenance program using a 90% and 75% reliability level in preventive maintenance. The first part established is the screw that has a preventive maintenance every 744 hours. The second part is the threshing drum of the belt "v" that was programmed to work every 1,062 hours and the third part is the trapezoidal belt separator, a preventive maintenance every 968 hours. The total cost to avoid maintenance with a reliability of 75% is lower than that of preventing maintenance with a level of reliability of 90%. With the implementation of preventive maintenance, the company can save up to 18.3% of the total cost.

Dewan [9] en su investigación “Preventive Maintenance Scheduling for Production Facilities at Kertajaya Palm Oil Mill” busca identificar el rango de la parte más crítica en la producción de aceite de palma utilizando el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), y el programa de mantenimiento usando un nivel de confiabilidad de 90% y 75% en el mantenimiento preventivo. La primera parte establecida es el tornillo sinfín que tiene un mantenimiento preventivo cada 744 horas. La segunda parte es el tambor de trilladoras de correa en “v” que se programó para funcionar cada 1.062 horas y la tercera parte es el separador de la correa trapezoidal, un mantenimiento preventivo cada 968 horas. El costo total para evitar el mantenimiento con el 75% de fiabilidad es menor que el de prevenir el mantenimiento con un nivel de confiabilidad del 90%. Con la implementación del mantenimiento preventivo la empresa puede ahorrarse hasta un 18,3% del costo total.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. MANTENIMIENTO

Son aquellas actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el fin de mantener en condiciones de operación segura, económica y efectiva, los equipos de producción, instrumentos y demás activos físicos que existen en las diferentes instalaciones. [10]

Un mantenimiento eficiente en términos económicos significa:

- Garantía de productividad.
- Conservación y protección de las inversiones.
- Servicio seguro.

El objetivo general del mantenimiento es: “Preservar en condiciones deseadas de operación los elementos del sistema productivo, con el mejor rendimiento posible y con costos compatibles” [10]

Además se puede resumir las primordiales funciones del mantenimiento en el cumplimiento de todos los trabajos que son necesarios para establecer y conservar el equipo de producción de tal manera que cumpla con los requerimientos normales del proceso.

Las funciones básicas del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso. Por tanto en un departamento de ingeniería del mantenimiento el campo de acción de las actividades pueden comprender las siguientes responsabilidades [11]

- Realizar una previsión de los repuestos de almacén necesarios en función de datos históricos que se tengan a disposición.
- Conservar instalaciones y equipos en condiciones operativas seguras y eficaces.
- Hacer un control de la disponibilidad y control del estado de los equipos.
- Realizar el análisis necesario para disminuir el número de averías imprevistas.
- Llevar a cabo las tareas que implican la reparación o modificación de las instalaciones o equipos.
- Realizar el seguimiento de los costes de mantenimiento.

2.2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.2.1. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Son todas aquellas actividades que sirven para corregir las causas de las fallas efectuadas en los equipos, instalaciones, máquinas o edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de brindar la calidad del servicio para la cual fueron diseñados. Por tanto, las labores que deben llevarse a cabo tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad del servicio. [10]

Inconvenientes respecto a las máquinas y equipos afectados.

- Las averías se generan mayormente de forma imprevista, lo que ocasiona trastornos en la producción, que pueden ir desde leves pérdidas de tiempo, por reposición de equipo o cambio de tarea, hasta la parada de la producción, en tanto no se arregle o sustituya el equipo averiado.
- Las averías, al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser muy costosa.
- Por tratarse de averías inesperadas, el fallo puede venir acompañado de algún siniestro lo que obviamente puede tener consecuencias muy graves para la seguridad de las instalaciones o el personal.

2.2.2.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que posibilitan de la manera más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos” [10]

Esto quiere decir, que un programa de Mantenimiento Preventivo comprende dos actividades básicas:

- Inspección periódica de los equipos de industria, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción.

- Conservación de la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren aún en etapa incipiente.

Además pretende minimizar las reparaciones por medio de una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados. Su meta es reducir las averías a niveles mínimos y convertir las fallas que se presentan en experiencias de aprendizaje para mejorar.

El objetivo del Mantenimiento Preventivo es garantizar la confiabilidad, disponibilidad y la mantenibilidad de los sistemas productivos aplicando un plan de mantenimiento eficaz. La Disponibilidad se puede definir como la probabilidad estadística de que el sistema productivo pueda desempeñarse debidamente cuando se requiera de este, dentro de un período de tiempo determinado. La Confiabilidad es la probabilidad estadística de que el sistema no tenga fallas, dentro de su operación normal, en un momento determinado. Una de las características fundamentales de un equipo bien diseñado, es que pueda mantenerse o repararse correctamente durante el tiempo especificado para ello; esto es la Mantenibilidad o facilidad de mantenimiento, que se puede definir como la probabilidad estadística de que el equipo pueda ser reparado correctamente durante un periodo de tiempo específico. [10]

2.2.2.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es el conjunto de actividades, programadas para localizar las fallas de los activos físicos, por predicción antes de que se den, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, utilizando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas. [10]

2.2.2.4. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Con un mantenimiento productivo total se busca abarcar una visión más amplia del mantenimiento, que acoja todos aquellos aspectos que inciden de alguna manera en la utilización de los equipos e instalaciones, y por tanto en la capacidad de producción. [11]

La metodología del TPM, sostenida por muchas técnicas de gestión, constituye las estrategias adecuadas para mejorar la productividad empresarial, para poder confrontar con éxito el proceso de globalización y apertura de la economía. [10]

2.2.3. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Los indicadores básicos, sin los cuales puede tener la certeza de que el método y sistema de medida de su servicio no es adecuado, son los tres conocidos: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. [12]

A) CONFIABILIDAD

Es la probabilidad de que un equipo funcione satisfactoriamente dentro de los límites de desempeño establecidos, en una determinada etapa de su vida útil y para un tiempo de operación estipulado, teniendo como condición que el equipo se utilice para el fin y con la carga que fue diseñado. Se caracteriza por representar el tiempo promedio entre fallas (MTBF). [12]

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{n}$$

B) MANTENIBILIDAD

Es la probabilidad de que una máquina o equipo que falló pueda ser reparada dentro de un periodo de tiempo determinado. La mantenibilidad representa el tiempo promedio para reparar (MTTR). [12]

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{n}$$

C) DISPONIBILIDAD

Es la probabilidad de un sistema, equipo o instalación, de estar en estado de funcionamiento siempre que se necesita. Es para un tiempo suficientemente largo, la relación entre el tiempo de buen funcionamiento y este mismo más el tiempo de parada para reparar la falla. [12]

La disponibilidad permite determinar de forma global el porcentaje de tiempo en que se puede esperar que una máquina o equipo esté disponible para cumplir la tarea para el que fue diseñado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de parada}}{\text{Horas Totales}}$$

D) ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad como una metodología que establece jerarquías entre instalaciones, sistemas, equipos y elementos de los equipos; facilita la toma de decisiones y permite tener un objetivo claro en poner mayor esfuerzo en la gestión de mantenimiento. Las variables para trabajar en el análisis de criticidad y categorizar los equipos son las siguientes: [23]

- Frecuencia de falla (FF): número de veces al año que se presenta la falla.
- Flexibilidad operacional (FO): es la rapidez que se tiene para corregir y poner en marcha nuevamente el equipo o también denominado MTTR
- Impacto operacional o Pérdidas de producción (IO): calificación dada por el impacto que causa el equipo del sistema productivo cuando este falla.
- Costo de reparación (CR): forma de establecer económicamente el impacto en cuanto al costo de la falla.
- Impacto ambiental (IA): evalúa el impacto ambiental que pueda ocasionar la falla en aspectos como: seguridad industrial, impacto ambiental e higiene del sistema productivo.
- Impacto en salud y seguridad de personal (IS)

De acuerdo a las variables mencionadas, es posible la elaboración de criterios de acuerdo a un puntaje dado, en donde el puntaje total define el nivel criticidad de los equipos de análisis como se muestra en la tabla 1. En consecuencia para hallar los valores de número de riesgo (R) se debe multiplicar la frecuencia (F) por la consecuencia (C) de la falla, involucrando los parámetros explicados en la lista anterior, se halla utilizando la siguiente fórmula:

$$C = \{(IO * FO) + CR + IA + IS\}$$

$$R = F * C$$

Tabla 1: Criterios de evaluación de análisis de criticidad

Formato para encuesta análisis de criticidad		
	Persona:	Fecha:
	Equipo:	Área o zona:
Frecuencia de falla (todo tipo de falla)		Puntaje
Menor a 1 falla por año		1
Entre 1 y 8 fallos por año (interrupción mensual)		2
Entre 9 y 18 fallos por año (1 interrupción cada dos semanas)		3
Entre 19 y 36 fallos por año (1 interrupción semanal)		4
Mayor a 36 fallos por año (más de 1 interrupción semanal)		5
1. Pérdida en la producción(soles)		
Hasta 5 mil		1
De 5 mil a 20 mil		2
De 20 mil a 50 mil		3
De 50 mil a 80 mil		4
Mayor de 80 mil		5
2. Tiempo promedio para reparar (MTTR)		
Menor a 2 horas		1
Entre 2 y 4 horas		2
Entre 4 y 8 horas		3
Entre 8 y 12 horas		4
Más de 24 horas		5
3. Costos de Reparación (miles de nuevos soles)		
Hasta mil		1
De mil a 5 mil		2
De 5 mil a 20 mil		3
De 20 mil a 50 mil		4
Mayor de 50 mil		5
4. Impacto Ambiental		
Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.		5
Daños irreversibles al ambiente pero que no violan regulaciones y leyes ambientales.		4
Daños ambientales regables sin violación de regulaciones y leyes, la restauración puede ser acumulada.		3
Mínimos daños ambientales sin violación de regulaciones y leyes.		2
Sin daños ambientales ni violación de regulaciones y leyes ambientales		1

Fuente: Adaptado de PEMEX, Aprendizaje virtual, 2007.

E) MATRIZ DE CRITICIDAD

La matriz de criticidad tiene un código de colores que permite identificar la intensidad de riesgo relacionado con el valor de criticidad de la instalación, sistema o equipo bajo análisis. [23]

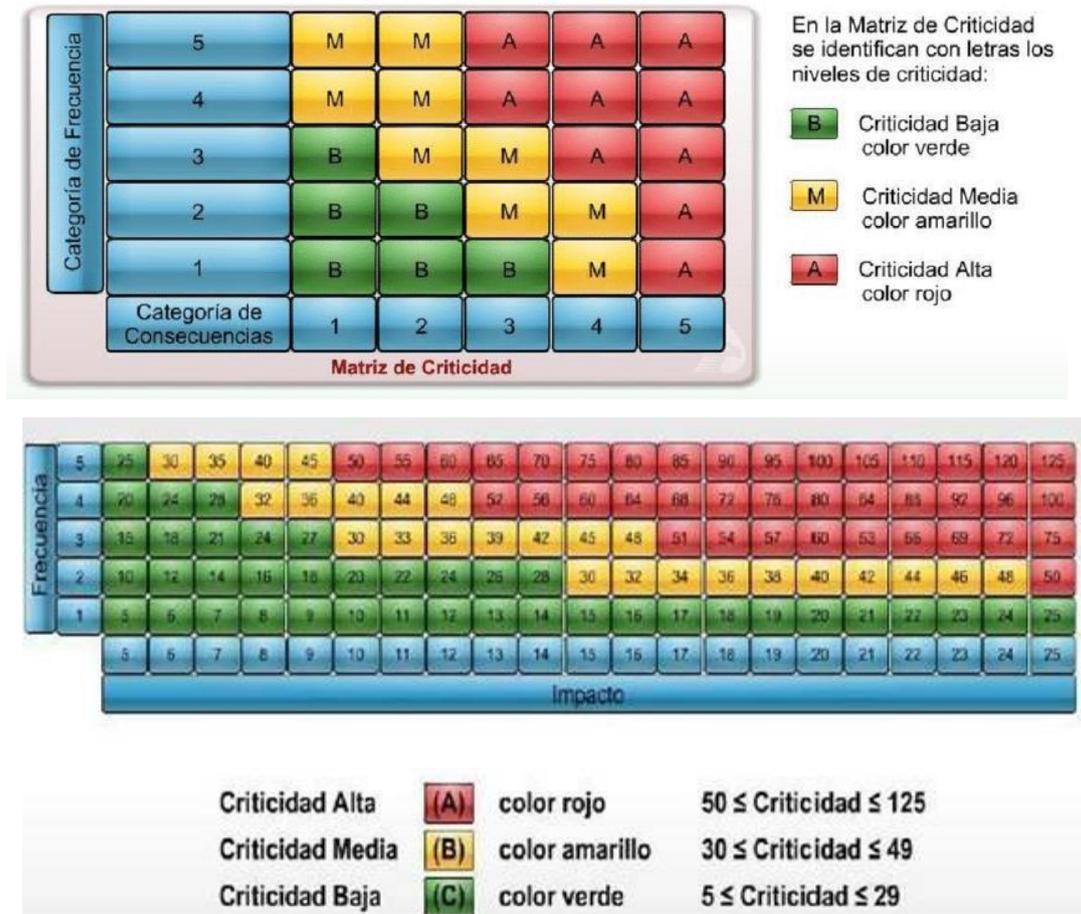


Figura 1: Matriz de Criticidad.

Fuente: PEMEX, 2007.

F) ANÁLISIS DE PARETO

A finales del siglo XIX, el ingeniero Wilfredo Pareto (1842- 1923), construyó histogramas sobre la base de la distribución de la riqueza en Italia, concluyendo que el 80% de la riqueza del país se encontraba en manos del 20% de la población total, separando los problemas muy importantes de los menos importantes. En su aplicación al área de mantenimiento, el análisis de Pareto es utilizado para identificar los equipos y/o máquinas con mayor número de fallas, es decir los más críticos por costo de mantención, confiabilidad o disponibilidad de las máquinas. Este diagrama es importante a la hora de determinar los equipos con mayor criticidad y se representa de forma gráfica. [10]

2.2.4. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

Es una metodología diseñada por la aviación militar en la USA. Su fin último es ayudar al personal de mantenimiento, a definir la mejor práctica para así garantizar la confiabilidad de la función de los activos fijos, y para manejar los efectos de sus desperfectos. El RCM es un enfoque sistémico para diseñar programas y planes que incrementen la confiabilidad de los equipos con un costo y riesgo mínimo; para lo cual combina técnicas de AM (Mantenimiento Autónomo), CM(Correctivo), PM (Preventivo) y CBM (Mantenimiento Basado en la Condición), mediante estrategias justificadas técnica y económicamente. La información almacenada en las hojas de trabajo del RCM reduce los efectos de rotación de personal y de falta de experiencia. [10]

Las premisas básicas para el diseño de un proyecto de RCM que busque la optimización del mantenimiento, deben ser:

- Lo primordial es la Disponibilidad de los Equipos.
- El principal interés debe ser la función que estos realizan.
- Se debe cuestionar todo plan de mantenimiento no sustentado por un Análisis de Confiabilidad.
- El análisis debe ser sistémico y sistemático, tanto en extensión como en profundidad.

2.2.4.1.METODOLOGÍA DE RCM

La metodología en la que se basa RCM, es un proceso de análisis de fallos e implantación de medidas preventivas que supone ir completando una serie de fases para cada uno de los sistemas que componen la planta industrial. [13]

- ✓ **Fase 1:** Definición clara de lo que se pretende implantando RCM. Determinación de indicadores, y valoración de éstos antes de iniciar el proceso.
- ✓ **Fase 2:** Elaboración de formatos para actividades de mantenimiento.
- ✓ **Fase 3:** Jerarquización de las máquinas
- ✓ **Fase 4:** Codificación y listado de todos los sistemas, subsistemas y equipos que componen la planta.
- ✓ **Fase 5:** Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos.
- ✓ **Fase 6:** Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.
- ✓ **Fase 7:** Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos.
- ✓ **Fase 8:** Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.
- ✓ **Fase 9:** Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías: Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación, procedimientos de operación y de mantenimiento, lista de repuesto que debe permanecer en stock y medidas provisionales a adoptar en caso de fallo.
- ✓ **Fase 10:** Puesta en marcha de las medidas preventivas.

2.2.5. DIAGRAMA DE ARBOL DE FALLAS

Los árboles de fallas son excelentes para localizar y corregir fallas, se utilizan para analizar accidentes o como herramientas investigativas para señalar fallas. Al ocurrir un accidente o una falla, se puede identificar la causa raíz del evento negativo. Se analiza cada evento al hacer la pregunta, “¿Cómo es posible que esto suceda?”. Al responder dicha pregunta, se identifican las causas principales y como se interactúan para producir un evento no deseado. Este proceso de lógica sigue hasta identificar todas las causas posibles. A lo largo de este proceso, se usa un diagrama de árbol para grabar los eventos identificados. Las ramas del árbol terminan cuando estén completos todos los eventos que resultan en el evento negativo. [14]

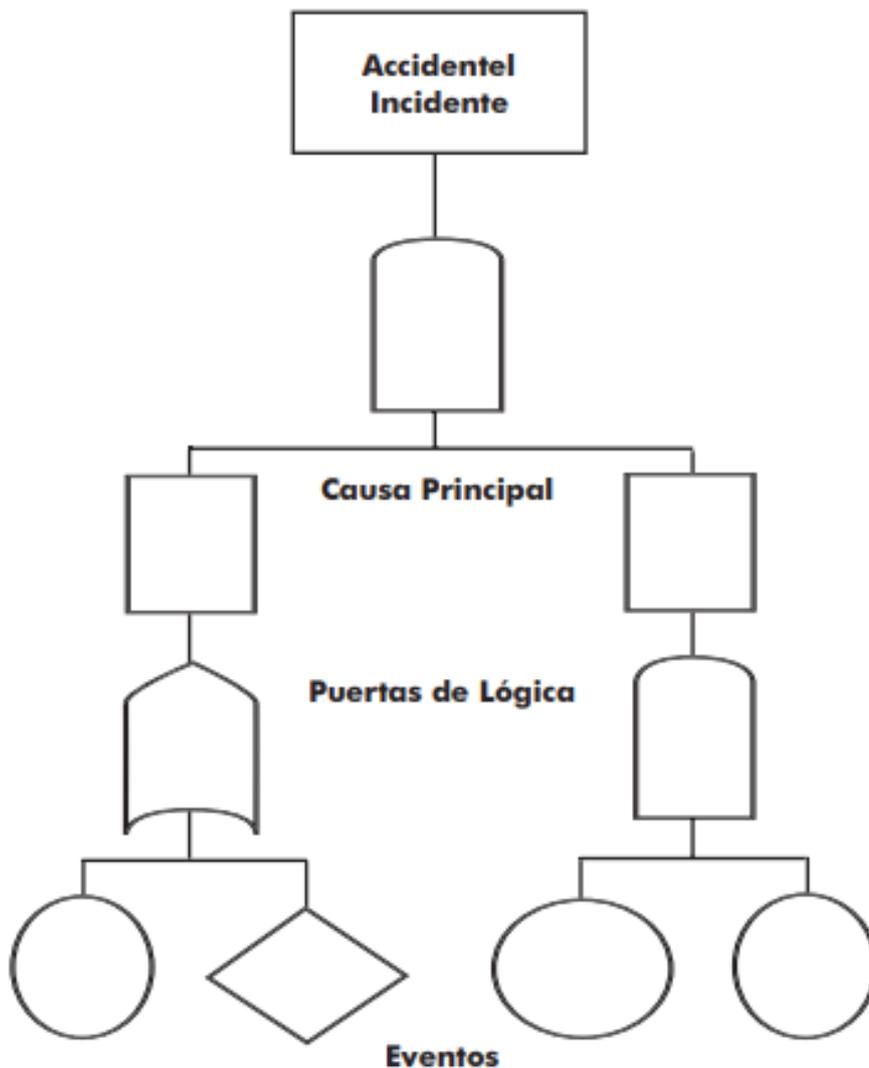
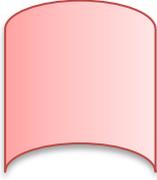
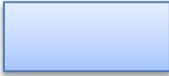
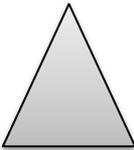


Figura 2: Diagrama de Árbol de Fallas

Fuente: Departamento de Seguro de Texas 2006.

Se usan símbolos para representar varios eventos y para describir relaciones:

Tabla 2: Simbología del Diagrama de Árbol de Fallas

Evento	Simbología	Definición
Puerta Y		Representa una condición en la cual todos los eventos mostrados debajo de la puerta (puerta de entrada) tienen que estar presentes para que ocurra el evento arriba de la puerta (evento resultado). Esto significa que el evento de resultado ocurrirá solamente si todos los eventos de entrada existen simultáneamente.
Puerta O		Representa una situación en la cual cualquier de los eventos mostrados debajo de la puerta (puerta de entrada) llevarán al evento mostrado arriba de la puerta (evento de resultado). El evento ocurrirá si solamente uno o cualquier combinación de los eventos de entrada ocurren.
Rectángulo		Es el principal componente básico del árbol analítico. Representa el evento negativo y se localiza en el punto superior del árbol y puede localizarse por todo el árbol para indicar otros eventos que pueden dividirse más. Este es el único símbolo que tendrá abajo una puerta de lógica y eventos de entrada.
Óvalo		Un símbolo de oval representa una situación especial que puede ocurrir solamente si ocurren ciertas circunstancias.
Triángulo		El triángulo significa una transferencia de una rama del árbol de fallas a otro lugar del árbol. Donde se conecta un triángulo al árbol con una flecha, todo que esté mostrado debajo del punto de conexión se pasa a otra área del árbol.
Diamante		Identifica un evento terminal sin desarrollar. Tal evento es uno no completamente desarrollado debido a una falta de información o significancia.
Círculo		Representa un evento base en el árbol. Estos se encuentran en los niveles inferiores del árbol y no requieren más desarrollo o divisiones. No hay puertas o eventos debajo del evento base.

Fuente: Departamento de Seguro de Texas 2006

2.2.6. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA)

Es la herramienta principal del RCM para optimizar la gestión del mantenimiento, El FMEA es un método que se utiliza para prevenir problemas antes de que estos se den, se puede considerar como un método analítico estandarizado para eliminar o detectar los problemas de forma total o parcial. Su objetivo es encontrar todas las formas o modos en los que puede fallar un activo dentro de un proceso, e identificar las posibles consecuencias de los fallos. [15]

Para cumplir el objetivo, se debe seguir una secuencia:

- ✓ Definir las funciones de los activos y sus respectivos estándares de operación/ejecución.
- ✓ Definir los fallos funcionales asociados a cada función del activo.
- ✓ Definir los modos de fallos asociados a cada fallo funcional.
- ✓ Establecer los efectos y consecuencias asociados a cada modo de fallo.

El análisis se realiza mediante un cuadro de guía. A continuación en la Tabla 3 se muestra la metodología a seguir:

Tabla 3: Formato de Evaluación del Análisis de Modo y Efectos de Falla

EQUIPO / COMPONENTE	FUNCION	MODO/S POTENCIAL/ES DE FALLO	EFECTO/S POTENCIAL/ES DE FALLO	Severidad	CAUSA POTENCIAL DE FALLO	Ocurrencia	VERIFICACIÓN Y/O CONTROL ACTUAL	Detección	NPR	ACCIÓN RECOMENDADA	RESULTADO DE LAS ACCIONES				
											Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	

Fuente: Lean Solutions

A) FUNCIÓN

Se describe el funcionamiento del componente que se menciona del activo físico que se está analizando.

B) MODO/S POTENCIAL/ES DE FALLO

Forma en que el Equipo puede dejar de funcionar o funciona anormalmente. El tipo de fallo es relativo a cada función de cada elemento. Se expresa en términos físicos: ruptura, fractura, aflojamiento, atascamiento, fuga, etc.

C) EFECTO/S POTENCIAL/ES DE FALLO

Para cada modo de falla, debe indicarse un efecto de falla, que es una breve descripción de qué pasa cuando ocurre la falla.

D) SEVERIDAD

Estimación subjetiva al efecto de falla, se evalúa sobre una escala de 1-10.

Tabla 4: Valorización de la Severidad

Efecto	Efecto de Severidad	Valor
Peligroso sin aviso	Valor de severidad muy alto cuando un modo de Problema potencial afecta la operación del sistema sin alerta	10
Peligroso con aviso	Valor de severidad muy alto cuando un modo de Problema potencial afecta la operación del sistema con alerta	9
Muy alto	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
Alto	Sistema inoperable con equipo dañado	7
Moderado	Sistema inoperable con daños menores	6
Bajo	Sistema inoperable sin daños	5
Muy bajo	Sistema operable con una significativa degradación de rendimiento	4
Menor	Sistema operable con una degradación de rendimiento	3
Muy menor	Sistema operable con mínima interferencia	2
Ninguno	No hay efectos	1

Fuente: Lean Solutions

E) OCURRENCIA

Estimación subjetiva a la causa real o potencial, se evalúa sobre una escala de 1-10 la probabilidad de ocurrencia de cada falla.

Tabla 5: Valorización de la Ocurrencia

Probabilidad de fallo	Probabilidad de fallo	Valor
Muy alta	>1 en 2	10
Problemas casi inevitables	1 en 3	9
Alta	1 en 8	8
Fallos repetitivos	1 en 20	7
Moderadas	1 en 80	6
Problemas ocasionales	1 en 400	5
Problemas ocasionales	1 en 2 000	4
Baja: Pocas Problemas relativamente	1 en 15 000	3
Muy Baja	1 en 150 000	2
Remota: Problema inverosímil	<1 en 1 500 000	1

Fuente: Lean Solutions

F) DETECCIÓN

Estimación subjetiva al Diseño de control, se evalúa sobre una escala de 1-10 la probabilidad de ser detectado la falla.

Tabla 6: Valorización de la Detección

Detección	Probabilidad de la Detección	Valor
Casi imposible	El control del diseño no puede detectar una causa potencial/mecanismo y modo de fallo subsecuente	10
Muy remota	Muy remota la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	9
Remota	Identificar modos de Problema potenciales y su impacto en la confiabilidad del proceso o actividad	8
Muy baja	Muy baja la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	7
Baja	Baja la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	6
Moderada	Moderada la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	5
Muy moderada	Muy moderada la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	4
Alta	Alta la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	3
Muy alta	Muy alta la probabilidad del control de diseño para detectar causas potenciales/mecanismos y modos de fallos subsecuentes	2
Casi seguro	Control de diseño detectará causas potenciales/ mecanismos y modos de fallos subsecuentes	1

Fuente: Lean Solutions

G) NPR

Número de Prioridad de Riesgos, es un valor que establece una jerarquización de los problemas a través de la siguiente ecuación:

$$NPR = SEVERIDAD * OCURRENCIA * DETECCION$$

2.2.7. DIAGRAMA DE DECISIONES

La hoja de decisión de RCM está compuesta por 16 columnas como se aprecia en la Tabla 7. Las columnas tituladas F, FF, FM identifican el modo de falla que se analiza. [16]

Tabla 7: Hoja de Decisiones

Equipo :																	
Función :																	
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas propuestas	Intervalo inicial	A realizarse por:	
								H1	H2	H3							
	S1	S2	S3														
	O1	O2	O3	H4	H5	S4											
F	FF	FM	H				S	E	O	N1	N2	N3					

Fuente: Departamento de Seguro de Texas 2006.

Se observa en el diagrama de decisión que se deben valorar consecuencias del modo de falla escribiendo la letra N si la respuesta a la pregunta es negativa, o S en caso de ser afirmativa, cualquiera de las dos respuestas define un determinado camino a seguir en el diagrama.

Las columnas de la octava a la décima permiten registrar las tareas a realizar de la siguiente forma:

- H1/S1/O1/N1 es usada para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada.
- H2/S2/O2/N2 es usada para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico.
- H3/S3/O3/N3 es usada para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica.

En cada caso, una tarea sólo es apropiada si merece la pena realizarla y si es técnicamente factible. Las columnas H4, H5 y S4 son utilizadas para registrar las respuestas a las tres preguntas “a falta de” planteadas en el diagrama de decisión en la Figura 2, en este punto se selecciona si debe hacerse una tarea de búsqueda de fallas, una combinación de tareas, un rediseño, o ningún mantenimiento programado.

Si durante el proceso de toma de decisiones se ha seleccionado una tarea proactiva o una tarea de búsqueda de falla o un cambio de diseño, o ningún mantenimiento programado debe registrarse la descripción de la tarea en la columna titulada “tarea propuesta”.

Los intervalos de tareas son registrados en la hoja de decisión en la columna de “Intervalo inicial”.

La última columna en la hoja de decisión se utiliza para anotar quién debe hacer cada tarea; nótese que el proceso de RCM considera este tema para un modo de falla a la vez. En otras palabras, no aborda el tema con ninguna idea preconcebida acerca de quién debe (o no debe) hacer el trabajo de mantenimiento. Simplemente pregunta quién es competente y confiable como para realizar correctamente esta tarea. Las tareas pueden ser adjudicadas a mantenimiento, operadores, inspectores, personal de calidad, técnicos especializados, proveedores, etc.

En definitiva, la hoja de decisión RCM muestra no solo qué acción se ha seleccionado para tratar cada modo de falla. Sino que también muestra porqué se ha seleccionado. Esta información es valiosa si en algún momento se presenta la necesidad de cambiar cualquier tarea de mantenimiento.

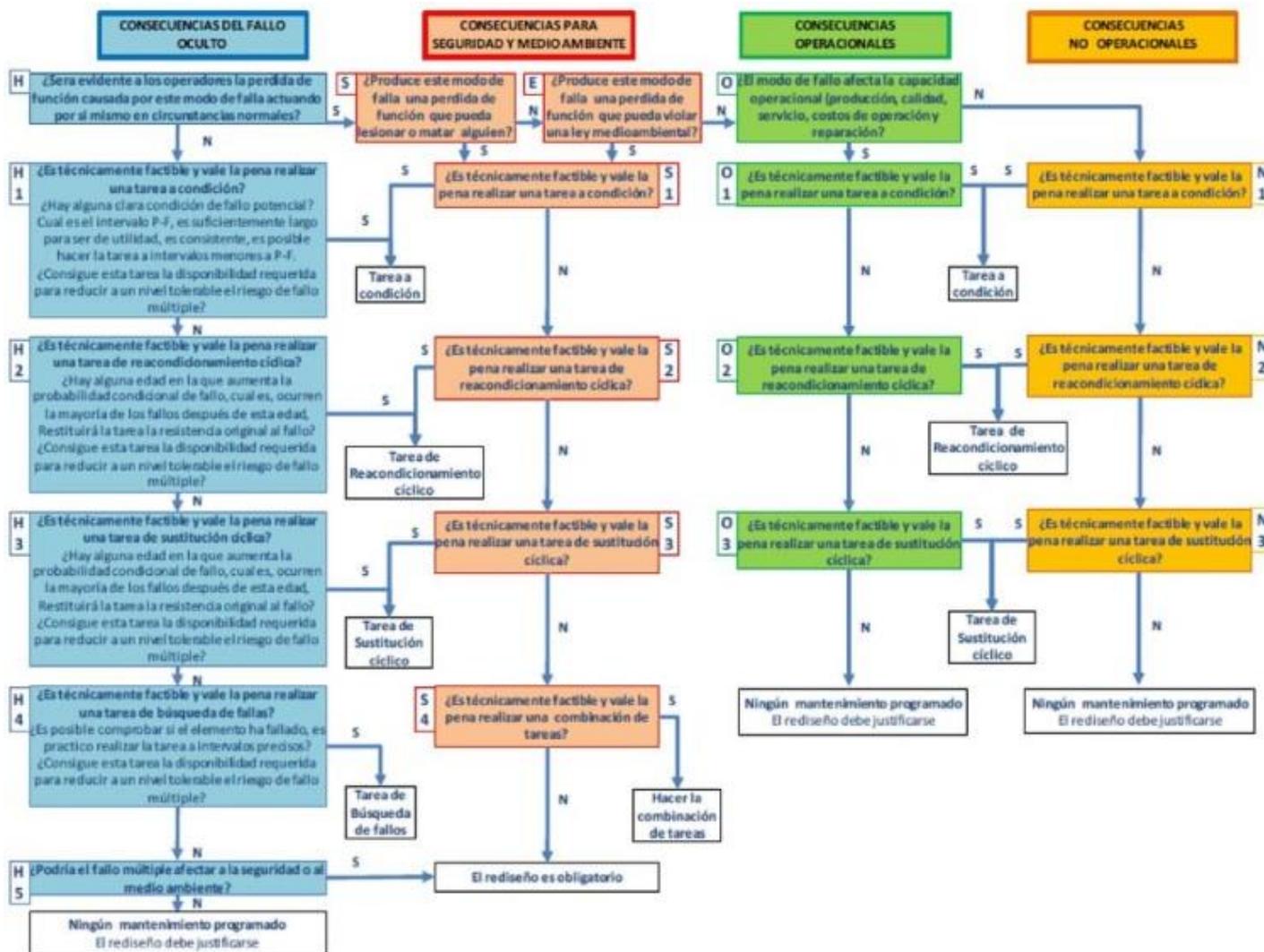


Figura 3: Diagrama de Decisión RCM

Fuente: Departamento de Seguro de Texas 2006.

2.2.8. RENTABILIDAD

Rentabilidad, es una noción que se aplica a toda acción económica, es la razón que da una idea del rendimiento global sobre la inversión realizada en la empresa; se calcula dividiendo el beneficio entre el costo del sistema propuesto. La rentabilidad es una medida fundamental de la rentabilidad económica y puede ser utilizada en tres áreas de gran importancia, además permite: obtener un indicador de la efectividad de la dirección, medir la capacidad de la empresa para generar un rendimiento satisfactorio de la inversión y ser un método para la proyección de beneficios. [17]

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA EMPACADORA DE PALTA DE LA EMPRESA AGRÍCOLA CERRO PRIETO.

La empresa Agrícola Cerro Prieto, se encuentra ubicada en la Panamericana Norte Km 733 Pacanguilla Chepén La Libertad, se dedica a la producción, empaque, y comercialización de productos agrícolas de alta calidad tales como Palta Hass, Uva de Mesa, Espárrago Verde y Fibra de Algodón Extra-Larga.

La producción en la línea de palta utiliza tres variedades Hass, Zutano, Ettinger que son envasadas en cajas de cartón y plásticos en diferentes presentaciones tales como: 16,8 Kg, 11,3 Kg, 10 Kg y 4 Kg; también tiene diferentes marcas como son: Danza, Yaku y ACP Natural.



Figura 4: Marcas y presentaciones del producto terminado.

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la Tabla 8 se muestra el precio de venta (S/. / Kg) y la utilidad (S/.) del producto terminado, según las presentaciones de venta.

Tabla 8: Precio de Venta del producto (S/. / Kg)

PRESENTACION (Kg)	Precio de Venta (S/.)	UTILIDAD (S/.)
16,8	S/. 84,60	S/. 16,80
11,3	S/. 55,60	S/. 11,30
10	S/. 51,00	S/. 10,00
4	S/. 24,00	S/. 4,00

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Para demostrar que los problemas se repiten año tras año, el periodo a analizar serán los meses de Marzo a Julio, que es donde se realiza la campaña de palta, del año 2017 y 2018. A continuación se muestra las ventas de producto terminado, expresado en kilogramos, además del importe del mismo (Tabla 9).

Tabla 9: Ventas del producto terminado del año 2018 y 2019

VENTAS 2017		VENTAS 2018	
MES	IMPORTE (S/)	MES	IMPORTE (S/)
MARZO	S/. 4 258 546,55	MARZO	S/. 4 339 885,50
ABRIL	S/. 4 202 874,05	ABRIL	S/. 4 254 406,80
MAYO	S/. 3 734 796,80	MAYO	S/. 3 968 706,95
JUNIO	S/. 3 626 278,25	JUNIO	S/. 3 825 899,85
JULIO	S/. 1 918 959,70	JULIO	S/. 2 009 920,00
TOTAL	S/. 17 741 455,35	TOTAL	S/. 18 398 819,10

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Por otro lado en la Tabla 10 se muestra la producción en cajas para la Campaña 2017 y en la Tabla 11 se muestra la producción en cajas para la Campaña 2018.

Tabla 10: Producción en cajas Campaña 2017

PRODUCCION 2017	PRESENTACIÓN			
	16,8	11,3	10	4
MARZO	2 006	6 651	28 309	88 465
ABRIL	1 980	6 564	27 939	87 308
MAYO	1 759	5 833	24 827	77 585
JUNIO	1 708	5 664	24 106	75 331
JULIO	904	2 997	12 756	39 864
TOTAL	8 357	27 709	117 937	368 552

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 11: Producción en cajas Campaña 2018

PRODUCCION 2018	PRESENTACIÓN			
	16,8	11,3	10	4
MARZO	2 044	6 778	28 850	90 155
ABRIL	2 004	6 645	28 281	88 379
MAYO	1 869	6 198	26 382	82 444
JUNIO	1 802	5 975	25 433	79 477
JULIO	947	3 139	13 361	41 753
TOTAL	8 667	28 735	122 307	382 208

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la Tabla 12 se muestra la utilidad que percibe la empresa según la presentación que se produce para venta de las campañas 2017 y 2018; generando una utilidad total de S/. 6 329 295,00 nuevos soles, en donde la presentación que más producen es el de 10 Kg.

Tabla 12: Ventas y Utilidad percibida según presentación producidas en el año 2017 y 2018.

PRESENTACIÓN (Kg)	Ventas Producidas (Kg)	Precio de Venta (S/.)	Cajas (Und)	UTILIDAD (S/.)	UTILIDAD TOTAL
16,8	632 929,5	S/. 84,60	37 674	S/. 16,80	S/. 632 929,50
11,3	949 394	S/. 55,60	84 017	S/. 11,30	S/. 949 394,25
10	3 164 647,5	S/. 51,00	316 465	S/. 10,00	S/. 3 164 647,50
4	1 582 324	S/. 24,00	395 581	S/. 4,00	S/. 1 582 323,75
TOTAL	6 329 295		833 737		S/. 6 329 295,00

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

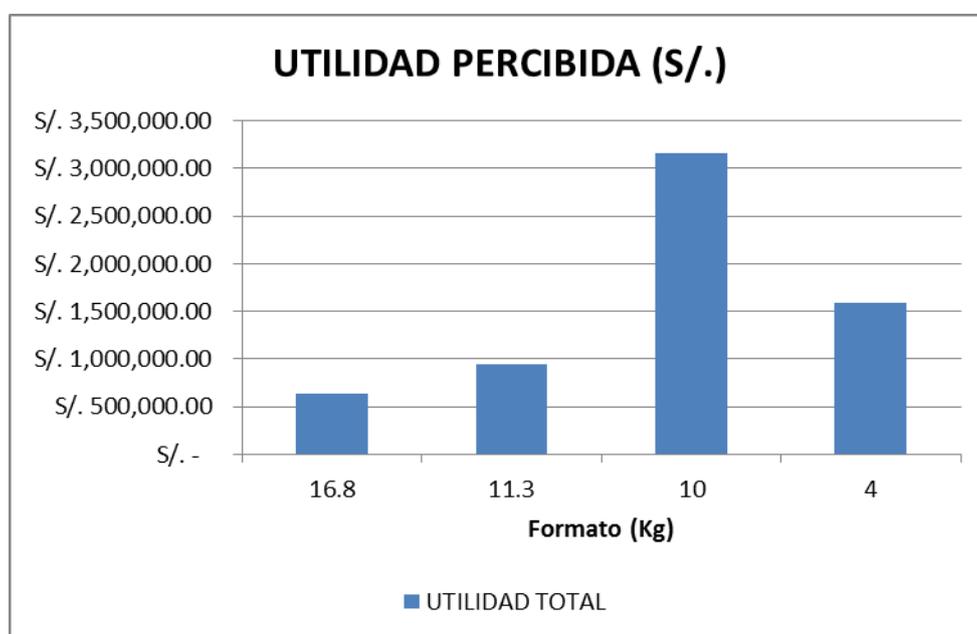


Figura 5: Utilidad percibida según presentación en el año 2017 y 2018.

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2. DESCRIBIR EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y EN PARTICULAR EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO.

3.2.1. MAQUINARIA

La planta empacadora de palta cuenta con 25 máquinas, las cuales están distribuidas por áreas en toda la planta de la línea de palta. A continuación se describen las máquinas y la función que cumplen.

- **Balanza de Plataforma**

En la planta existen 4 balanzas de plataforma, las cuales están ubicadas en el área de recepción con unas medidas de 1.50 m², con un peso límite de 3 000 Kg. La balanza de sobresuelo es sobre todo apta para un uso fijo. Gracias a su versión robusta y su amplia plataforma, esta balanza es ideal para el pesado de grandes objetos. Se fabrica en acero lacado. Las rampas, que se pueden pedir de forma opcional, permiten usar esta balanza para pesar bins o pallets. Los datos de pesado se pueden leer fácilmente en la pantalla externa (con un cable de 4 m). La pantalla se puede situar sobre una mesa o montarla en la pared. El puerto RS-232 integrado permite la transferencia de datos a un PC (paquete software opcional). También puede adquirir una impresora térmica.

Tabla 13: Especificaciones técnicas de la Balanza de Plataforma

MODELO	IND246
TIEMPO DE TARAJE	< 4 s
UNIDADES	G, kg, t, lb
SOBRECARGA MÁXIMA	150%
CALIBRACIÓN	Automático
ALIMENTACIÓN	230 V / 50 Hz (Adaptador) y acumulador interno recargable)
FECHA DE ADQUISICIÓN	2014

Fuente: Agrícola Cerro Prieto



Figura 6: Balanza de Plataforma
Fuente: Agrícola Cerro Prieto

- **Volcador de Bins**

En la planta existe un Volcador de Bins, el cual está ubicado en el área de abastecimiento de materia prima, tiene una capacidad de 100 bins por hora. El vaciador de bins continuo vertical es un equipo compacto que, en un espacio reducido, hace las operaciones de vaciado y apilado de los bins vacíos, con una alta producción.

El equipo consta de tres secciones. La primera recibe las pilas de bins llenos (3 o 4 bins, según la altura del bin); la pila pasa a la sección media, donde se produce el desapilado individual de los bins. A continuación éstos se transfieren individualmente a la tercera sección, donde se vacían mediante un movimiento de elevación gradual. La fruta cae cuidadosamente, evitándose cualquier tipo de daños.

Tabla 14: Especificaciones técnicas del Volcador de Bins

FECHA DE ADQUISICIÓN	2014
DIMENSIONES	
LUNGITUD (mm)	6 977
ANCHO (mm)	2 100
ALTO (mm)	5 435
CONSUMO	
ELÉCTRICO (Kw)	8
AIRE (l/h)	60
PRESIÓN (Bar)	7

Fuente: Agrícola Cerro Prieto



Figura 7: Volcador de bins

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

- **Tina de Lavado**

En la planta existe una tina de lavado, la cual está ubicada en el área de lavado y secado, con unas medidas de 10 m³. Trabaja junto a una bomba de recirculación con una potencia de 440 v / 60 Hz. Cumpliendo la función de limpiar la fruta retirando cualquier material extraño adherido a su cáscara.

El equipo consta de estructura, tina de lavado, elevador de polines, cepillos, tolva de descarga, tanque de recirculación, motobomba y tubería. Su diseño permite una fácil y rápida limpieza del equipo.

Tabla 15: Especificaciones técnicas de la Tina de Lavado

FECHA DE ADQUISICIÓN	2014
DIMENSIONES	
LUNGITUD (mm)	3 000
ANCHO (mm)	900
ALTO (mm)	1 500
DATOS	
POTENCIA	440 v / 60 Hz
PESO	220 Kg

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

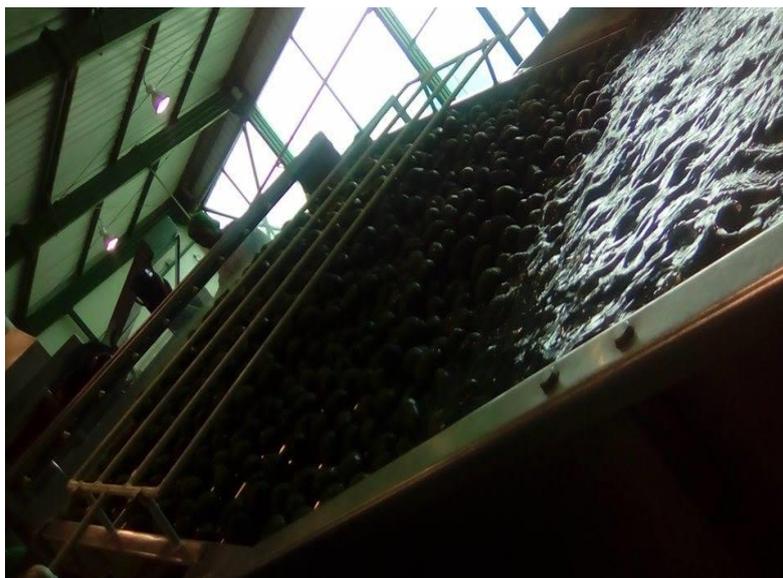


Figura 8: Tina de Lavado
Fuente: Agrícola Cerro Prieto

- **Secador Industrial**

En la planta existen 2 secadores industriales, la cual está ubicada en el área de lavado y secado. Cumpliendo la función de secar la fruta.

El equipo consta de una estructura metálica, donde la fruta sale de la tina de lavado, pasa por los polines donde hay una pre selección y posteriormente ingresa a éstas máquinas de secado, haciendo un recorrido de aproximadamente 2.2 metros para que posteriormente para a la selección.

Tabla 16: Especificaciones técnicas del Secador Industrial

FECHA DE ADQUISICIÓN	2014
DIMENSIONES	
LUNGITUD (m)	1.55
ANCHO (m)	0,8
ALTO (m)	2,2
DATOS	
ENERGÍA	9 kW
VOLTAJE	380 V / 220 V

Fuente: Agrícola Cerro Prieto



Figura 9: Secador industrial
Fuente: Agrícola Cerro Prieto

- **Fajas transportadoras**

En la planta existen 8 fajas transportadoras que están ubicadas en el área de selección y empaque. Cumpliendo la función de transportar la fruta donde mediante estas fajas tendrán una selección, donde se realizará una selección manual de frutas de mala calidad.

CARACTERÍSTICAS

- Banda hecha de material no tóxico.
- Montada sobre ruedas giratorias.
- Regulación de altura de las patas.
- Regulación de velocidad con regulador de frecuencia en la caja de comando central.

Tabla 17: Especificaciones técnicas de la Faja Transportadora

FECHA DE ADQUISICIÓN	2014
LARGO (mm)	3 000
ANCHO (mm)	620
ALTURA (mm)	1 500
PESO (kg)	90
ALIMENTACIÓN (kW)	0,25

Fuente: Agrícola Cerro Prieto



Figura 10: Faja Transportadora

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

- **Calibrador**

En la planta existe un calibrador, el cual está comprendido por 8 vías, ubicado en el área de selección y empaque. Cumpliendo la función de detectar el peso adecuado de la fruta para posteriormente sean empacadas.

Este equipo consta de sensores donde clasifica a la fruta por calibre, y defectos de piel, este componente es el carrier, además las vías son de teflón.

Tabla 18: Especificaciones técnicas del Calibrador

LARGO (mm)	13 300
ANCHO (mm)	2 500
ALTURA (mm)	3 000
POTENCIA (Kw)	3
FECHA DE ADQUISICIÓN	2014

Fuente: Agrícola Cerro Prieto



Figura 11: Calibradora

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

- **Recepción de Materia Prima:** Se reciben los camiones cargados de bins con fruta, se procede a descargar y se realiza la operación de pesaje en las balanzas, posteriormente pasan al área de abastecimiento.
- **Abastecimiento:** Se colocan 3 bins apilados en el volcador de bins, el cual va a ir cumpliendo su función cogiendo bin por bin para arrojar la fruta a la tina de lavado. Tiene una capacidad de 100 bins por hora.
- **Lavado:** El fruto ingresa a una tina de lavado en donde se sumergen en una solución de agua, ácido cítrico e hipoclorito de sodio, para que se limpie, desinfecte y retire cualquier material extraño adherido a la cáscara de la fruta.
- **Pre selección:** Se coloca una persona en cada extremo de la tina de lavado para descartar las paltas que estén maduras o con algún defecto que éstas pudieran tener.
- **Secado:** La fruta pasa por la máquina de secado, por un tiempo de 3 a 4 minutos, que es lo que dura el recorrido.
- **Selección:** Los operarios seleccionan la fruta de acuerdo a la categoría, ya sea 1 o 1H. La categoría 1 es la mejor fruta sin ningún defecto y la categoría 1H la fruta que tiene mínimo porcentaje de defectos. El resto es fruta de descarte.
- **Calibrado:** La fruta pasa por unos rieles que detectan el peso para que puedan ir en diferentes presentaciones.
- **Empaque:** La fruta cae del calibrador, donde será empacada en cajas, ya sea de cartón o plástico, debidamente ordenada y pesada.
- **Paletizado:** En esta área las cajas son ordenadas por calibres y categoría en pallets para posteriormente ser enzunchados y almacenados en cámara de frío.

- **Enfriamiento en túneles:** Los pallets pasan a un enfriamiento por medio de túneles a 6°C para que la fruta se pueda conservar de una mejor manera.
- **Almacenamiento de Producto Terminado:** Posteriormente pasan a un almacén donde se determinará la fecha de despacho.
- **Despacho:** Aquí sale cada contenedor con 21 o 22 toneladas de producto terminado.

3.2.3. ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

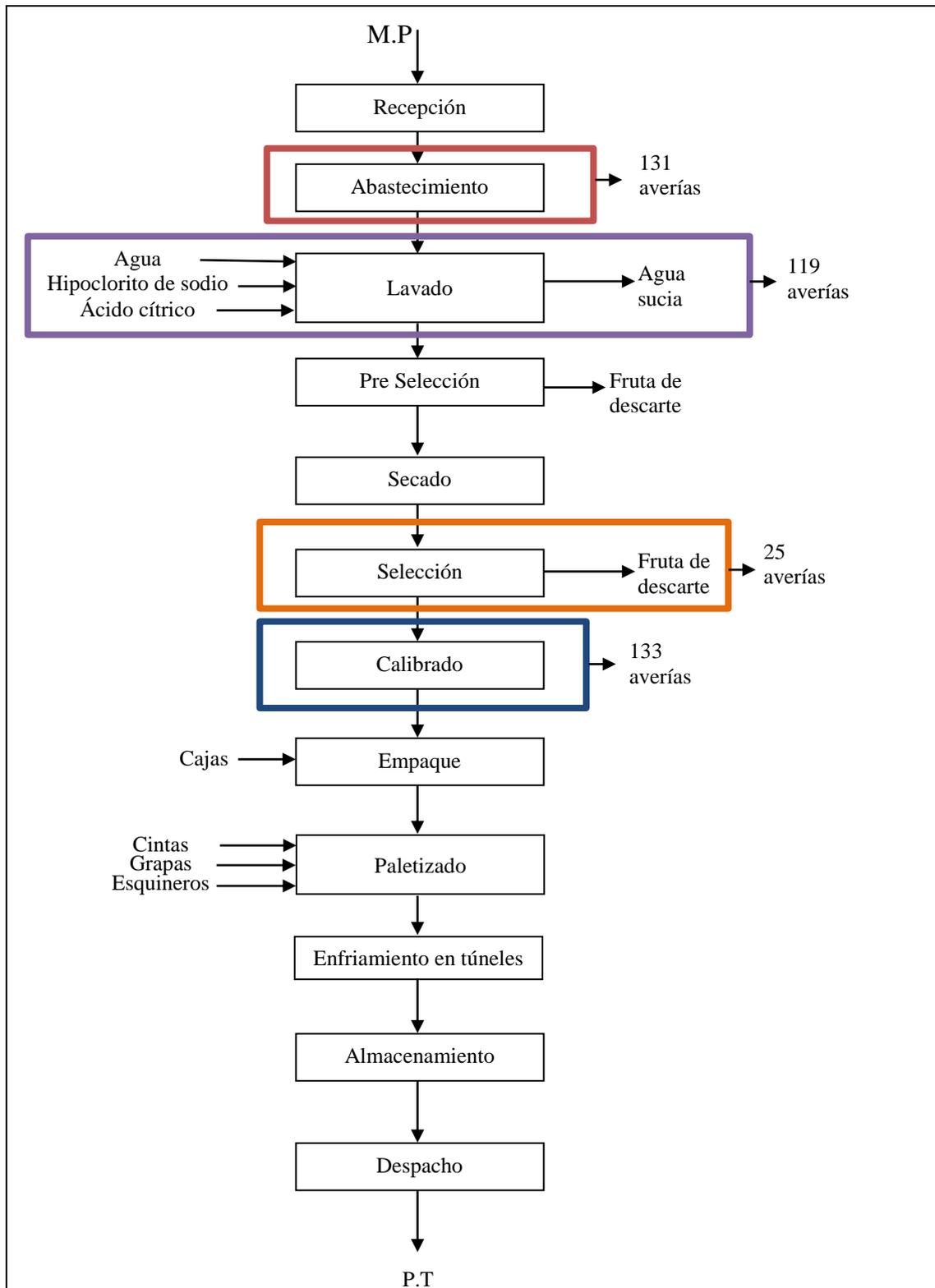


Figura 12: Análisis del Proceso de Producción
Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2.4. ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

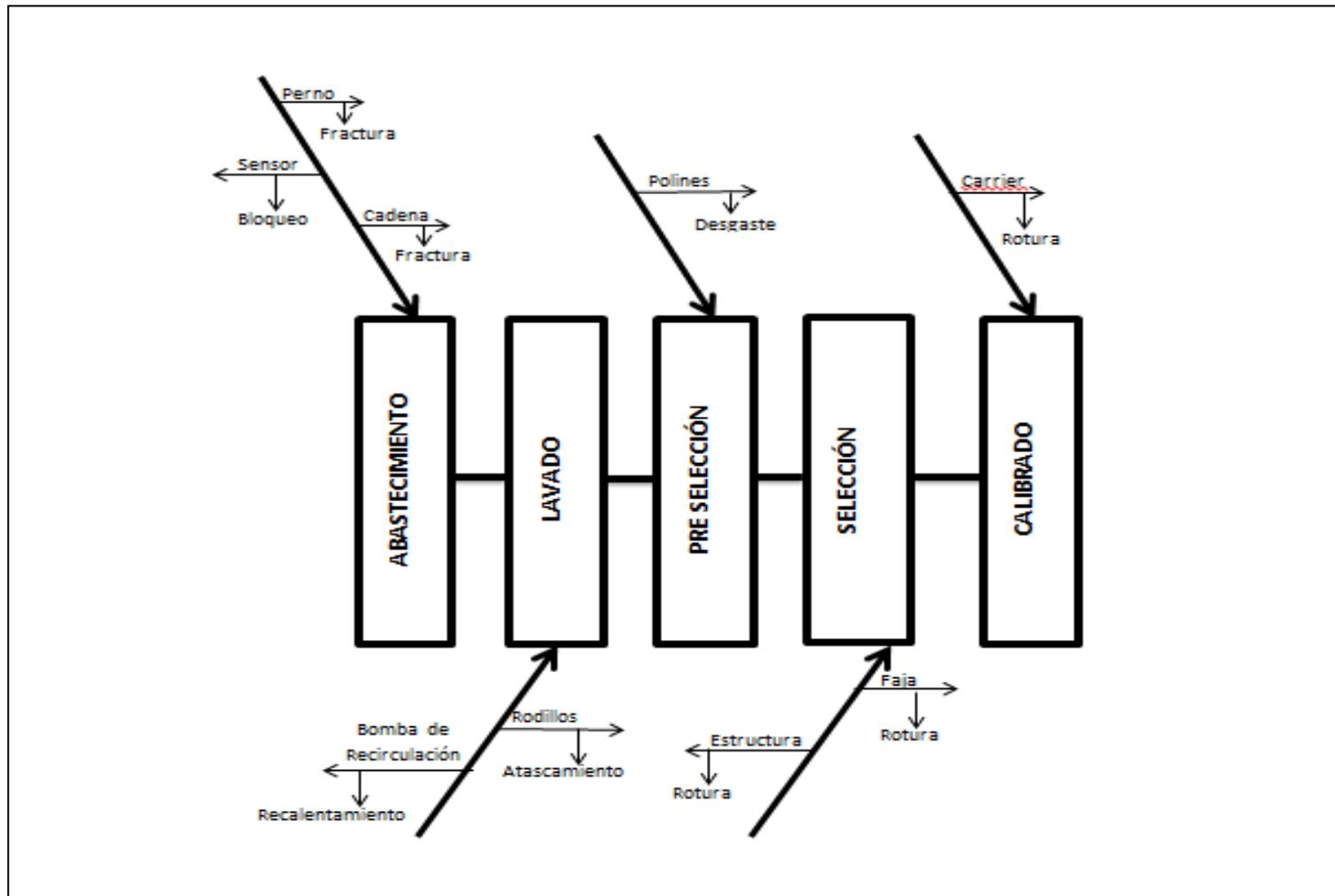


Figura 13: Esquema del Proceso de Producción
Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2.5. PERSONAL

Dentro de la planta se encuentran 300 operarios; laborando 6 días a la semana, un turno de 9 horas. Además de tener el área de mantenimiento donde se encuentran 46 personas siendo distribuidas por 6 frigoristas, 20 mecánicos y 20 electricistas.

Tabla 19: Costo del personal

PERSONAL	N° DE PERSONAS	COSTO MANO DE OBRA
Operarios en planta - Producción	300	S/. 4,55 / hora
Operarios en Mantenimiento	46	S/. 6,13 / hora

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE MANTENIMIENTO

En la actualidad el proceso de mantenimiento de la empresa no cuenta con un mantenimiento preventivo para prevenir paros inesperados en la producción, a causa del fallo de la maquinaria, generando riesgos y ocasionando daños a causa de un mantenimiento correctivo.

Este proceso ocasiona un descontrol tanto de la maquinaria como del proceso, ya que no se ha elaborado un análisis de cada que tiempo se debería revisar la maquinaria para evitar paros inesperados, ocasionando pérdidas de tiempo y de producción.

El proceso de reparación de fallas consta en identificar la avería en la máquina durante el proceso de producción, en ese momento el operario da aviso al jefe inmediato, el cuál se encargará de parar la producción, y de contactar al jefe de Mantenimiento, quién identifica la máquina y ordena al operario técnico y/o electricista para que puedan analizar la falla y sus posibles causas, y de esta forma reparar el daño. Las reparaciones se realizan dentro de las horas de producción que consta desde las 08:00 a.m. hasta las 18:00 p.m que se realiza el apagado de todas las máquinas.

Los trabajos de mantenimiento correctivos en la empresa son realizados por el equipo de mantenimiento conformado por el jefe de mantenimiento y 46 operarios, los cuales se dividen entre 6 frigoristas, 20 mecánicos y 20 electricistas.

Los operarios de mantenimientos tanto mecánicos, como electricistas; poseen formación técnica, habilidades múltiples y marcadas para realizar la función que se les asigne, además conocen a detalle el funcionamiento del proceso de producción de la línea de palta. En el anexo 1 se detalla la formación de cada uno de los operarios de mantenimiento.

De acuerdo a ello si la falla es por un atascamiento en cualquier máquina es solucionado por los mismos operarios en el menor tiempo posible, pero en el caso de que sea por una ruptura o desgaste se encargarán de cambiar las piezas que se necesitan, lubricar la máquina afectada o corregir desajustes o desalineamientos. Estas piezas en el mejor de los casos se encuentran en el stock de almacén, de lo contrario tendrían que realizar la compra en el momento. La generación de averías en las máquinas hace que se paralice toda la línea de producción, por ello los técnicos se encargarán de realizar la reparación con los siguientes pasos:

- Desajuste y extracción de la pieza averiada.
- Reparación o cambio de la pieza averiada.
- Montaje de la pieza.
- Verificación del funcionamiento de la máquina.

3.2.7. DIAGNÓSTICO DE LAS AVERÍAS EN LA MAQUINARIA EN EL PROCESO PRODUCTIVO

3.2.7.1. Número de averías y tiempos de parada

Al realizar el diagnóstico se pudo identificar que la empresa cuenta con problemas en el proceso productivo, debido a su variabilidad de tiempos en los procesos que no le permite estandarizar su tiempo de ciclo, cabe destacar que la variabilidad del tiempo es a causa de paros por falta de mantenimiento en el proceso productivo. Las máquinas funcionan 9 horas al día, 6 días a la semana, teniendo como día libre los domingos, a medida que son utilizadas presentan problemas de desgaste, entre otros, lo cual provoca paros en la máquina que interrumpen su disponibilidad de producción

En la Tabla 20 se muestra las averías más frecuentes de las campañas del 2017 y 2018, teniendo en cuenta el proceso al cual afecta y la máquina que se avería.

Tabla 20: Maquinaria y Averías más frecuentes de las campañas 2017 y 2018.

MAQUINA	PROCESO AFECTADO	AVERÍA	CONSECUENCIA	CAUSA
Volcador de Bins	Abastecimiento	Fractura	Desgaste de la cadena	Por uso excesivo
			Mal montaje del perno	Falta de capacitación
		Bloqueo	Mala regulación	Falta de capacitación
Tina de Lavado	Lavado	Recalentamiento	Rodamientos quemados	Por uso excesivo
		Atascamiento	Desalineamiento de polines	Por uso excesivo
		Desgaste	Rozamiento de polines	Por uso excesivo
Faja Transportadora	Selección	Ruptura y Fractura	Desalineación de la faja	Por flujo excesivo
			Acumulación de fruta	Por flujo excesivo
Calibradora	Calibrado	Fractura	Acumulación de fruta	Por flujo excesivo
			Estiramiento de cadena	Por uso excesivo

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Así mismo en la Tabla 21 se muestra las averías más frecuentes en la empresa y el número de veces que fallan, donde en ambas campañas (2017 y 2018) el mes en el que hubo más averías es en Junio; con 51 averías para la campaña 2017 y 55 averías en la campaña 2018, teniendo un total de 408 averías por ambas campañas. Siendo la fractura de carrier la avería más alta con un total de 133 averías, siguiéndole el recalentamiento de la bomba con un total de 56 averías.

Tabla 21: Número de averías de la Campaña 2017 y 2018

AÑO	MES	TIPO DE AVERÍA									TOTAL
		VOLCADOR DE BINS			TINA DE LAVADO			FAJA TRANSPORTADORA		CALIBRADORA	
		Fractura de cadena	Fractura de perno	Bloqueo de sensor de volcador	Recalentamiento de bombas	Atascamiento de rodillos	Desgaste de polín	Fractura de estructura	Ruptura de faja	Fractura de carrier	
2017	MARZO	6	6	2	5	3	0	1	2	16	41
	ABRIL	6	6	3	8	5	3	1	2	13	47
	MAYO	5	6	1	7	4	4	2	1	19	49
	JUNIO	8	7	2	7	4	3	2	1	17	51
	JULIO	3	2	0	2	1	2	0	0	4	14
2018	MARZO	6	5	3	5	4	4	0	2	10	39
	ABRIL	5	6	3	6	4	4	1	1	13	43
	MAYO	5	8	3	8	2	4	1	3	19	53
	JUNIO	9	7	2	6	5	4	2	2	18	55
	JULIO	2	2	2	2	1	2	0	1	4	16
TOTAL		55	55	21	56	33	30	10	15	133	408

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

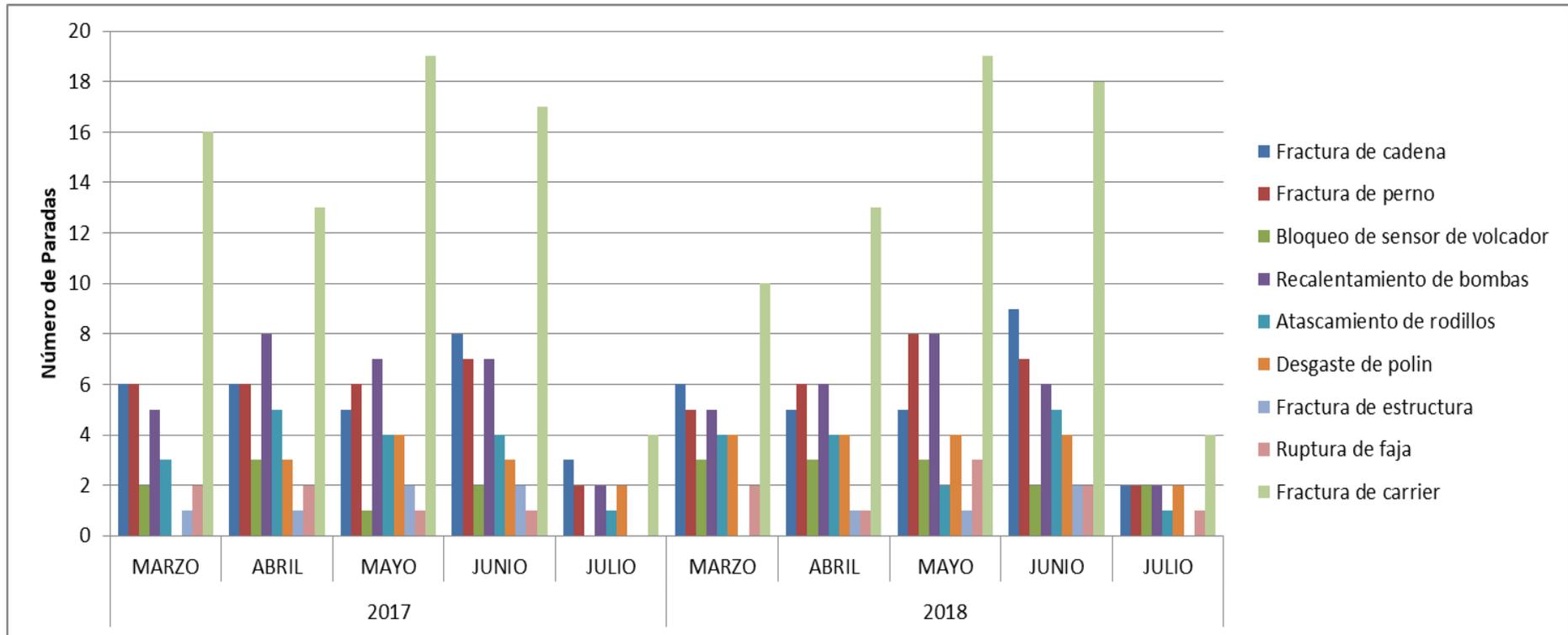


Figura 14: Número de fallas de la Campaña 2017 y 2018

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Considerando la campaña del 2017 y 2018; en los anexos se muestra las averías que ocurrieron durante el proceso de producción detallando: la fecha, el tiempo de parada, la descripción del problema y el área en la que ocurrió. (Anexo 02 – 26)

En la Tabla 22 se muestra los tiempos de parada por reparación de cada avería siendo la más alta la Fractura de Carrier con un total de 322,057 horas de parada, además el mes en que más averías hubo en la campaña del 2017 fue el mes de Abril con un total de 101,03 horas de parada y en la campaña del 2018 fue el mes de Mayo con un total de 105,97 horas de parada.

Tabla 22: Tiempos de averías (horas) de la Campaña 2017 y 2018

AÑO	MES	TIPO DE AVERÍA									TOTAL
		VOLCADOR DE BINS			TINA DE LAVADO			FAJA TRANSPORTADORA		CALIBRADORA	
		Fractura de cadena	Fractura de perno	Bloqueo de sensor de volcador	Recalentamiento de bombas	Atascamiento de rodillos	Desgaste de polín	Fractura de estructura	Ruptura de faja	Fractura de carrier	
2017	MARZO	6,10	7,60	6,13	23,73	6,01	0	0,73	2,03	34,80	87,127
	ABRIL	6,61	9,45	7,33	33,27	7,92	1,50	0,25	0,68	34,02	101,03
	MAYO	8,12	7,52	2,42	23,12	7,16	2,68	0,82	0,62	40,12	92,58
	JUNIO	11,75	10,92	4,95	20,84	6,16	1,73	0,83	0,65	40,51	98,34
	JULIO	4,53	2,73	0	7,15	1,50	1,28	0	0	11,48	28,67
2018	MARZO	7,29	6,78	7,84	15,21	5,74	2,25	0	0,90	28,50	74,51
	ABRIL	8,02	9,29	10,52	14,75	5,57	2,22	0,70	0,92	38,00	89,99
	MAYO	9,11	11,27	9,12	25,67	3,63	3,23	0,67	2,38	40,67	105,75
	JUNIO	13,27	10,92	4,95	18,09	7,58	2,13	0,83	1,37	43,26	102,40
	JULIO	2,61	2,73	5,25	7,15	1,50	1,28	0	0,25	10,70	31,47
TOTAL		77,41	79,21	58,51	188,98	52,77	18,30	4,83	9,80	322,057	811,867

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

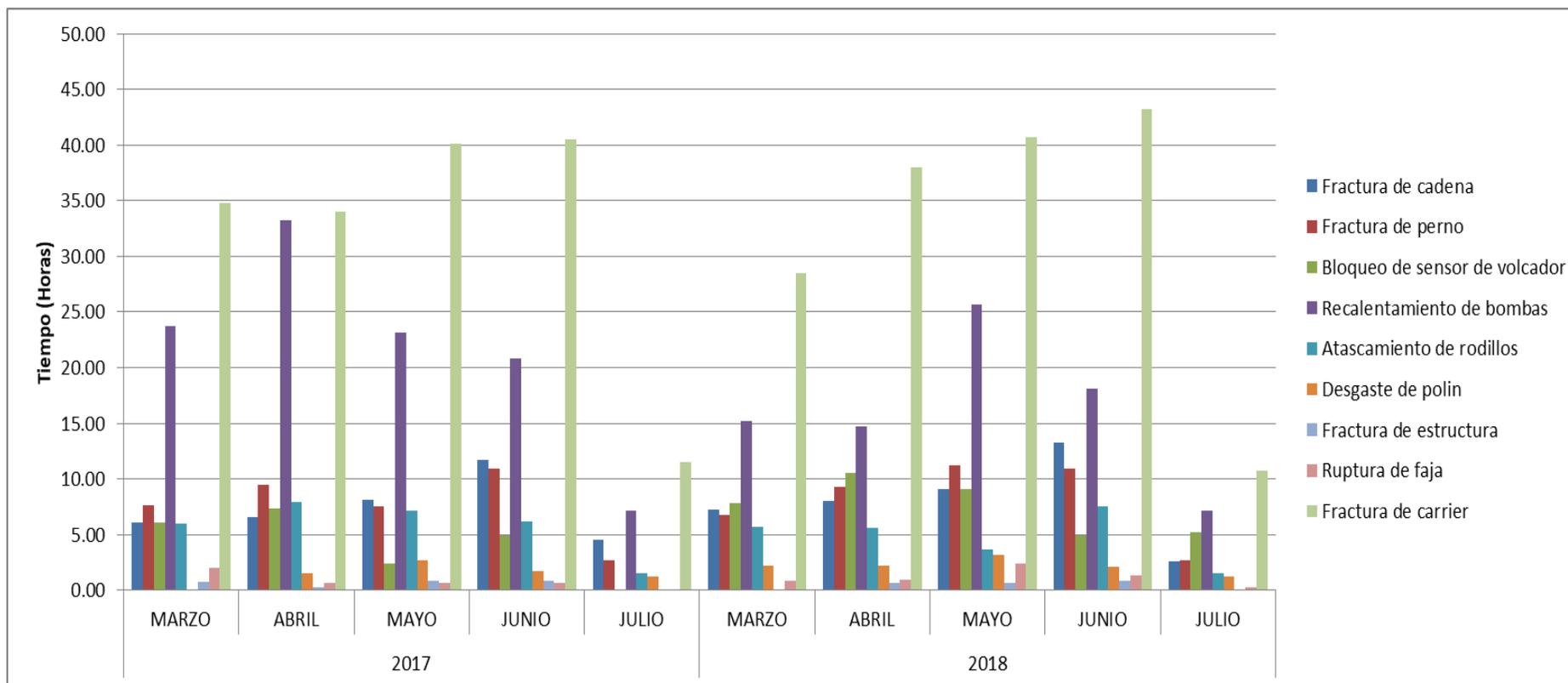


Figura 15: Tiempos de parada por reparación de las averías de la Campaña 2017 y 2018

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2.7.2. Costos por averías

En la tabla 23 se muestra el costo de los insumos que se utilizan para reparar las averías que se presentan durante el proceso, siendo el costo más elevado de S/. 90.00 nuevos soles para reparar la avería del atascamiento de rodillos, tener en cuenta que este costo es de una unidad de 5 metros de donde salen 20 rodillos.

Tabla 23: Costo de insumos por avería empleados en la campaña 2017 y 2018

Máquina	Averías	Pieza o Insumo	Costo	Item	Costo por avería
VOLCADOR DE BINS	Fractura de cadena	Candados y/o eslabones	S/. 285,00	15 Und	S/. 19,00
	Fractura de perno	Perno $\frac{5}{8}$ "- 11 x $1\frac{1}{2}$ "	S/. 11,50	Und	S/. 11,50
	Bloqueo de sensor de volcador	Paño industrial	S/. 5,38	1 kg	S/. 1,00
		Sensor con Fotoceldas	S/ 81,00	Und	S/. 81,00
TINA DE LAVADO	Recalentamiento de bombas	Sello Mecánico	S/. 45,00	Und	S/. 45,00
		Barniz	S/ 43,00	3 l	S/. 2,00
		Rodamientos 6205/2Z C3	S/ 12,00	Und	S/ 12,00
	Atascamiento de rodillos	Tubería PVC	S/. 90,00	5 m	S/. 4,50
	Desgaste de rodillos	Cerdas	S/. 15,00	Und	S/. 15,00
		Pines laterales	S/ 60,00	Und	S/. 60,00
FAJA TRANSPORTADORA	Fractura de estructura	Soldadura	S/ 18,00	1 kg	S/. 1,00
	Ruptura de faja	Faja	S/ 35,00	1 m	S/. 11,00
CALIBRADORA	Fractura de carrier	Carrier	S/ 20,00	Und	S/. 20,00

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Por otro lado en la Tabla 24 se muestra el costo de la mano de obra ociosa, que consiste en los operarios de producción que esperan mientras el problema se soluciona, los costos de operario de producción por hora se toman de la Tabla 19. En la Tabla 25 se muestra el costo de los insumos que intervienen para la reparación de las averías, tomando los costos por avería de la Tabla 23 y el número de fallas de la Tabla 21.

Tabla 24: Costo de mano de obra ociosa (Operarios de Producción) por reparación de las averías de la Campaña 2017 y 2018

AÑO	MES	TIPO DE AVERÍA									TOTAL
		VOLCADOR DE BINS			TINA DE LAVADO			FAJA TRANSPORTADORA	CALIBRADORA		
		Fractura de cadena	Fractura de perno	Bloqueo de sensor de volcador	Recalentamiento de bombas	Atascamiento de rodillos	Desgaste de polín	Fractura de estructura	Ruptura de faja	Fractura de carrier	
2017	MARZO	S/. 1 952,00	S/. 2 432,00	S/. 1 961,60	S/. 7 593,60	S/. 1 923,20	S/. 0,00	S/. 233,60	S/. 649,60	S/. 11 135,04	S/. 27 880,64
	ABRIL	S/. 2 115,20	S/. 3 024,00	S/. 2 345,60	S/. 10 646,40	S/. 2 534,40	S/. 480,00	S/. 80,00	S/. 217,60	S/. 10 886,40	S/. 32 329,60
	MAYO	S/. 2 598,40	S/. 2 406,40	S/. 774,40	S/. 7 398,40	S/. 2 291,20	S/. 857,60	S/. 262,40	S/. 198,40	S/. 12 838,40	S/. 29 625,60
	JUNIO	S/. 3 760,00	S/. 3 494,40	S/. 1 584,00	S/. 6 668,80	S/. 1 971,20	S/. 553,60	S/. 265,60	S/. 208,00	S/. 12 963,20	S/. 31 468,80
	JULIO	S/. 1 449,60	S/. 873,60	S/. 0,00	S/. 2 288,00	S/. 480,00	S/. 409,60	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 3 673,60	S/. 9 174,40
2018	MARZO	S/. 2 332,80	S/. 2 169,60	S/. 2 508,80	S/. 4 867,20	S/. 1 836,80	S/. 720,00	S/. 0,00	S/. 288,00	S/. 9 120,00	S/. 23 843,20
	ABRIL	S/. 2 566,40	S/. 2 972,80	S/. 3 366,40	S/. 4 720,00	S/. 1 782,40	S/. 710,40	S/. 224,00	S/. 294,40	S/. 12 160,00	S/. 28 796,80
	MAYO	S/. 2 915,20	S/. 3 606,40	S/. 2 918,40	S/. 8 214,40	S/. 1 161,60	S/. 1 033,6	S/. 214,40	S/. 761,60	S/. 13 014,40	S/. 33 840,00
	JUNIO	S/. 4 246,40	S/. 3 494,40	S/. 1 584,00	S/. 5 788,80	S/. 2 425,60	S/. 681,60	S/. 265,60	S/. 438,40	S/. 13 843,20	S/. 32 768,00
	JULIO	S/. 835,20	S/. 873,60	S/. 1 680,00	S/. 2 288,00	S/. 480,00	S/. 409,60	S/. 0,00	S/. 80,00	S/. 3 424,00	S/. 10 070,40
TOTAL		S/. 24 771,2	S/. 25 347,2	S/. 18 723,2	S/. 60 473,60	S/. 16 886,4	S/. 5 856.	S/. 1 545,60	S/. 3 136	S/. 103 058,24	S/. 259 797,44

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 25: Costo de insumos para la reparación de las averías ocurridas en la Campaña 2017 y 2018

AÑO	MES	TIPO DE AVERÍAS									TOTAL
		VOLCADOR DE BINS			TINA DE LAVADO			FAJA TRANSPORTADORA		CALIBRADORA	
		Fractura de cadena	Fractura de perno	Bloqueo de sensor de volcador	Recalentamiento de bombas	Atascamiento de rodillos	Desgaste de polín	Fractura de estructura	Ruptura de faja	Fractura de carrier	
2017	MARZO	S/. 114,00	S/. 69,00	S/. 164,00	S/. 295,00	S/. 13,50	S/. 0,00	S/. 1,00	S/. 22,00	S/. 320,00	S/. 998,50
	ABRIL	S/. 114,00	S/. 69,00	S/. 246,00	S/. 472,00	S/. 22,50	S/. 360,00	S/. 1,00	S/. 22,00	S/. 260,00	S/. 1 566,50
	MAYO	S/. 95,00	S/. 69,00	S/. 82,00	S/. 413,00	S/. 18,00	S/. 244,00	S/. 2,00	S/. 11,00	S/. 380,00	S/. 1 314,00
	JUNIO	S/. 152,00	S/. 80,50	S/. 164,00	S/. 413,00	S/. 18,00	S/. 213,00	S/. 2,00	S/. 11,00	S/. 340,00	S/. 1 393,50
	JULIO	S/. 57,00	S/. 23,00	S/. 0,00	S/. 118,00	S/. 4,50	S/. 160,00	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 80,00	S/. 442,50
2018	MARZO	S/. 114,00	S/. 57,50	S/. 246,00	S/. 295,00	S/. 18,00	S/. 240,00	S/. 0,00	S/. 22,00	S/. 200,00	S/. 1 192,50
	ABRIL	S/. 95,00	S/. 69,00	S/. 246,00	S/. 354,00	S/. 18,00	S/. 240,00	S/. 1,00	S/. 11,00	S/. 260,00	S/. 1 294,00
	MAYO	S/. 95,00	S/. 92,00	S/. 246,00	S/. 472,00	S/. 9,00	S/. 240,00	S/. 1,00	S/. 33,00	S/. 380,00	S/. 1 568,00
	JUNIO	S/. 171,00	S/. 80,50	S/. 164,00	S/. 354,00	S/. 22,50	S/. 240,00	S/. 2,00	S/. 22,00	S/. 360,00	S/. 1 416,00
	JULIO	S/. 38,00	S/. 23,00	S/. 164,00	S/. 118,00	S/. 4,50	S/. 120,00	S/. 0,00	S/. 11,00	S/. 80,00	S/. 558,50
TOTAL		S/. 1 045	S/. 632,50	S/. 1 722	S/. 3 304,00	S/. 148,50	S/. 2 057,00	S/. 10,00	S/. 165,00	S/. 2 660,00	S/. 11 774,00

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Finalmente en la Tabla 26 se muestra el costo total de las averías, en donde se involucran los costos de la Tabla 23 y 24, además del costo de los operarios que realizan el mantenimiento actual. La avería que más costo tiene en las dos campañas es la Fractura de carrier, en la campaña 2017 el mes en el que más costo se tuvo fue el mes de Junio con un total de S/. 13 303,20 nuevos soles y para la campaña 2018 es el mes de Junio con un total de S/. 14 203,20 nuevos soles; asumiendo un costo total por dicha avería de ambas campañas de S/. 105 718,24 nuevos soles.

Tabla 26: Costo total de las averías en la Campaña 2017 y 2018

AÑO	MES	TIPO DE AVERÍA									COSTO DE MANO DE OBRA POR MANTENIMIENTO	TOTAL
		VOLCADOR DE BINS			TINA DE LAVADO			FAJA TRANSPORTADORA		CALIBRADORA		
		Fractura de cadena	Fractura de perno	Bloqueo de sensor de volcador	Recalentamiento de bombas	Atascamiento de rodillos	Desgaste de polín	Fractura de estructura	Ruptura de faja	Fractura de carrier		
2017	MARZO	S/. 2 066,00	S/. 2 501,00	S/. 2 125,60	S/. 7 888,60	S/. 1 936,70	S/. 0,00	S/. 234,60	S/. 671,60	S/. 11 455,04	S/. 60 907,68	S/. 89 786,82
	ABRIL	S/. 2 229,20	S/. 3 093,00	S/. 2 591,60	S/. 11 118,40	S/. 2 556,90	S/. 840,00	S/. 81,00	S/. 239,60	S/. 11 146,40	S/. 60 907,68	S/. 94 803,78
	MAYO	S/. 2 693,40	S/. 2 475,40	S/. 856,40	S/. 7 811,40	S/. 2 309,20	S/. 1 101,60	S/. 264,40	S/. 209,40	S/. 13 218,40	S/. 60 907,68	S/. 91 847,28
	JUNIO	S/. 3 912,00	S/. 3 574,90	S/. 1 748,00	S/. 7 081,80	S/. 1 989,20	S/. 766,60	S/. 267,60	S/. 219,00	S/. 13 303,20	S/. 60 907,68	S/. 93 769,98
	JULIO	S/. 1 506,60	S/. 896,60	S/. 0,00	S/. 2 406,00	S/. 484,50	S/. 569,60	S/. 0,00	S/. 0,00	S/. 3 753,60	S/. 60 907,68	S/. 70 524,58
2018	MARZO	S/. 2 446,80	S/. 2 227,10	S/. 2 754,80	S/. 5 162,20	S/. 1 854,80	S/. 960,00	S/. 0,00	S/. 310,00	S/. 9 320,00	S/. 60 907,68	S/. 85 943,38
	ABRIL	S/. 2 661,40	S/. 3 041,80	S/. 3 612,40	S/. 5 074,00	S/. 1 800,40	S/. 950,40	S/. 225,00	S/. 305,40	S/. 12 420,00	S/. 60 907,68	S/. 90 998,48
	MAYO	S/. 3 010,20	S/. 3 698,40	S/. 3 164,40	S/. 8 686,40	S/. 1 170,60	S/. 1273,60	S/. 215,40	S/. 794,60	S/. 13 394,40	S/. 60 907,68	S/. 96 315,68
	JUNIO	S/. 4 417,40	S/. 3 574,90	S/. 1 748,00	S/. 6 142,80	S/. 2 448,10	S/. 921,60	S/. 267,60	S/. 460,40	S/. 14 203,20	S/. 60 907,68	S/. 95 091,68
	JULIO	S/. 873,20	S/. 896,60	S/. 1 844,00	S/. 2 406,00	S/. 484,50	S/. 529,60	S/. 0,00	S/. 91,00	S/. 3 504,00	S/. 60 907,68	S/. 71 536,58
TOTAL		S/. 25 816,20	S/. 25 979,70	S/. 20 445,20	S/. 63 777,60	S/. 17 034,90	S/. 7 913,00	S/. 1 555,60	S/. 3 301,00	S/. 105 718,24	S/. 609 076,80	S/. 880 618,24

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

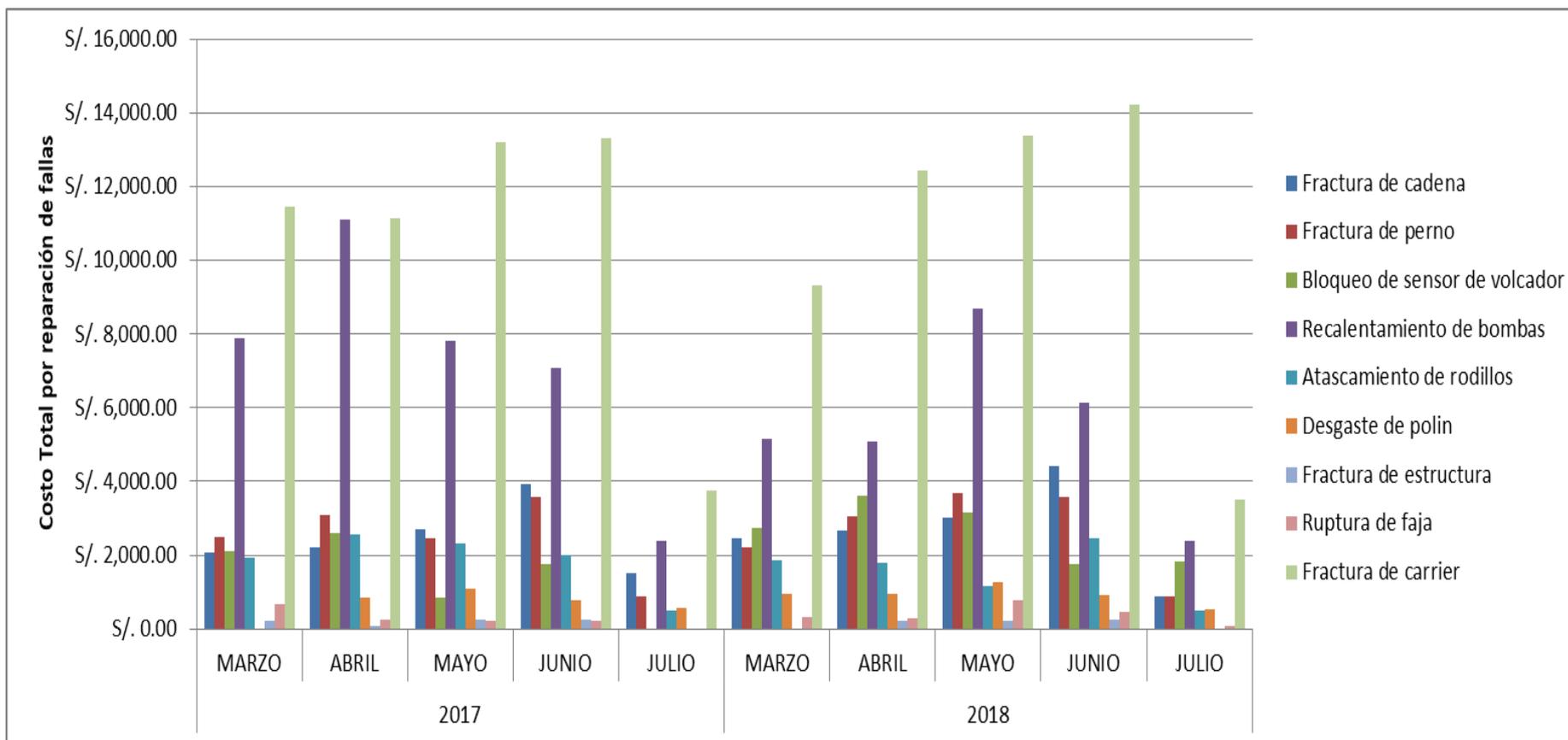


Figura 16: Costo total para la reparación de las fallas en la Campaña 2017 y 2018
Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2.7.3.Utilidades no percibidas

– Producción no Percibida

La empresa tiene una producción de 125 pallets al día, cada pallet consta de 40 cajas, datos brindados por gerencia, por lo tanto con las horas trabajadas se produce 61 cajas/hora,

$$PRODUCCIÓN = \frac{125 \frac{\text{pallets}}{\text{día}} \times 40 \frac{\text{cajas}}{\text{pallets}}}{9 \frac{\text{h}}{\text{día}}}$$

$$PRODUCCIÓN = \frac{555 \frac{\text{cajas}}{\text{día}}}{9 \frac{\text{horas}}{\text{día}}} = 61 \frac{\text{cajas}}{\text{hora}}$$

Su producción está dividida por 4 tipos de presentaciones, éstos se analizaron de acuerdo a un porcentaje de producción, como se muestra en la Tabla 27. Así mismo en la Tabla 28 se muestra la producción diaria de cajas con respecto a cada presentación

Tabla 27: Porcentaje de producción de los formatos

PRESENTACIÓN (Kg)	Cajas (Campana 2017 y 2018)	% de Producción
16,8	37 674	4,52%
11,3	84 017	10,08%
10	316 465	37,96%
4	395 581	47,45%
TOTAL	833 737	100,00%

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 28: Producción por hora y por formato (cajas)

PRESENTACIÓN (Kg)	Producción diaria	% de Producción	Producción por formato
16,8	61	4,52%	3
11,3		10,08%	6
10		37,96%	23
4		47,45%	29
TOTAL		100,00%	61

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la Tabla 29 se muestra la producción no percibida que se calculó mediante el tiempo de parada por reparación de las averías, que se toma de la Tabla 22, por la producción por hora calculada dando un total de 49 524 cajas no producidas.

Tabla 29: Producción no Percibida de las Campañas 2017 y 2018 - Cajas

AÑO	MES	TIPO DE AVERÍA									TOTAL
		VOLCADOR DE BINS			TINA DE LAVADO			FAJA TRANSPORTADORA		CALIBRADORA	
		Fractura de cadena	Fractura de perno	Bloqueo de sensor de volcador	Recalentamiento de bombas	Atascamiento de rodillos	Desgaste de polín	Fractura de estructura	Ruptura de faja	Fractura de carrier	
2017	MARZO	372	464	374	1 448	367	0	45	124	2 123	5 315
	ABRIL	403	576	447	2 029	483	92	15	41	2 075	6 163
	MAYO	495	459	148	1 410	437	163	50	38	2 447	5 647
	JUNIO	717	666	302	1 271	376	106	51	40	2 471	5 999
	JULIO	276	167	0	436	92	78	0	0	700	1 749
2018	MARZO	445	414	478	928	350	137	0	55	1 739	4 545
	ABRIL	489	567	642	900	340	135	43	56	2 318	5 489
	MAYO	556	687	556	1 566	221	197	41	145	2 481	6 451
	JUNIO	809	666	302	1 103	462	130	51	84	2 639	6 246
	JULIO	159	167	320	436	92	78	0	15	653	1 920
TOTAL		4 722	4 832	3 569	11 528	3 219	1 116	295	598	19 645	49 524

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Se calcula las utilidades no percibidas mediante la multiplicación de la producción no percibida, la utilidad, que se encuentra en la Tabla 27, y el porcentaje de Producción de cada presentación. Dando un total de S/. 375 959,32 nuevos soles de utilidad no percibida.

Tabla 30: Utilidades No Percibidas de las Campañas 2017 y 2018

AÑO	MES	TIPO DE AVERÍA									TOTAL
		VOLCADOR DE BINS			TINA DE LAVADO			FAJA TRANSPORTADORA		CALIBRADORA	
		Fractura de cadena	Fractura de perno	Bloqueo de sensor de volcador	Recalentamiento de bombas	Atascamiento de rodillos	Desgaste de polín	Fractura de estructura	Ruptura de faja	Fractura de carrier	
2017	MARZO	S/2 824,79	S/3 519,41	S/2 838,68	S/10 988,89	S/2 783,11	S/0,00	S/338,05	S/940,05	S/16 113,79	S/40 346,77
	ABRIL	S/3 060,96	S/4 376,11	S/3 394,38	S/15 406,67	S/3 667,59	S/694,62	S/115,77	S/314,89	S/15 753,98	S/46 784,97
	MAYO	S/3 760,21	S/3 482,36	S/1 120,65	S/10 706,41	S/3 315,65	S/1 241,05	S/379,73	S/287,11	S/18 578,77	S/42 871,94
	JUNIO	S/5 441,19	S/5 056,83	S/2 292,25	S/9 650,59	S/2 852,57	S/801,13	S/384,36	S/301,00	S/18 759,37	S/45 539,28
	JULIO	S/2 097,75	S/1 264,21	S/0,00	S/3 311,02	S/694,62	S/592,74	S/0,00	S/0,00	S/5 316,16	S/13 276,50
2018	MARZO	S/3 375,85	S/3 139,68	S/3 630,55	S/7 043,45	S/2 658,08	S/1 041,93	S/0,00	S/416,77	S/13 197,78	S/34 504,09
	ABRIL	S/3 713,90	S/4 302,01	S/4 871,60	S/6 830,43	S/2 579,36	S/1 028,04	S/324,16	S/426,03	S/17 597,04	S/41 672,56
	MAYO	S/4 218,66	S/5 218,91	S/4 223,29	S/11 887,26	S/1 680,98	S/1 495,75	S/310,26	S/1 102,13	S/18 833,46	S/48 970,70
	JUNIO	S/6 145,07	S/5 056,83	S/2 292,25	S/8 377,12	S/3 510,15	S/986,36	S/384,36	S/634,42	S/20 032,84	S/47 419,39
	JULIO	S/1 208,64	S/1 264,21	S/2 431,17	S/3 311,02	S/694,62	S/592,74	S/0,00	S/115,77	S/4 954,96	S/14 573,13
TOTAL	S/35 847,02	S/36 680,56	S/27 094,81	S/87 512,85	S/24 436,73	S/8 474,36	S/2 236,68	S/4 538,18	S/149 138,14	S/375 959,32	

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la tabla 31 se muestra que el porcentaje de la utilidad no percibida con respecto a la utilidad total de la Campaña 2017 es de 5,86 % y de la campaña 2018 es de 6,02%.

Tabla 31: Porcentaje de la utilidad no percibida de la campaña 2017 y 2018.

	CAMPAÑA 2017		CAMPAÑA 2018	
	S/.	%	S/.	%
UTILIDAD TOTAL	S/. 3 222 210,00	100%	S/. 3 107 085,00	100%
UTILIDAD NO PERCIBIDA	S/. 188 819,46	5,86%	S/. 187 139,86	6,02%

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2.8. Rentabilidad actual de la empresa

En la Tabla 32 se muestra la rentabilidad de la empresa de la Campaña 2018 es de 21,19%. Está calculada en base a las utilidades que se perciben (beneficio) sobre el Costo Total de Producción que su cálculo se muestra en la Tabla 31.

Tabla 32: Costo Total de Producción de la Campaña 2017 y 2018

Costo de Producción	Campaña 2017		Campaña 2018	
	Cajas	Costo Total de Producción	Cajas	Costo Total de Producción
S/. 67,80	8 667	S/. 587 612,60	8 357	S/. 566 618,04
S/. 44,30	28 735	S/. 1 272 969,71	27 709	S/. 1 227 488,31
S/. 41,00	122 307	S/. 5 014 571,56	117 937	S/. 4 835 408,02
S/. 20,00	382 208	S/. 7 644 163,96	368 552	S/. 7 371 048,81
Total	541 917	S/. 14 519 317,84	522 555	S/. 14 000 563,18

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 33: Rentabilidad actual de la empresa

	Campaña 2017	Campaña 2018
Costo Total	S/. 14 519 317,84	S/. 14 000 563,18
Beneficio	S/. 3 222 210,00	S/. 3 107 085,00
Rentabilidad	22,19%	21,19%

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2.9. Indicadores de mantenimiento

– Confiabilidad

Se calculó el tiempo promedio de fallas por máquina y por cada campaña analizada. Con respecto a la Campaña 2018 es de 14,43 horas para que el Volcador de Bins vuelva a fallar.

Tabla 34: Tiempo promedio entre fallas de las máquinas.

EQUIPO	Campaña 2017			Campaña 2018		
	HORAS TOTALES	N° PAROS	MTTF	HORAS TOTALES	N° PAROS	MTTF
VOLCADOR DE BINS	981	63	15,57	981	68	14,43
TINA DE LAVADO	981	58	16,91	981	61	16,08
CALIBRADOR	981	69	14,22	981	64	15,33
FAJAS TRANSPORTADORAS	981	12	81,75	981	13	75,46

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– Mantenibilidad

Se calculó el tiempo promedio de reparación en general, como se mencionó anteriormente los periodos a analizar son de Marzo – Julio 2017 y 2018, con un total de 408 averías y 811,87 horas.

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por avería}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

$$MTTR = \frac{811,87}{408} = 2,37 \text{ horas}$$

En la tabla 35 se muestra el tiempo promedio de reparación por máquina y por cada campaña analizada. Con respecto a la campaña 2018 siendo el más alto de 2,52 horas de la máquina Calibradora

Tabla 35: Tiempo promedio de reparación de las máquinas.

EQUIPO	Campaña 2017			Campaña 2018		
	TIEMPO DE PARO	Nº PAROS	MTTR	TIEMPO DE PARO	Nº PAROS	MTTR
VOLCADOR DE BINS	96,16	63	1,53	118,97	68	1,75
TINA DE LAVADO	144,05	58	2,48	116,00	61	1,90
CALIBRADOR	160,93	69	2,33	161,13	64	2,52
FAJAS TRANSPORTADORAS	6,61	12	0,55	8,02	13	0,62

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– **Análisis del nivel de criticidad de las máquinas operativas**

Se procedió a identificar cuál o cuáles de las máquinas que pertenecen al proceso de la línea de palta se encuentran en estado crítico, para ello se realizó un análisis de criticidad de acuerdo a los criterios expuestos en la tabla 1. En la tabla 36 se detalla los valores obtenidos del análisis de criticidad, en donde se concluye que las máquinas con criticidad alta son el Calibrador, Volcador de Bins y la Tina de Lavado.

Tabla 36: Hoja de valoración de parámetros de criticidad de la maquinaria de la empresa

MAQUINA	Frecuencia de falla	Impacto operacional (soles)	Flexibilidad operacional (MTTR)	Costos de reparación (miles de soles)	Impacto ambiental	Daños al Personal	Consecuencia	Total de riesgo	Calificación de Criticidad
Calibrador	5	4	4	3	2	3	25	100	
Tina de Lavado	4	3	2	3	2	4	15	60	
Volcador de Bins	5	4	2	3	2	3	16	80	
Faja Transportadora	2	3	2	1	2	1	10	20	

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– **Análisis Pareto**

En la figura 17 se aprecia que la mayor concentración de criticidad según el análisis de Pareto debido a las averías se encuentra en la máquina calibradora, tina de lavado y volcador de bins, en dicha concentración se clasificaron en un nivel crítico.

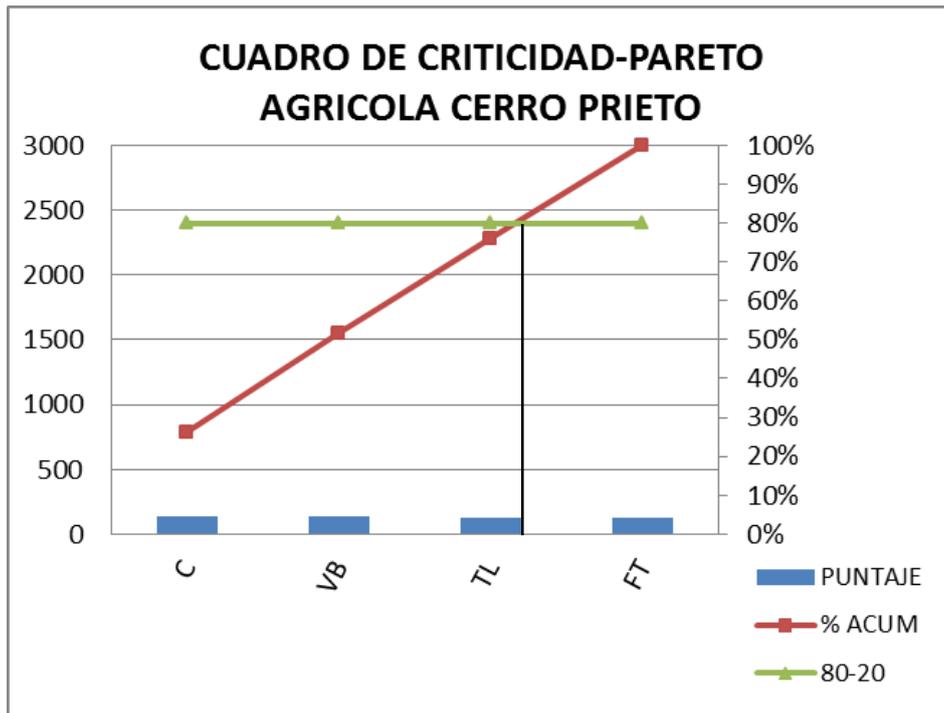


Figura 17: Análisis de Pareto de las máquinas

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– Disponibilidad

Para obtener la disponibilidad se dividió la diferencia del total de horas programadas menos el total de horas paradas, se muestra en la Tabla 22, entre el total de horas programadas, como se observa en la siguiente ecuación:

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ totales - Horas\ de\ Parada}{Horas\ Totales}$$

$$Disponibilidad = \frac{1\ 962 - 811,87}{1\ 962} \times 100\%$$

$$Disponibilidad = 58,62\%$$

Por lo tanto, la disponibilidad de las máquinas del proceso de producción da como resultado 58,62% lo que significa que la planta en general no es confiable y consta de oportunidades de mejora.

3.2.10. Relación entre Utilidades No Percibidas vs Tiempo de Parada

– Volcador de Bins

En la figura 18 se observa la relación que existe entre la Utilidad No Percibida (Tabla 30) y el Tiempo de Parada por reparación de la avería (Tabla 22), fractura de cadena; respecto a la Campaña 2017 se percibe que causa el mayor impacto en el mes de Junio con S/. 5 441,19 nuevos soles con un tiempo de parada de 11.75 horas, por otro lado para la Campaña 2018 se percibe que el mayor impacto se encuentra también en el mes de Junio con S/. 6 145,07 nuevos soles con un tiempo de parada de 13.27 horas.

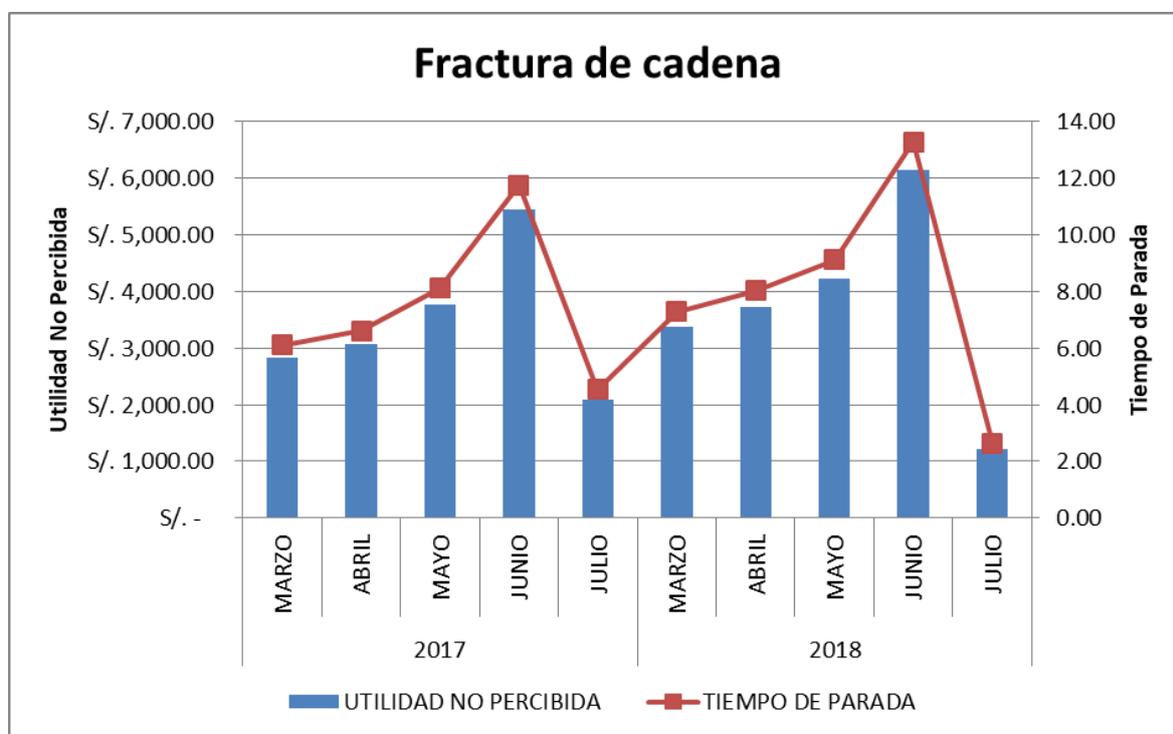


Figura 18: Análisis de la avería Fractura de cadena

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la figura 19 se observa la relación que existe entre la Utilidad No Percibida (Tabla 30) y el Tiempo de Parada (Tabla 22) por reparación de la avería, fractura de perno; respecto a la Campaña 2017 se percibe que causa el mayor impacto en el mes de Junio con S/. 5 056,83 nuevos soles con un tiempo de parada de 10.92 horas, por otro lado para la Campaña 2018 se percibe que el mayor impacto se encuentra en el mes de Mayo con S/. 5 218,91 nuevos soles con un tiempo de parada de 11.27 horas.

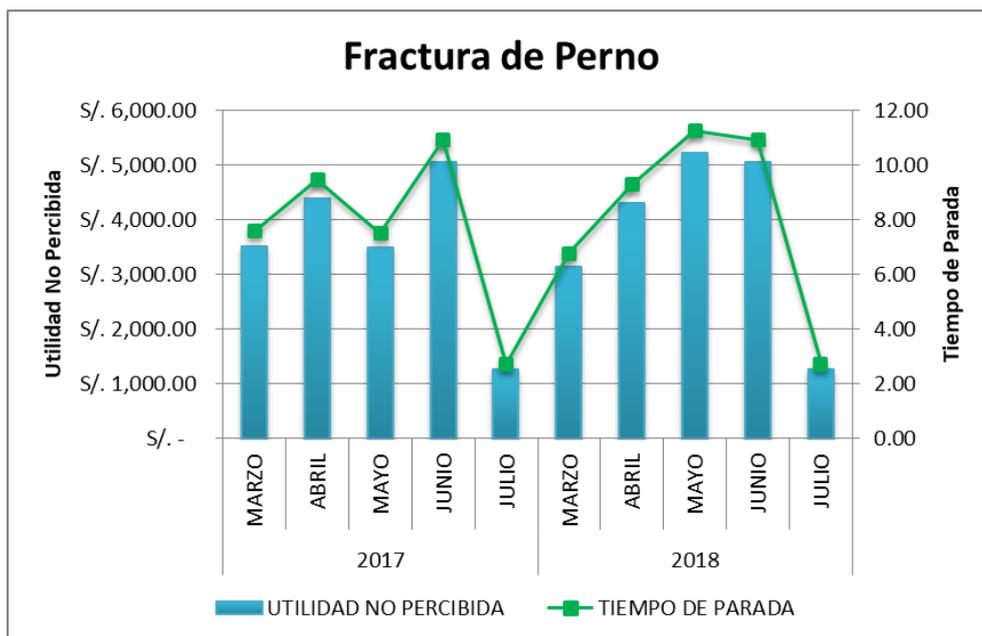


Figura 19: Análisis de la avería Fractura de Perno

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la figura 20 se observa la relación que existe entre la Utilidad No Percibida (Tabla 30) y el Tiempo de Parada (Tabla 22) por reparación de la avería, bloqueo de sensor de volcador; respecto a la Campaña 2017 se percibe que causa el mayor impacto en el mes de Abril con S/. 3 394,38 nuevos soles con un tiempo de parada de 7.33 horas, por otro lado para la Campaña 2018 se percibe que el mayor impacto se encuentra también en el mes de Abril con S/. 4 871,60 nuevos soles con un tiempo de parada de 10.52 horas.

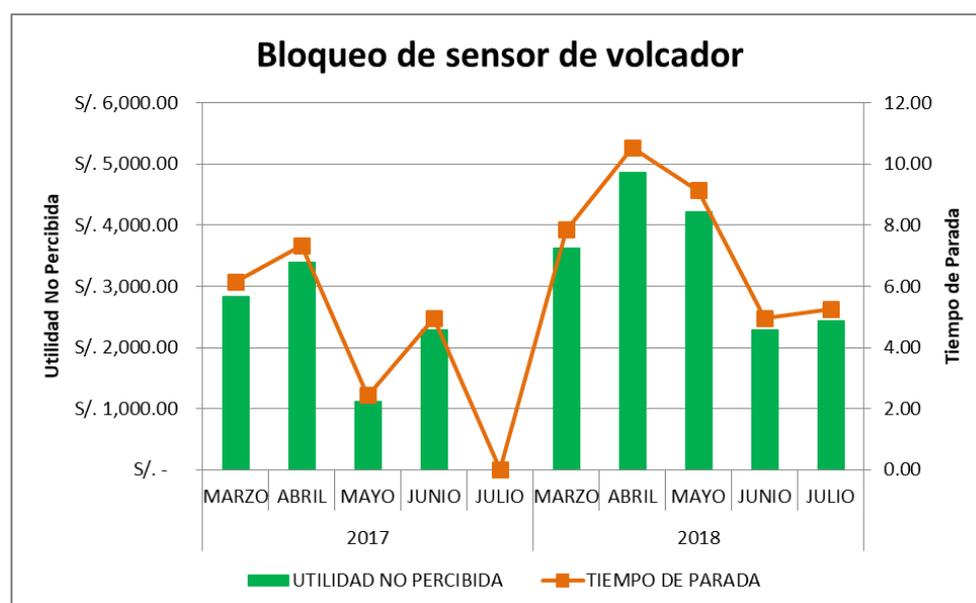


Figura 20: Análisis de la avería Bloqueo de sensor de volcador de bins

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– **Tina de Lavado**

En la figura 21 se observa la relación que existe entre la Utilidad No Percibida (Tabla 30) y el Tiempo de Parada (Tabla 22) por reparación de la avería, recalentamiento de bomba de recirculación; respecto a la Campaña 2017 se percibe que causa el mayor impacto en el mes de Abril con S/. 15 406,67 nuevos soles con un tiempo de parada de 33.27 horas, por otro lado para la Campaña 2018 se percibe que el mayor impacto se encuentra en el mes de Mayo con S/. 11 887,26 nuevos soles con un tiempo de parada de 25.67 horas.

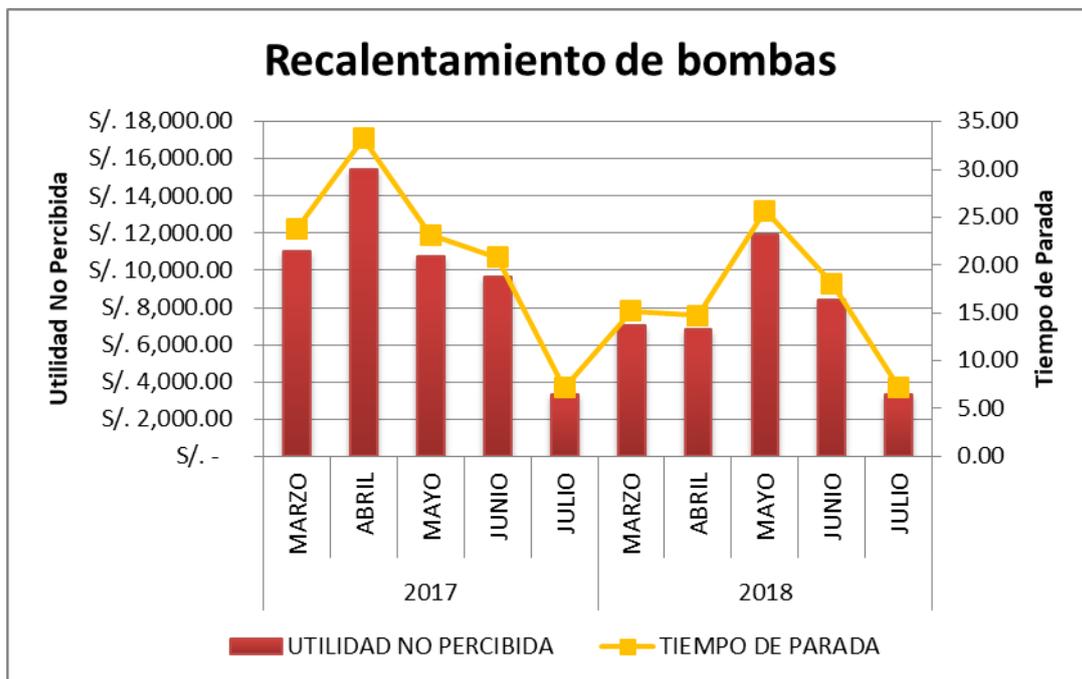


Figura 21: Análisis de la avería Recalentamiento de bombas

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la figura 22 se observa la relación que existe entre la Utilidad No Percibida (Tabla 30) y el Tiempo de Parada (Tabla 22) por reparación de la avería, atascamiento de rodillos; respecto a la Campaña 2017 se percibe que causa el mayor impacto en el mes de Abril con S/. 3 667,59 nuevos soles con un tiempo de parada de 7.92 horas, por otro lado para la Campaña 2018 se percibe que el mayor impacto se encuentra en el mes de Junio con S/. 3 510,15 nuevos soles con un tiempo de parada de 7.58 horas.

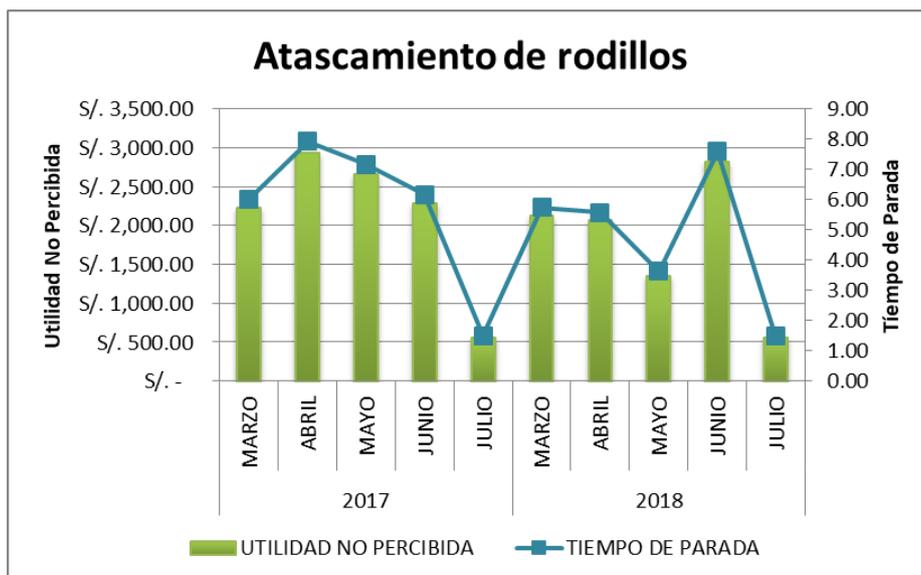


Figura 22: Análisis de la avería Atascamiento de rodillos

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la figura 23 se observa la relación que existe entre la Utilidad No Percibida (Tabla 30) y el Tiempo de Parada (Tabla 22) por reparación de la avería, desgaste de polín; respecto a la Campaña 2017 se percibe que causa el mayor impacto en el mes de Mayo con S/. 1 241,05 nuevos soles con un tiempo de parada de 2.68 horas, por otro lado para la Campaña 2018 se percibe que el mayor impacto se encuentra en el mes de Mayo con S/. 1 495,75 nuevos soles con un tiempo de parada de 3.23 horas.

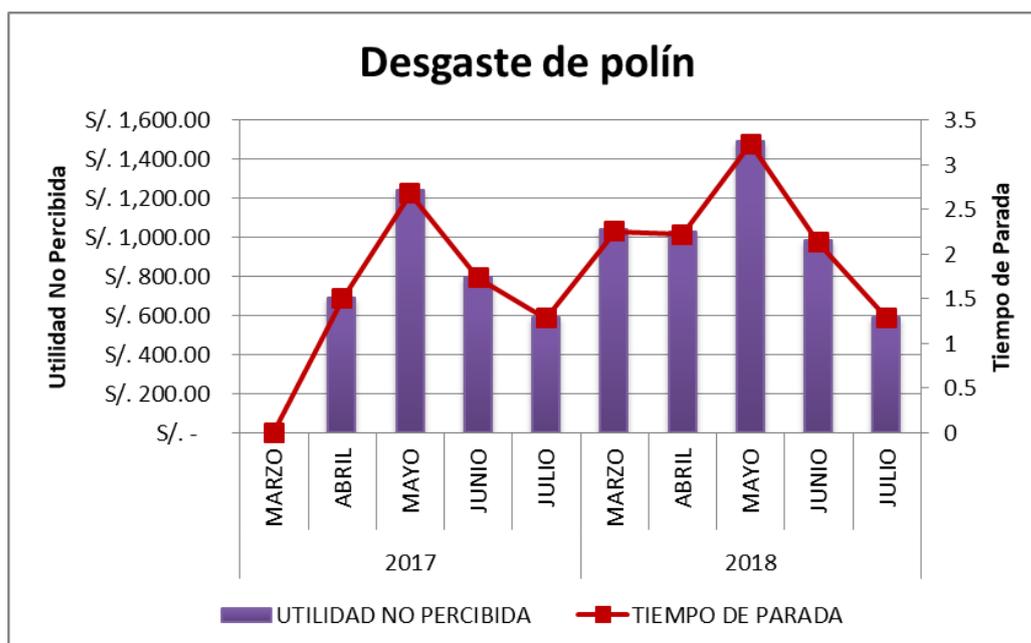


Figura 23: Análisis de la avería Desgaste de Polín

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– **Faja Transportadora**

En la figura 24 se observa la relación que existe entre la Utilidad No Percibida (Tabla 30) y el Tiempo de Parada (Tabla 22) por reparación de la avería, Fractura de estructura; respecto a la Campaña 2017 se percibe que causa el mayor impacto en el mes de Junio con S/. 384,86 nuevos soles con un tiempo de parada de 0.83 horas, por otro lado para la Campaña 2018 se percibe que el mayor impacto se encuentra en el mes de Junio con S/. 384,86 nuevos soles con un tiempo de parada de 0.83 horas.

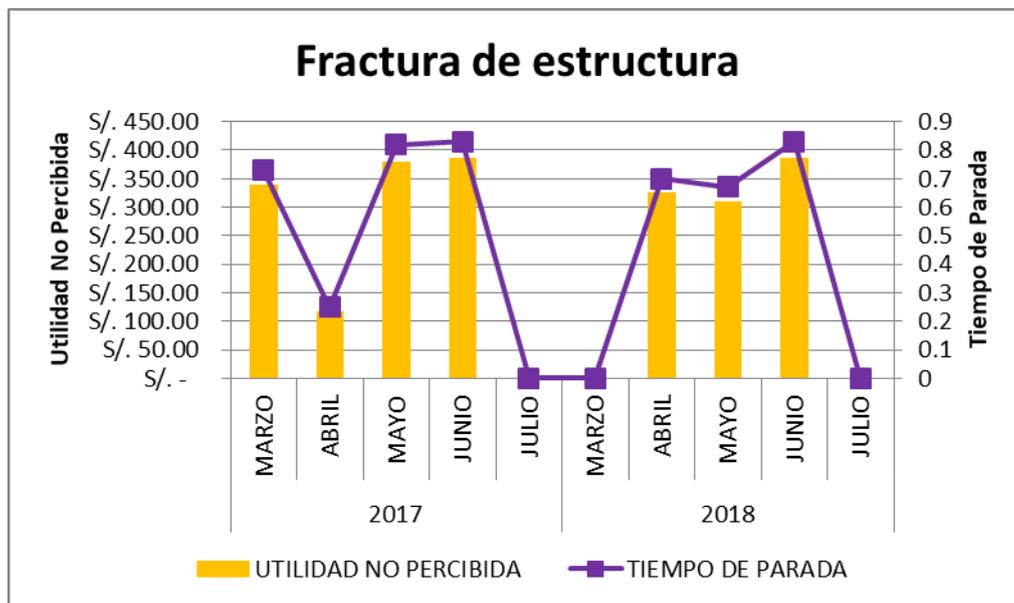


Figura 24: Análisis de la avería Fractura de estructura

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la figura 25 se observa la relación que existe entre la Utilidad No Percibida (Tabla 30) y el Tiempo de Parada (Tabla 22) por reparación de la avería, ruptura de faja; respecto a la Campaña 2017 se percibe que causa el mayor impacto en el mes de Marzo con S/. 1 065,08 nuevos soles con un tiempo de parada de 2,03 horas, por otro lado para la Campaña 2018 se percibe que el mayor impacto se encuentra en el mes de Mayo con S/. 1 102,13 nuevos soles con un tiempo de parada de 2,38 horas.

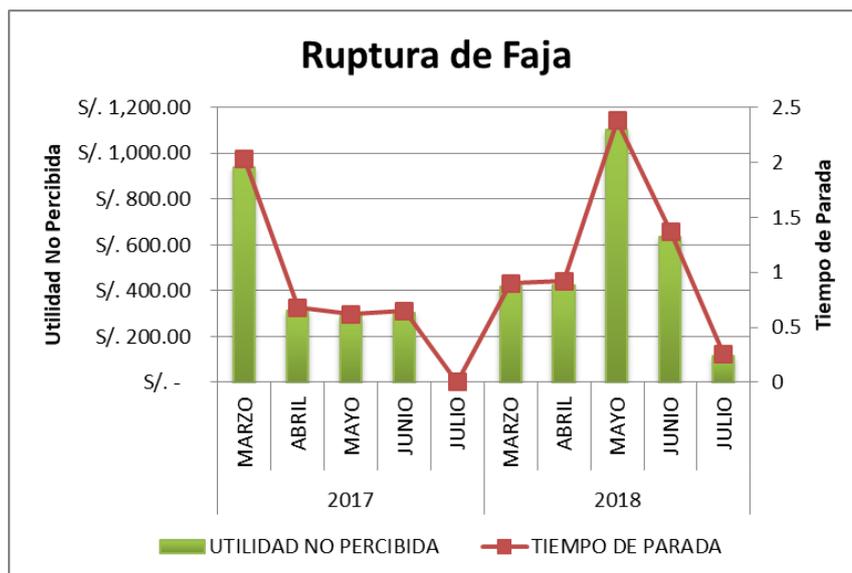


Figura 25: Análisis de la avería Ruptura de Faja

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– Calibradora

En la figura 26 se observa la relación que existe entre la Utilidad No Percibida (Tabla 30) y el Tiempo de Parada (Tabla 22) por reparación de la avería, fractura de carrier; respecto a la Campaña 2017 se percibe que causa el mayor impacto en el mes de Junio con S/. 18 759,37 nuevos soles con un tiempo de parada de 40.51 horas, por otro lado para la Campaña 2018 se percibe que el mayor impacto se encuentra en el mes de Junio con S/. 20 032,84 nuevos soles con un tiempo de parada de 43.26 horas.

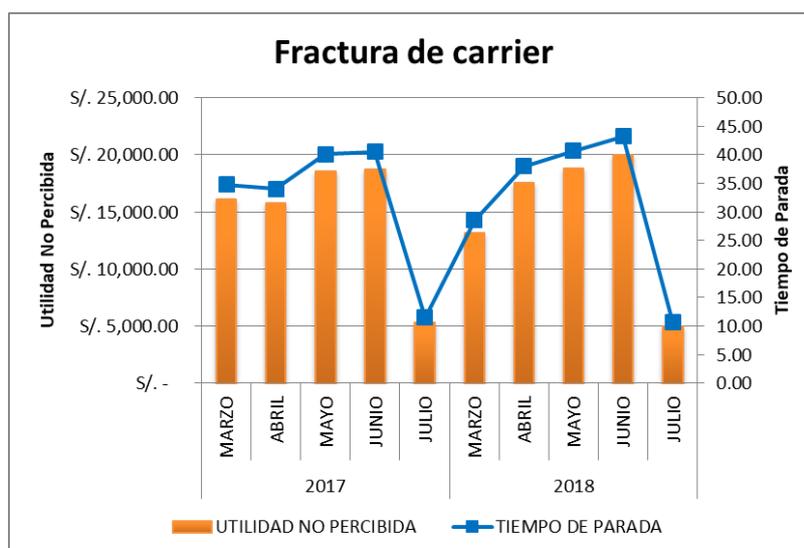


Figura 26: Análisis de la avería Fractura de carrier

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.2.11. Análisis de árbol de fallas

La importancia de analizar las fallas que ocurren en las máquinas, conlleva a que este análisis nos permite constatar los supuestos orígenes de las fallas. Es una herramienta para localizar fallas, la cual nos ayuda a definir sus causas, así como para elaborar el análisis AMEF que se realizará.

A continuación se muestra los siguientes árboles de fallas por cada avería que se está analizando.

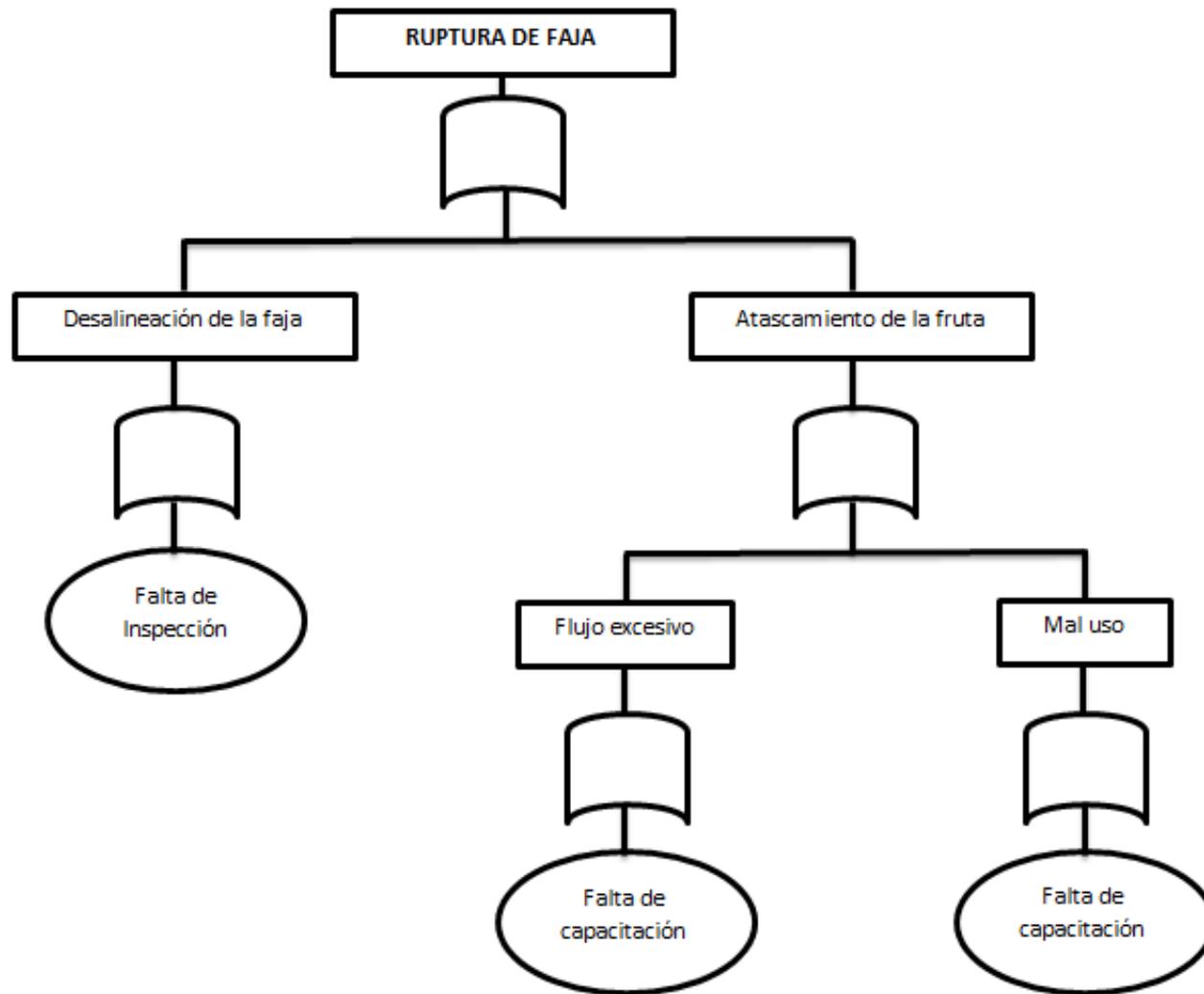


Figura 27: Diagrama de árbol de fallas de Ruptura de Faja

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

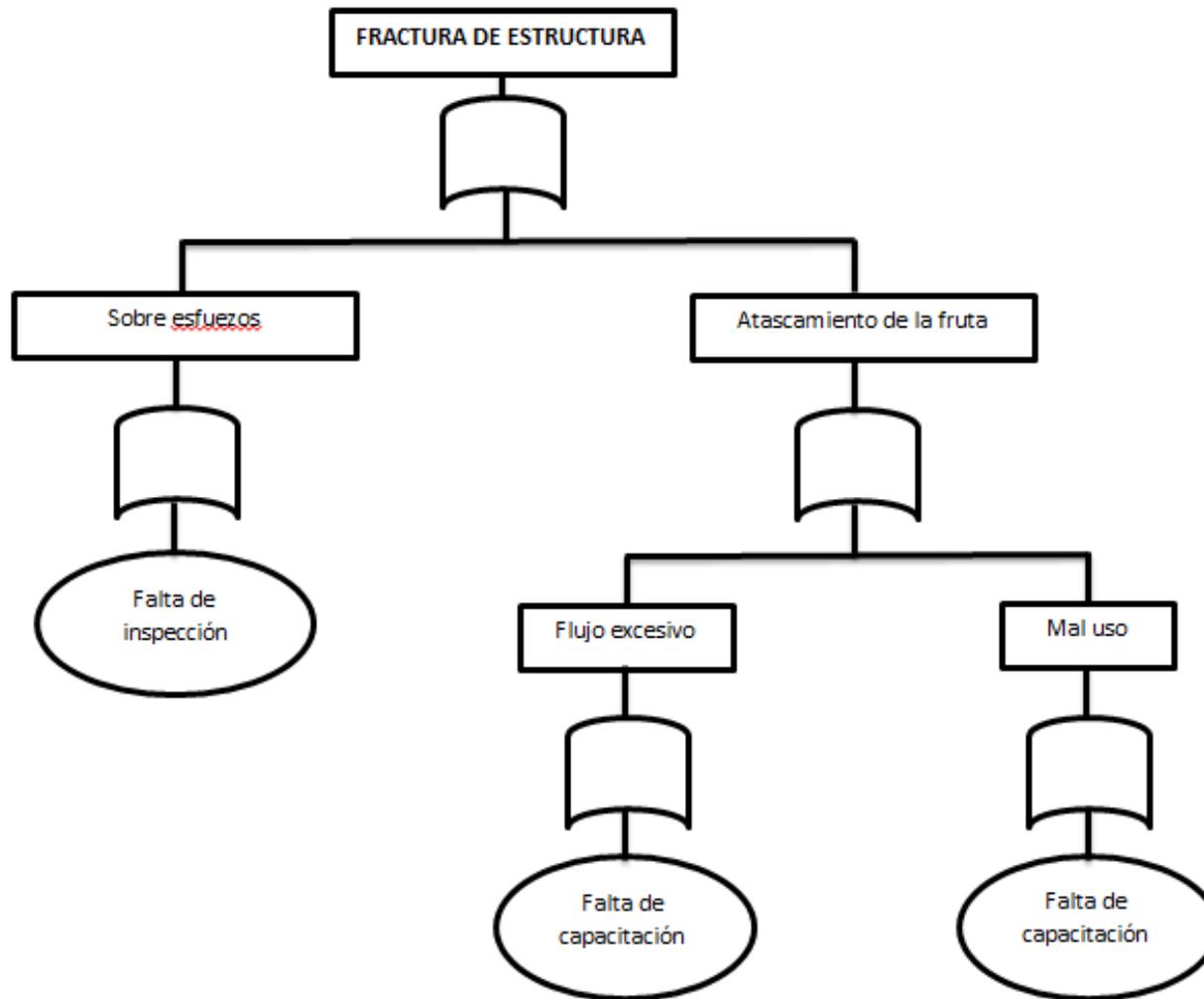


Figura 28: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de estructura

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

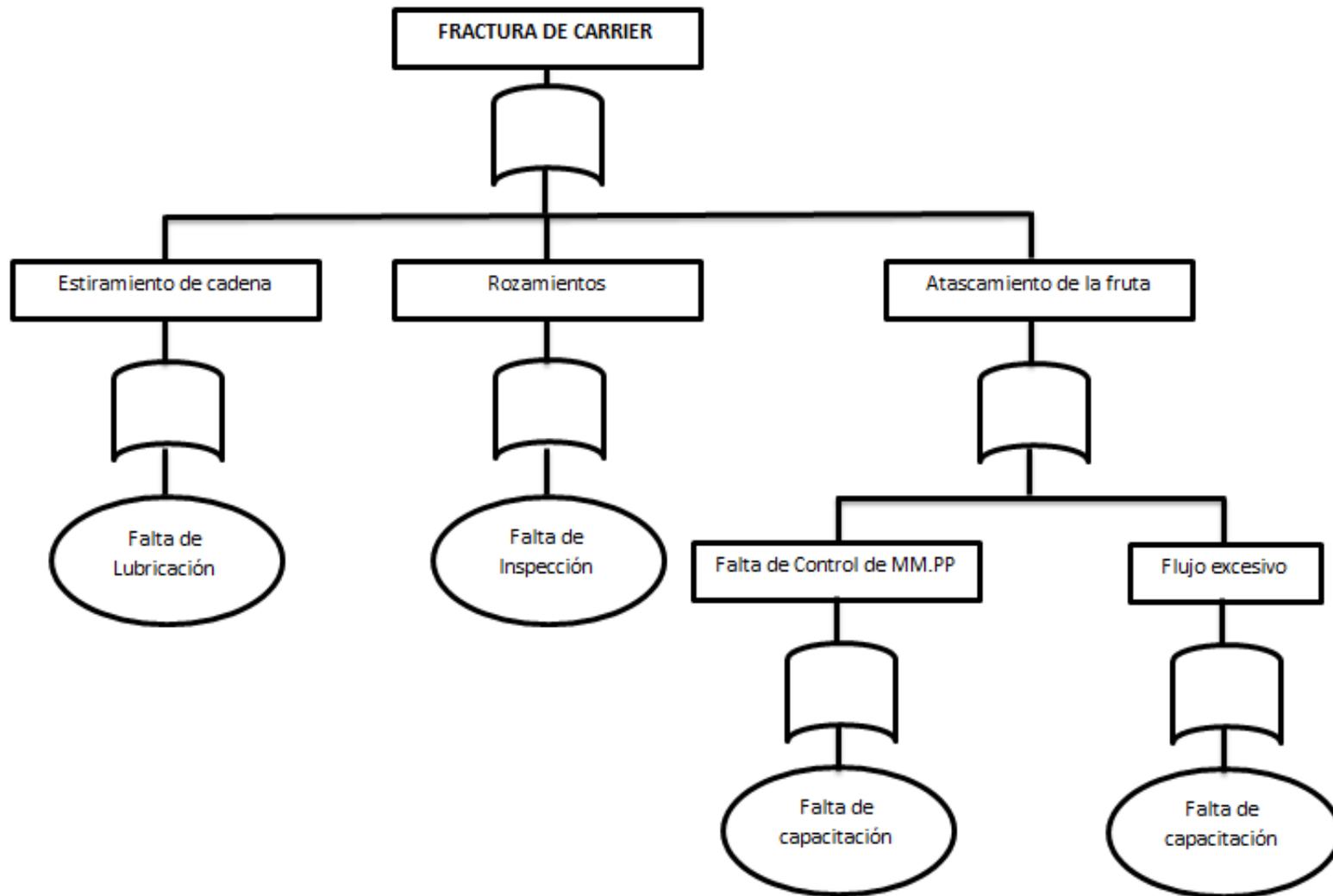


Figura 29: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de carrier

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

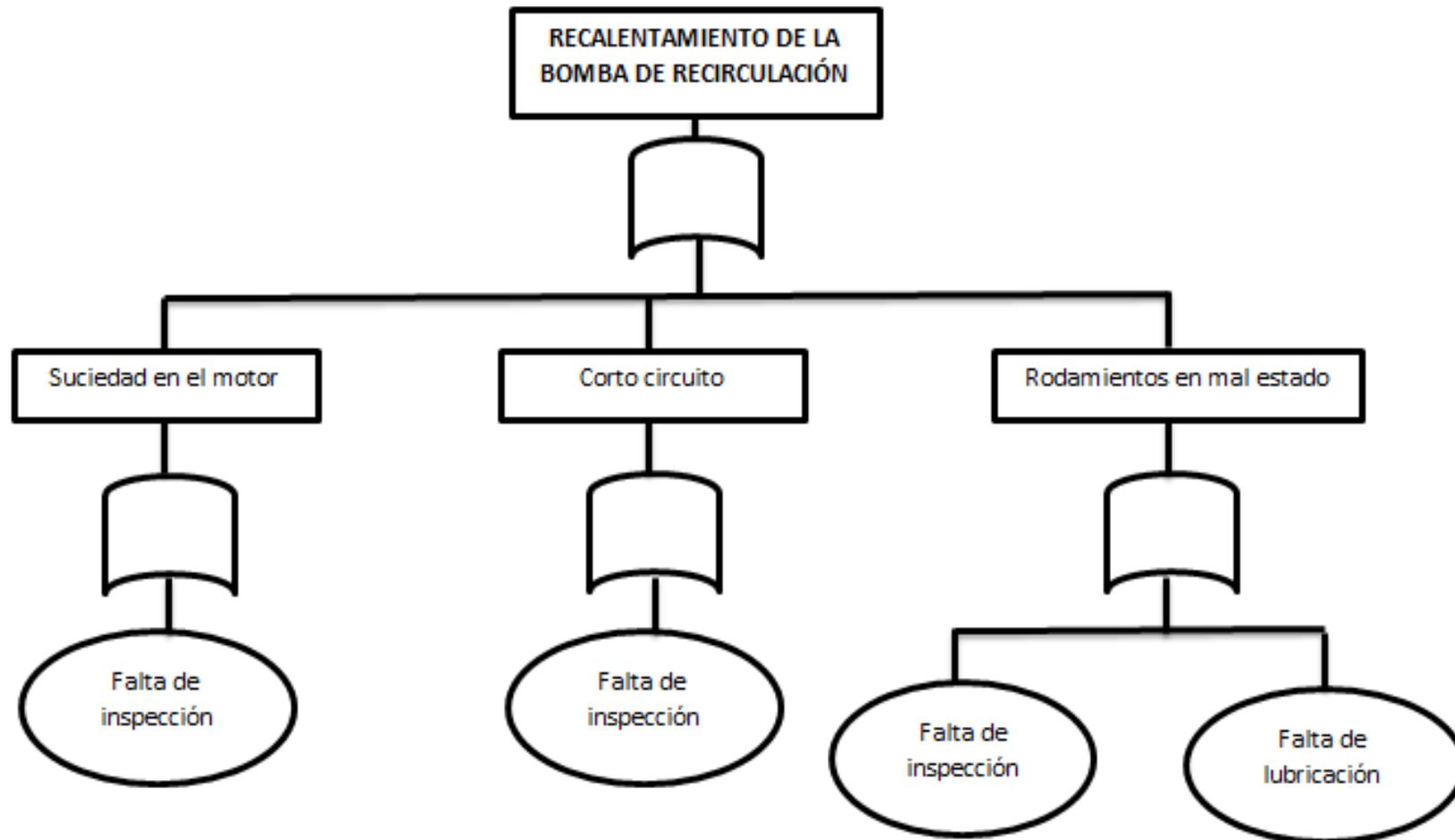


Figura 30: Diagrama de árbol de fallas de Recalentamiento de la Bomba de Recirculación

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

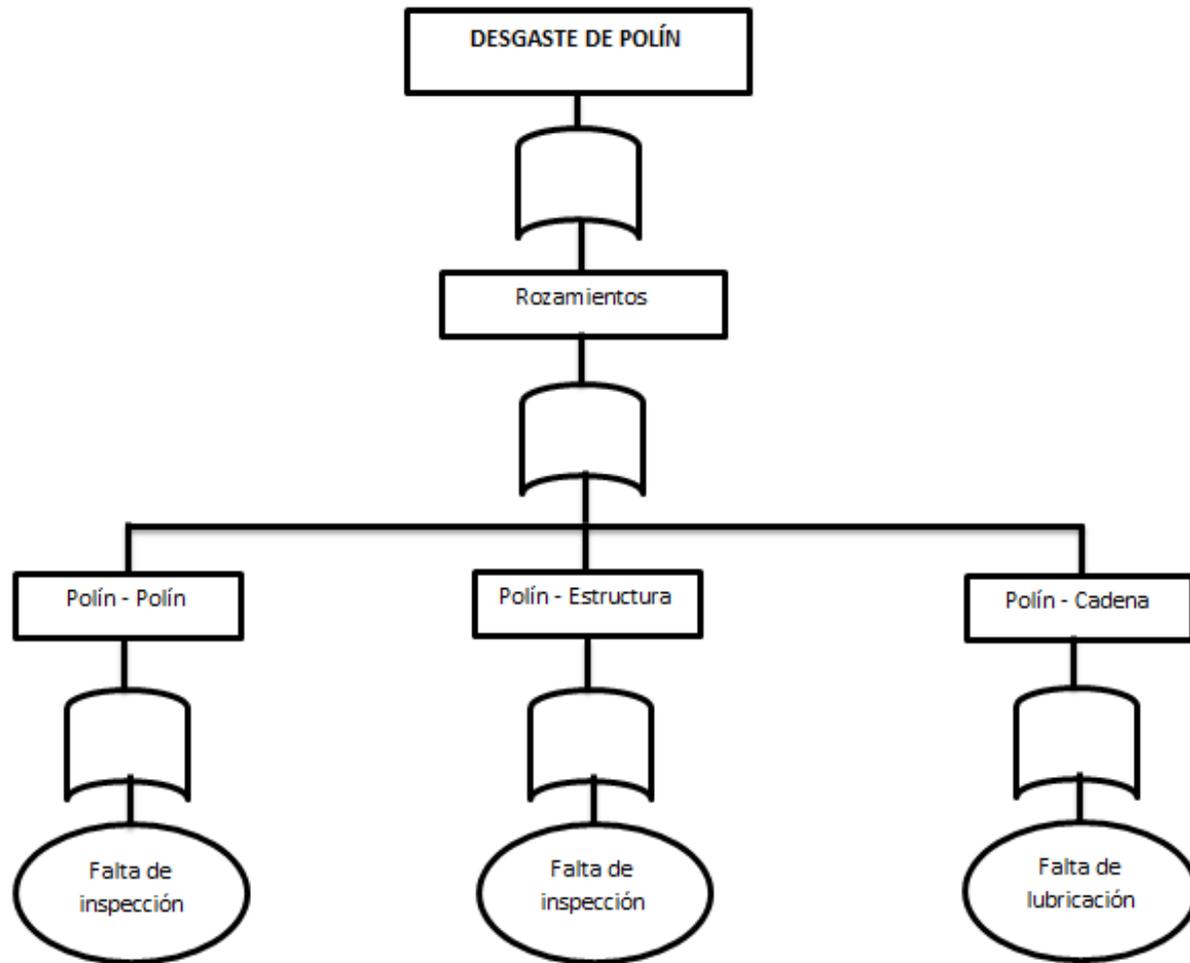


Figura 31: Diagrama de árbol de fallas de Desgaste de polín

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

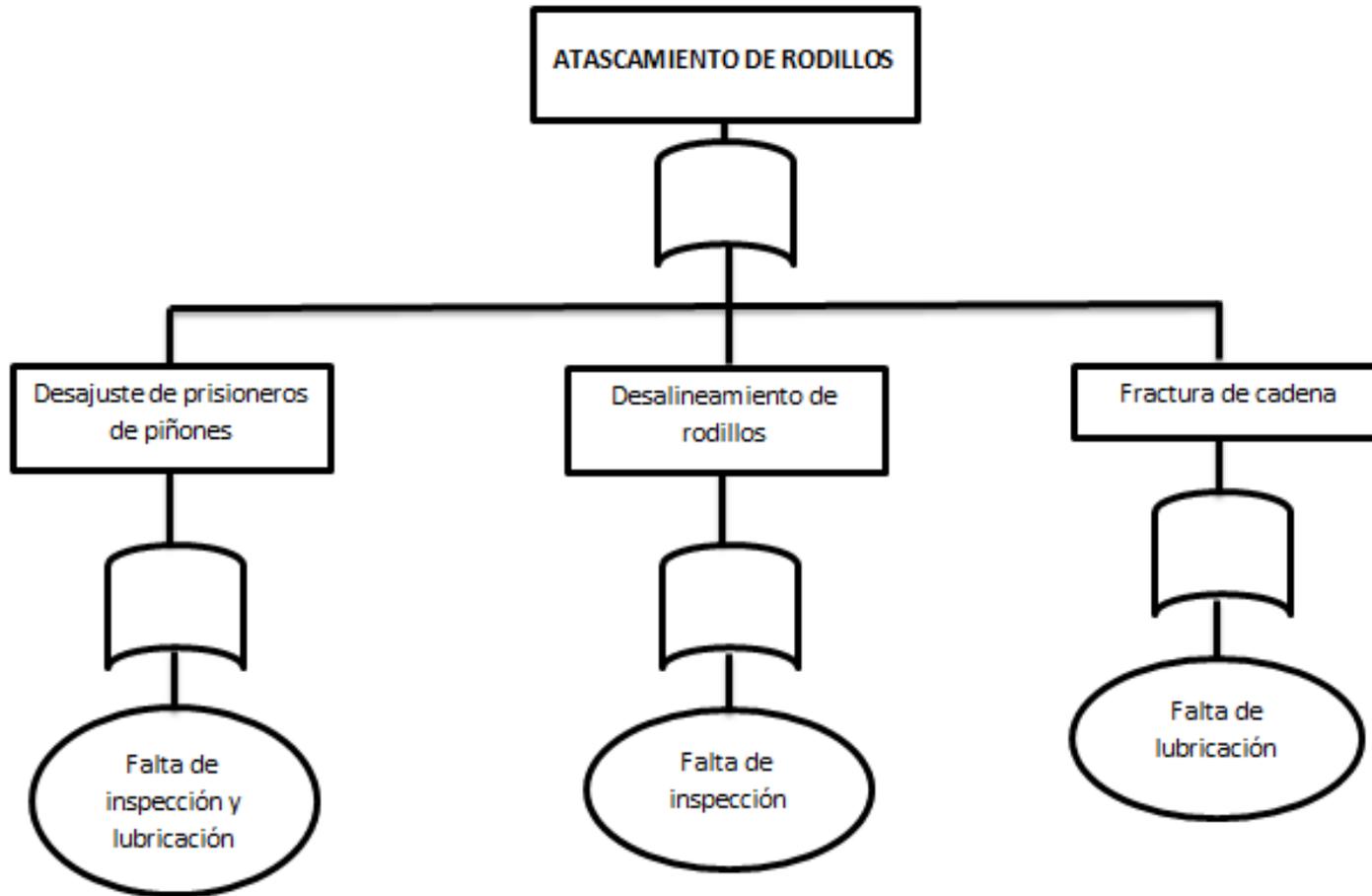


Figura 32: Diagrama de árbol de fallas de Atascamiento de Rodillos

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

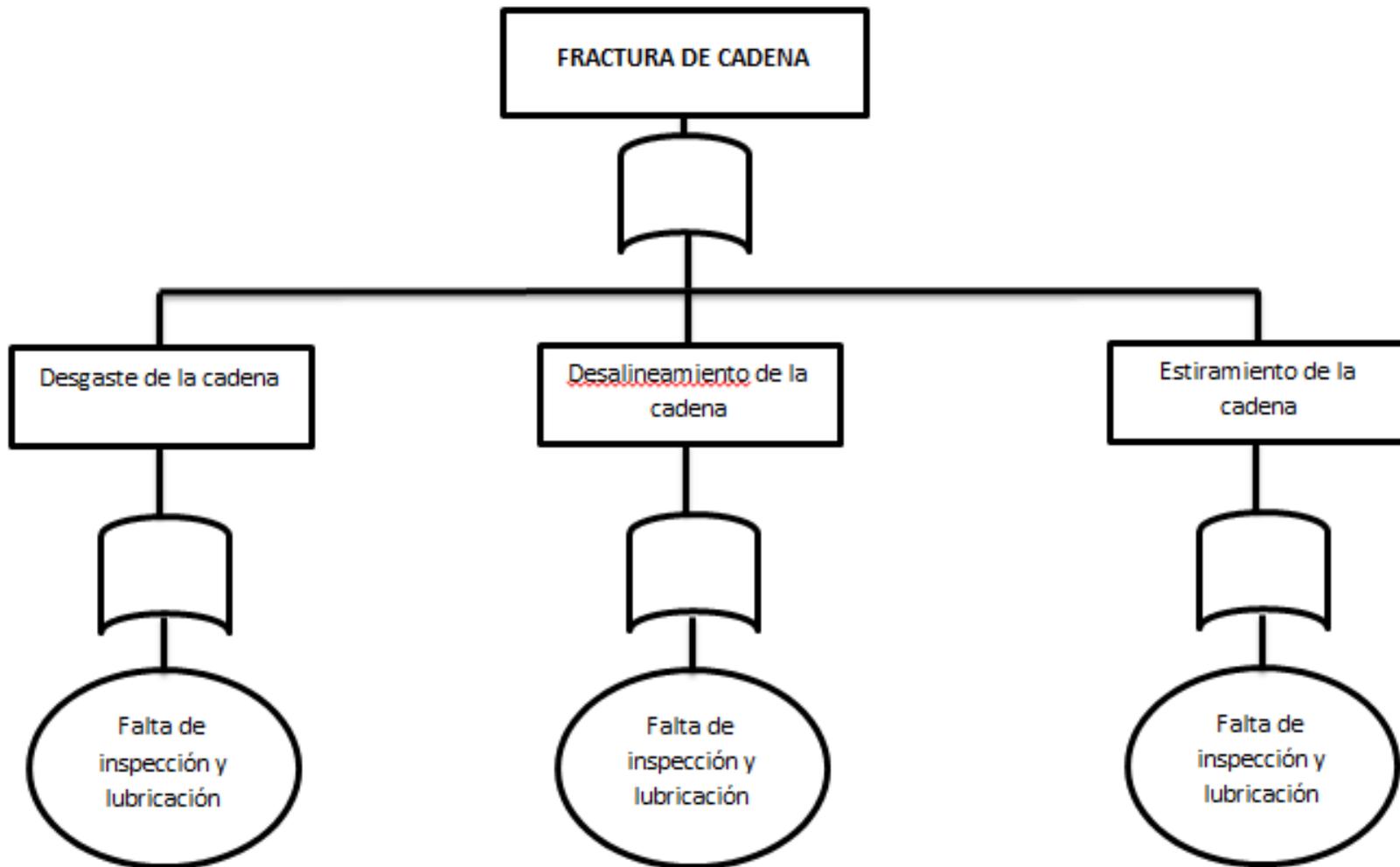


Figura 33: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de cadena

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

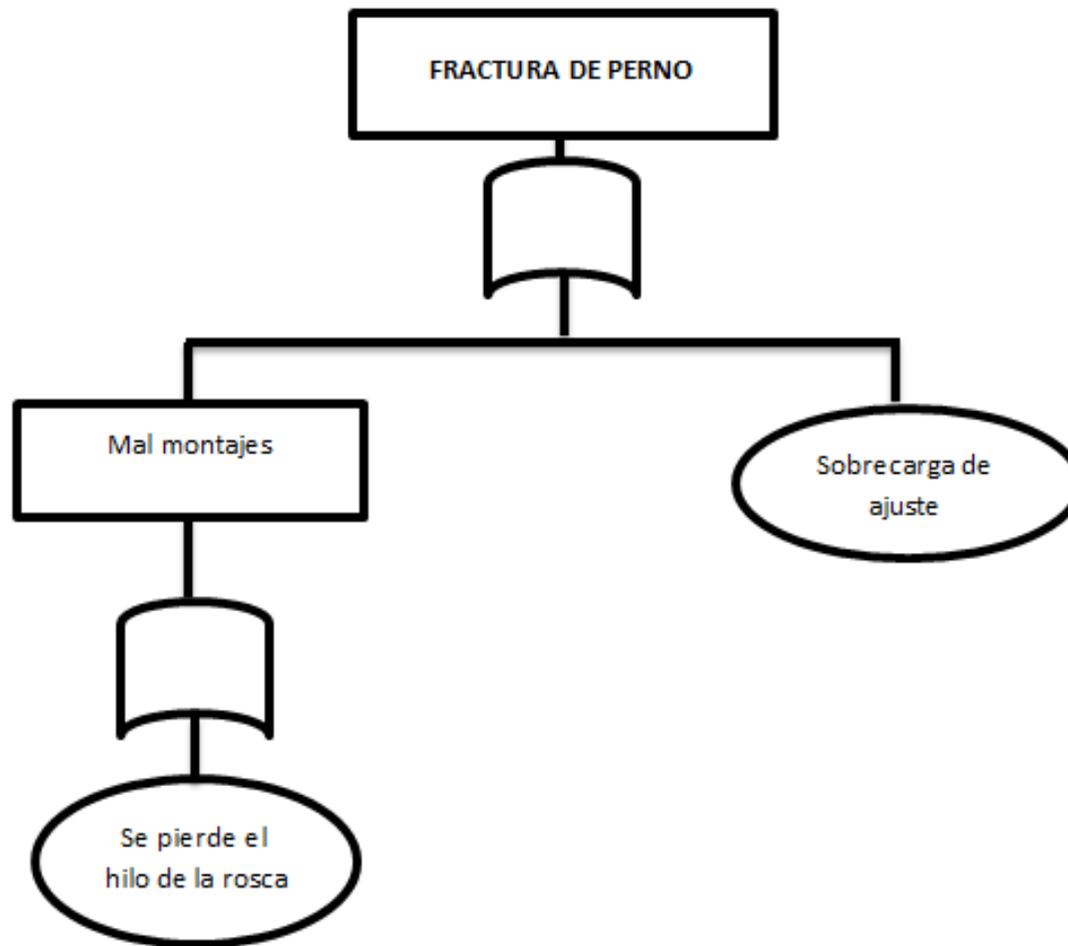


Figura 34: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de perno

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

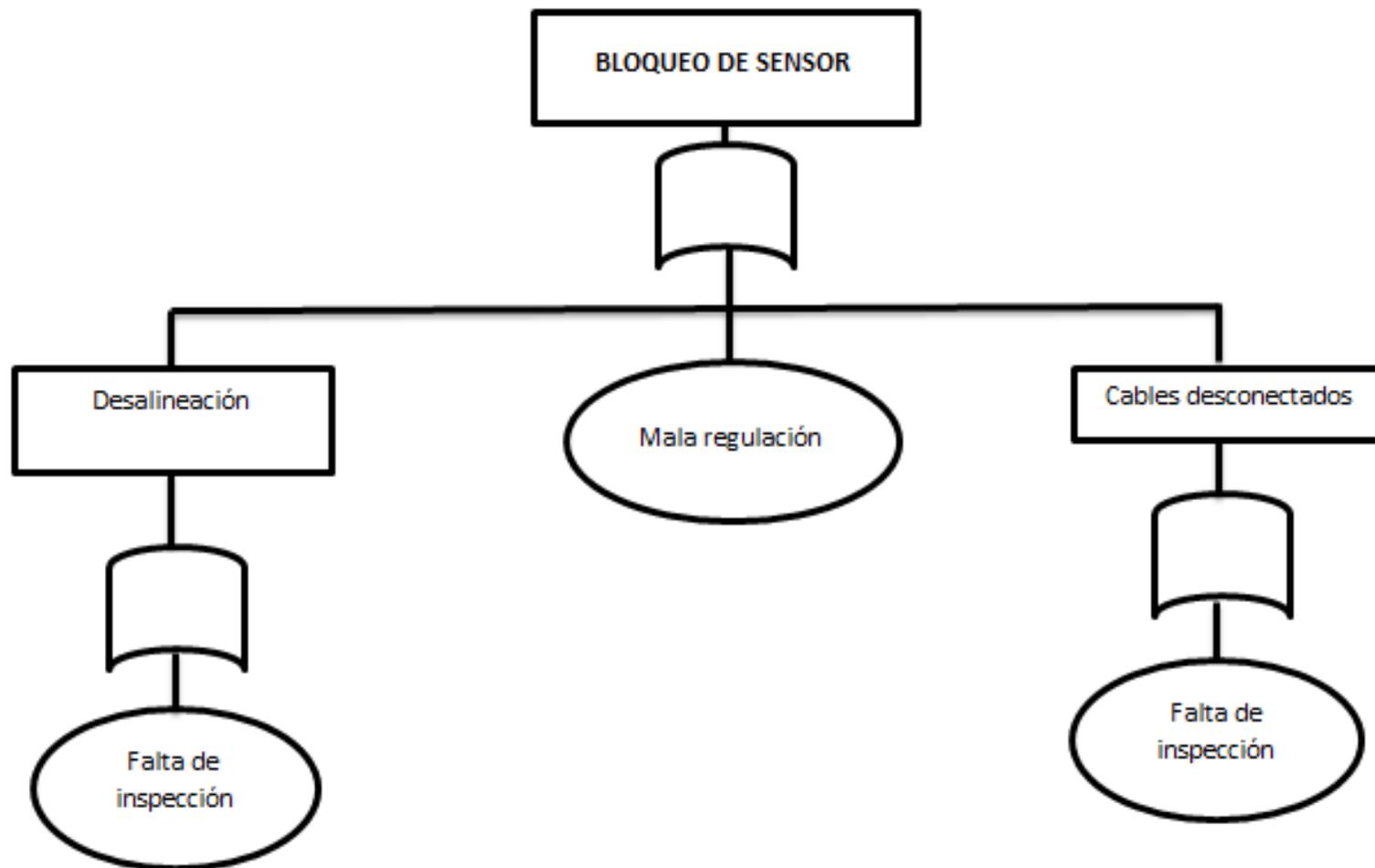


Figura 35: Diagrama de árbol de fallas de Fractura de estructura

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

Para el desarrollo de la propuesta de implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, el cual es basado en la metodología RCM, debido a que se quiere aumentar la disponibilidad y confiabilidad operacional de la maquinaria asegurando que el proceso sea continuo, se tiene en cuenta el diagnóstico de la empresa para el diseño de este plan. Para realizar el plan de mantenimiento tiene que reestructurarse una serie de elementos que realizan en el día a día el equipo de mantenimiento tanto administrativo como operativo.

3.3.1. Aplicación del RCM

Para el plan de mantenimiento, se desarrolló un programa de mantenimiento basado en la metodología RCM, con el objetivo de aumentar la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos y analizar todas las posibilidades de fallo de un sistema.

Esta metodología se basa en ir completando una serie de fases que se muestran a continuación:

a. Elaboración de formatos para actividades de mantenimiento

Se utilizan formatos para cada tipo de tarea, ya sea una orden de trabajo, tanto de mantenimiento correctivo como preventivo, el cual facilitará el control para los procedimientos que se den en el área. (ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS, ACTA DE LUBRICACIÓN) – Ver anexo 27 - 29

b. Jerarquización de las máquinas

Para la elaboración del plan de mantenimiento es importante priorizar la maquinaria de la empresa, con el fin de conocer los criterios que intervienen en su frecuencia de fallos. Se utilizó el diagrama de Pareto en el cual se basó en análisis de criticidad. (Ver Figura 17)

c. Inventario de las máquinas del proceso productivo y su codificación

Una vez jerarquizado, es necesario codificar las máquinas críticas y componentes existentes dentro de la empresa, con esto se pretende que se identifique su fácil ubicación, tipo y documentación.

La clasificación será de la siguiente manera: XYZ-COM-123, en donde:

- XYZ: Siglas del equipo
- COM: Componente que pertenece al equipo
- 123: Consecutivo

Tabla 37: Codificación de la maquinaria

MÁQUINA	CÓDIGO
Balanza de Plataforma 1	BP1
Balanza de Plataforma 2	BP2
Balanza de Plataforma 3	BP3
Balanza de Plataforma 4	BP4
Volcador de Bines	VB1
Fajas Elevadoras	FE1
Tina de Lavado	TL1
Mesa de Pre-selección	MP1
Mesa de By Pass Encerador	ME1
Faja Transportadora 1	FT1
Faja Transportadora 2	FT2
Faja Transportadora 3	FT3
Faja Transportadora 4	FT4
Faja Transportadora 5	FT5
Calibradora	CL1
Impresoras para Mesas de Empaque 1	IE1
Impresoras para Mesas de Empaque 2	IE2
Impresoras para Mesas de Empaque 3	IE3
Impresoras para Mesas de Empaque 4	IE4
Impresoras para Mesas de Empaque 5	IE5
Impresoras para Mesas de Empaque 6	IE6
Impresoras para Mesas de Empaque 7	IE7
Impresoras para Mesas de Empaque 8	IE8
Impresoras para Mesas de Empaque 9	IE9
Impresoras para Mesas de Empaque 10	IE10
Impresoras para Mesas de Empaque 11	IE11
Impresoras para Mesas de Empaque 12	IE12

Impresoras para Mesas de Empaque 13	IE13
Impresoras para Mesas de Empaque 14	IE14
Impresoras para Mesas de Empaque 15	IE15
Impresoras para Mesas de Empaque 16	IE16
Impresoras para Mesas de Empaque 17	IE17
Impresoras para Mesas de Empaque 18	IE18
Etiquetadora 1	EQ1
Etiquetadora 2	EQ2
Etiquetadora 3	EQ3
Etiquetadora 4	EQ4
Etiquetadora 5	EQ5

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la Tabla 38, 39 y 40 se presentan la codificación para los equipos críticos, tanto el código del componente y su consecutivo se ubica delante de las siglas del equipo.

Tabla 38: Codificación de los componentes de la máquina – Calibradora

Máquina	Componente	Código
Calibradora	Vías	CL1 – VS – 01
	Cadena	CL1 – CA – 02
	Piñones	CL1 – PS – 03
	Motor Reductor	CL1 – MR – 04
	Celdas de Peso	CL1 – CP – 05
	Electroimán	CL1 – EI – 06
	Fajas de salida	CL1 – FS – 07
	Chumaceras	CL1 – CH – 08
	Chavetas	CL1 – CT – 09
	Carrier	CL1 – CR – 10

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 39: Codificación de los componente de la máquina – Tina de Lavado

Máquina	Componente	Código
Tina de Lavado	Bomba de agua estática de recirculación	TL1 – BA – 01
	Motor Reductor	TL1 – MR – 02
	Polines de Aluminio	TL1 – PA – 03
	Piñones	TL1 – PS – 04
	Cadena	TL1 – CA – 05
	Chumaceras	TL1 – CH – 06
	Dosificador	TL1 – DR – 07

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 40: Codificación de los componente de la máquina – Volcador de Bins

Máquina	Componente	Código
Volcador de Bins	Motor Reductor	VB1 – MR – 01
	Cadenas transportadoras de fierro negro	VB1 – CT – 02
	Sensores con fotoceldas	VB1 – SF – 03
	Pistones Neumáticos	VB1 – PN – 04
	Chumaceras	VB1 – CH – 05
	Piñones	VB1 – PS – 06

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

d. El método AMEF (Análisis modos de fallas y efectos) para analizar fallas potenciales y brindar las posibles soluciones.

Se realizó un análisis de modo y efecto de falla de cada uno de los problemas para poder identificar los efectos que causan los modos de falla, sus causas, analizando su severidad, ocurrencia y detección. Además con este método se obtiene el modo de falla que necesita más atención debido a su alto valor de NRP (Número de Prioridades de Riesgo).

Además nos ayuda a determinar las acciones necesarias para disminuir el Número de Prioridades de Riesgo y como cambiaría su impacto en la ocurrencia, detección y severidad con la ejecución del plan de acción.

Para facilitar el desarrollo de este método utilizamos los diagramas de árbol de fallas. (Ver Figura 27 - 35)

Tabla 41: Análisis de modo y efecto de falla – Ruptura de faja

Equipo / Componente	Función	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Severidad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual(es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Resultado de las acciones			
											Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Faja Transportadora / Faja	Transportar la fruta generando una selección en el recorrido	Ruptura	Paro de la máquina	6	Flujo excesivo para cumplir la meta trazada	8	Visual	3	144	Capacitar al personal en el uso de la maquinaria	4	2	2	16
					Falta de capacitación al usar el equipo									
					Desalineación de la faja por la falta de inspección de posibles soldaduras (fisuras)									

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 42: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Estructura

Equipo / Componente	Función	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Severidad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual(es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Resultado de las acciones			
											Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Faja Transportadora / Estructura	Proteger al sistema de la faja	Fractura	Paro de la máquina	6	Sobreesfuerzos de los rodillos por exceso de trabajo y/o flujo de proceso	8	Visual	3	144	Limpieza de la faja en su totalidad	4	3	2	24
					Flujo excesivo para cumplir la meta trazada					Capacitar al personal en el uso de la maquinaria posibles soldaduras (fisuras)				
					Falta de capacitación al usar el equipo									

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 43: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Carrier

Equipo / Componente	Función	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Severidad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual(es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Resultado de las acciones			
											Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Calibradora / Carrier	Transportar la fruta de un extremo a otro con el fin de calibrarla según peso	Fractura	Paro de la máquina	8	Estiramiento de cadena por falta de inspección	9	Visual	6	432	Realizar inspecciones y lubricaciones rutinarias para el correcto funcionamiento del equipo	5	3	3	45
					Existen rozamiento por la falta de lubricación									
					Flujo excesivo para llegar a la meta trazada									
					Atascamiento de fruta debido a la falta de control de la MM.PP									

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 44: Análisis de modo y efecto de falla – Recalentamiento de la bomba de recirculación

Equipo / Componente	Función	Modo potencial de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Severidad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Verificación y/o control actual	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Resultado de las acciones			
											Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Tina de Lavado / Bomba de recirculación	Garantizar que el agua siempre esté disponible y en movimiento	Recalentamiento	Paro de la máquina	8	Falta de inspección en los rodamientos	8	Visual	5	320	Realizar inspecciones rutinarias y cambio necesarios para ayudar al buen funcionamiento del equipo	4	4	2	32
					Falta de inspección en el motor									
					Corto circuito por la falta de inspección y/o el mal cuidado del equipo									
					Falta de lubricación, por ello el mal funcionamiento de los rodamientos									

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 45: Análisis de modo y efecto de falla – Desgaste de polines

Equipo / Componente	Función	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Severidad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Verificación y/o control actual	Detección	NPR	Acción recomendada	Resultado de las acciones			
											Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Tina de Lavado / Polines	Transportar la materia prima de un extremo a otro	Desgaste	Paro de la máquina	7	Falta de inspección y lubricación con respecto a los polines	7	Visual	4	196	Realizar inspecciones y lubricaciones de manera rutinaria con la finalidad de evitar los diferentes tipos de rozamientos	4	3	2	24
					Rozamientos de polín a polín por falta de lubricación									
					Rozamientos de polín a cadena por falta de lubricación									
					Rozamientos de polín a estructura por falta de lubricación									

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 46: Análisis de modo y efecto de falla – Atasco de Rodillos

Equipo / Componente	Función	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Severidad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Verificación y/o control actual	Detección	NPR	Acción recomendada	Resultado de las acciones			
											Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Tina de Lavado / Rodillos	Lavar y desinfectar la materia prima	Atasco	Paro de la máquina	7	Desajuste de prisioneros de piñón por falta de inspección	7	Visual	4	196	Ajuste de prisioneros e inspeccionar de manera rutinaria	3	3	2	18
					Desalineamiento de rodillos por falta de inspección					Realizar inspecciones de manera rutinaria				
					Fractura de cadena por falta de lubricación					Realizar lubricaciones de manera rutinaria				

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 47: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Cadena

Equipo / Componente	Función	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Severidad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Verificación y/o control actual	Detección	NPR	Acción recomendada	Resultado de las acciones			
											Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Volcador de bins / Cadena	Transportar los bins con el fin de que se descargue la materia prima	Fractura	Paro de la máquina	7	Desgaste de cadena por la falta de inspección	8	Visual	6	336	Realizar inspecciones y lubricaciones de manera rutinaria	4	4	2	32
					Desalineamiento de la cadena por la falta de inspección									
					Estiramiento de la cadena por la falta de inspección									

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 48: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Perno

Equipo / Componente	Función	Modo/s potencial/es de fallo	Efecto/s potencial/es del fallo	Severidad	Causa(s) potencial(es) del fallo(s)	Ocurrencia	Verificación(es) y/o control(es) actual(es)	Detección	NPR	Acción(es) recomendada(s)	Resultado de las acciones			
											Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Volcador de bins / Perno	Ajustar las estructuras	Fractura	Paro de la máquina	7	Sobrecarga de ajuste en los pernos	8	Visual	5	280	Realizar inspecciones rutinarias y capacitar al personal para la elaboración de las actividades	4	4	2	32
					Pernos mal montados, se pierde el hilo de la rosca									

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 49: Análisis de modo y efecto de falla – Fractura de Estructura

Equipo / Componente	Función	Modo potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Severidad	Causa potencial del fallo	Ocurrencia	Verificación y/o control actual	Detección	NPR	Acción recomendada	Resultado de las acciones			
											Gravedad	Ocurrencia	Detección	NPR
Volcador de bins / Sensor	Detectar la presencia de un objeto	Bloqueo	Paro de la máquina	8	Desalineación del sensor, por falta de inspección	8	Visual	5	320	Realizar inspecciones rutinarias con el fin de evitar desalineaciones	4	4	3	48
					Cables desconectados por falta de inspección									
					Mala regulación del sensor									

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la Tabla 50 se resume el equipo, el componente afectado y el modo en el que falla, calculando su respectivo NRP.

Tabla 50: Resumen de AMEF

EQUIPO	COMPONENTE	MODO DE FALLA	NRP
Faja Transportadora	Faja	Ruptura	144
	Estructura	Fractura	144
Calibrador	Carrier	Fractura	432
Tina de Lavado	Bomba de Recirculación	Recalentamiento	320
	Polines	Desgaste	196
	Rodillos	Atasco	196
Volcador de Bins	Cadena	Fractura	336
	Perno	Fractura	280
	Sensor	Bloqueo	320

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

e. Hoja de Decisión RCM

En la hoja de decisión RCM se registra las respuestas a las preguntas formuladas en el diagrama de decisión para tratar cada modo de falla del AMEF, así mismo recalando los componentes que se deberán analizar para establecer las tareas de mantenimiento más adecuadas. A continuación se muestra las hojas de decisión RCM de los equipos críticos de la empresa.

Tabla 51: Hoja de Decisión de la RCM – Faja Transportadora

HOJA DE DECISIONES																
Equipo :	Faja Transportadora															
Función :	Transporta el producto por la banda o faja															
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas	Intervalo inicial	A realizarse por:
								H1	H2	H3						
	S1	S2	S3	H4	H5	S4										
	O1	O2	O3													
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3							
Motoreductor	1	A	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Cambiar de aceite e inspeccionar el nivel de aceite	Trimestral	Mecánico
Faja	1	B	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Inspeccionar la faja	Diario	Mecánico
	1	C	2	S	N	N	S	S		S	N	N	N	Ajustar o tensar la faja	Mensual	Mecánico
Motor	1	D	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Medir el amperaje del motor	Diario	Mecánico / Electricista
Estructura	1	E	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Inspeccionar los sobreesfuerzos	Diario	Mecánico
	1	F	2	S	N	N	S	S			N	N	N	Capacitar al personal respecto al flujo excesivo	-	Especialista

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 52: Hoja de Decisión de la RCM – Calibradora

HOJA DE DECISIONES																
Equipo :	Calibrador															
Función :	Transportar el producto separándolo por pesos															
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de"			Tareas propuestas	Intervalo inicial	A realizarse por:
								H1	H2	H3						
	S1	S2	S3	H4	H5	S4										
	O1	O2	O3				N1	N2	N3							
Cadenas	2	A	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Lubricar las cadenas	Diario	Mecánico
Carrier	2	B	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Lubricar e inspeccionar	2 veces por semana	Mecánico
	2	C	2	S	N	N	S	S			N	N	N	Capacitar al personal respecto al flujo excesivo	-	Especialista

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 53: Hoja de Decisión de la RCM – Tina de Lavado

HOJA DE DECISIONES																
Equipo :	Tina de Lavado															
Función :	Lavar y desinfectar la fruta, transportando la fruta de un extremo a otro.															
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas propuestas	Intervalo inicial	A realizarse por:
								H1	H2	H3						
	S1	S2	S3	H4	H5	S4										
	O1	O2	O3				N1	N2	N3							
F	FF	FM	H	S	E	O										
Bomba de agua estática de recirculación	3	A	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Inspección y Limpieza	Semanal	Mecánico / Electricista
	3	B	2	S	N	N	S	S		S	N	N	N	Cambios de rodamientos	Annual	Mecánico / Electricista
Polines de aluminio	3	C	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Limpieza de los polines	Semanal	Mecánico / Electricista
Piñones	3	D	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Ajuste de prisioneros de piñón	Semanal	Mecánico / Electricista
Cadena	3	E	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Limpieza y Lubricación	Interdiario	Mecánico / Electricista
Rodillos	3	F	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Alineación de rodillos	Semanal	Mecánico / Electricista

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 54: Hoja de Decisión de la RCM – Volcador de Bins

HOJA DE DECISIONES																
Equipo :	Volcador de bins															
Función :	Abastecer a la línea con la fruta.															
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas propuestas	Intervalo inicial	A realizarse por:
								H1	H2	H3						
	S1	S2	S3	H4	H5	S4										
	O1	O2	O3													
	N1	N2	N3													
F	FF	FM	H	S	E	O										
Cables	4	B		S	N	N	S	S			N	N	N	Inspección de los cables	Mensual	Mecánico / Electricista
Cadenas Transportadoras de fierro negro	4	C		S	N	N	S	S			N	N	N	Limpieza de cadena	Interdiario	Mecánico / Electricista
Sensores con fotoceldas	4	E		S	N	N	S	S			N	N	N	Regulación del sensor	Semanal	Mecánico / Electricista
	4			S	N	N	S	S		S	N	N	N	Cambio del Sensor	Anual	Mecánico / Electricista
	4			S	N	N	S	S			N	N	N	Limpieza del Sensor	Interdiario	Mecánico / Electricista
Pernos	4			S	N	N	S	S			N	N	N	Inspección y ajuste de pernos	Semanal	Mecánico / Electricista

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

f. Plan de mantenimiento preventivo

Después de determinar los equipos críticos, se plasmaron los datos en el formato de análisis de modo y efecto de falla, en el cuál se pudieron registrar las actividades que controlarían y/o mitigarían el modo de falla del equipo. En base a lo anterior se elaboró el plan de mantenimiento preventivo, con el fin de que todas las acciones que se realizarán estén dirigidas a mantener a los equipos en buen funcionamiento, previniendo las averías, y si éstas ocurren, que las consecuencias sean las menos impactantes posibles.

El plan de mantenimiento consiste en elaborar, en base al diagnóstico realizado anteriormente, una serie de pasos que ayudarán a mantener en orden y disciplina el área de mantenimiento, pasos tales como:

- ✓ La elaboración de una serie de formatos que faciliten el correcto funcionamiento de éste plan, posterior a ello se colocaron en lista todas las máquinas existentes, además de codificarlas. Se analizaron las averías proponiendo las tareas a realizar en base al tiempo de reparación encontrado y en base a la experiencia de los especialistas.
- ✓ Se analizó y ordenó el departamento de mantenimiento, dándole funciones a cada uno de los participantes de ésta área.
- ✓ Se elaboró un cronograma y un plan de actividades en donde se dividió las tareas entre cada una de las personas de ésta área.
- ✓ Se elaboraron tarjetas de mantenimiento en donde se detallaron la herramienta y/o material requerido que ayuden a que el componente cumpla con su ciclo de vida.
- ✓ Posterior a ello se elaboró un plan de capacitaciones que ayuden a que el personal se involucre y colabore con este cambio. Estas actividades se realizarán en un periodo de 2 meses antes y durante la implementación de la propuesta
- ✓ Finalmente todo lo mencionado anteriormente se plasmó en un manual de procedimiento, este manual se elabora en base al Manual de Mantenimiento.



**MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO Y CORRECTIVO**

AGRÍCOLA CERRO PRIETO S.A.

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO



MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

INDICE DE CONTENIDO

Contenido

1. Introducción
2. Alcance
3. Definiciones
4. Normativa
 - Artículo 01
 - Artículo 02
 - Artículo 03
 - Artículo 04
 - Artículo 05
 - Artículo 06
 - Artículo 07
5. Departamento de Mantenimiento
6. Procedimiento de Mantenimiento



MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

1. INTRODUCCIÓN

Establecer el procedimiento para realizar la ejecución del mantenimiento preventivo de las maquinarias existentes en el proceso de Producción con el fin de prevenir averías o fallas y garantizar la continuidad de los procesos.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todas las máquinas de la planta empacadora de palta en Agrícola Cerro Prieto S.A.

3. DEFINICIONES

- **Ejecución:** Realización de una acción, especialmente en cumplimiento de un proyecto, un encargo o una orden.
- **Mantenimiento Preventivo:** Es el proceso destinado a la conservación de los equipos mediante la realización de una inspección previa a las operaciones del proceso garantizando el buen funcionamiento de los mismos.
- **Mantenimiento Correctivo:** Es el proceso que consiste en localizar las fallas y corregirlos o repararlos al instante.
- **Falla:** El fallo de un sistema se define como la pérdida de aptitud para cumplir una determinada función.
- **Avería:** Es el estado del sistema tras la aparición del fallo. Se puede decir que una avería es la pérdida de la función de un elemento, componente, sistema o equipo.



MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

4. NORMATIVA

Artículo 01: Se realizará el mantenimiento preventivo a la maquinaria de la planta empacadora de palta de la empresa Agrícola Cerro Prieto.

Artículo 02: Las acciones preventivas, serán desarrolladas por el mecánico y/o electricista a cargo de la maquinaria, de acuerdo al plan de mantenimiento establecido.

Artículo 03: En caso de alguna falla durante el proceso de producción, se procederá a realizar el mantenimiento correctivo siguiendo los siguientes pasos:

- 1) El operario de producción reporta la falla al Jefe de Producción.
- 2) El Jefe de Producción informará al Jefe de Mantenimiento, el cual generará una orden de trabajo asignando al operario mecánico y/o electricista a que proceda con la inspección.
- 3) El Jefe de Mantenimiento procederá a realizar la solicitud de repuestos e insumos

Artículo 04: Para el requerimiento de repuestos e insumos, se seguirá los siguientes pasos:

- 1) El Jefe de Mantenimiento entregará la orden de trabajo al encargado de almacén, ya sea por mantenimiento preventivo o correctivo; el encargado de almacén entregará lo solicitado para la ejecución del trabajo. De no tenerlo en stock se le entregará la orden de trabajo a Departamento de Contabilidad y se enviará un correo notificando la compra que se realizará.



MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

- 2) El Jefe de Mantenimiento recibirá por parte del encargado de almacén o del Departamento de Contabilidad, un listado de repuestos y/o insumos para verificar que las especificaciones sean las correctas.

Artículo 05: Ejecución de Mantenimiento.

- 1) El Jefe de Mantenimiento asignará al personal que se encargará de realizar el trabajo.
- 2) El Jefe de Mantenimiento supervisará y dará la orden de que la máquina sea puesta en marcha.

Artículo 06: Fin de la Acción de Mantenimiento Correctivo.

- 1) El Jefe de Mantenimiento realizará el informe de mantenimiento correctivo donde informará la falla y la programación del próximo mantenimiento.

Artículo 07: Las eventualidades que no se encuentren detalladas en el presente Manual de Procedimiento, serán resueltas por el Jefe de Mantenimiento en conjunto con el Jefe de Producción.

5. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Es necesario que el departamento de mantenimiento tenga un organigrama, ya que éste debe funcionar de manera organizada para ser conformado como un sistema.

Se propone el organigrama mostrado en la figura 01.

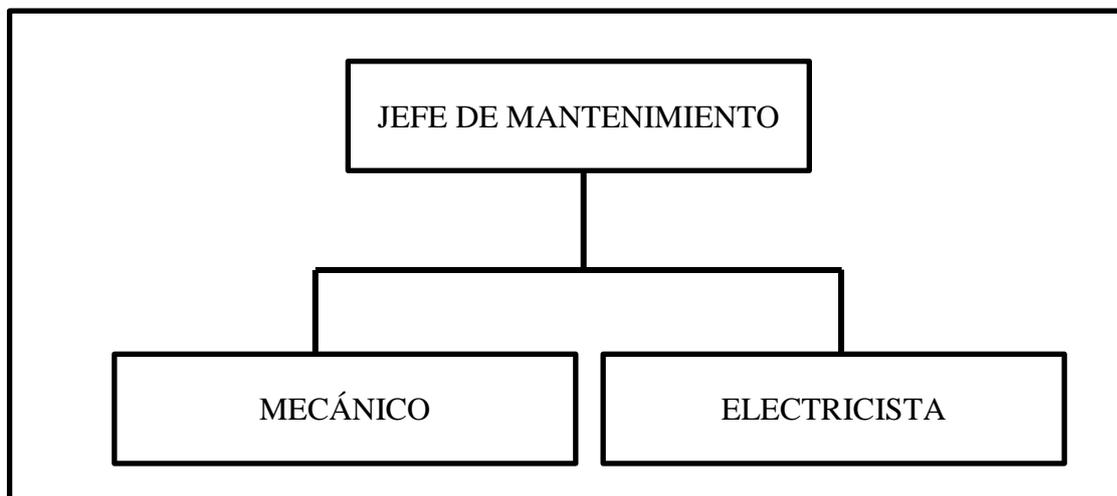


Figura 01: Organigrama del departamento de mantenimiento

Las funciones de cada cargo del departamento de mantenimiento son las siguientes:

– **JEFE DE MANTENIMIENTO**

a) Función general.

Controlar la ejecución de las actividades de mantenimiento, supervisando el trabajo del personal a cargo, para garantizar el funcionamiento de los equipos de la línea empacadora de palta de la empresa Agrícola Cerro Prieto.

b) Funciones Específicas

- ✓ Planifica, coordina y controla el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria existente en la empresa.
- ✓ Coordinar y supervisar las labores a realizar por el personal de mantenimiento.



MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

- ✓ Supervisa y controla el personal a su cargo.
- ✓ Tramita requisiciones de materiales de mantenimiento y reparaciones.
- ✓ Prepara órdenes de ejecución de trabajo.
- ✓ Inspecciona el progreso, calidad y cantidad de trabajos ejecutados.
- ✓ Rinde información al jefe inmediato, del mantenimiento y las reparaciones realizadas.
- ✓ Estima el tiempo y los materiales necesarios para realizar las labores de mantenimiento y reparaciones.

– MECÁNICO

a) Función general.

Asegurar el correcto funcionamiento, respecto a la parte mecánica, de la maquinaria existente en la línea empacadora de palta de la empresa Agrícola Cerro Prieto.

b) Funciones Específicas

- ✓ Realizar el mantenimiento operativo mecánico de las instalaciones.
- ✓ Realizar el mantenimiento correctivo o preventivo de la maquinaria
- ✓ Realizar órdenes de trabajo entregadas por el Jefe de Mantenimiento.
- ✓ Realizar las inspecciones y lubricaciones según mantenimiento programado.
- ✓ Supervisar y mantener en buen funcionamiento las maquinarias.
- ✓ Mantener el área de trabajo ordenado.



MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

– ELECTRICISTA

a) Función general.

Asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria, respecto a la parte eléctrica, existente en la línea empacadora de palta de la empresa Agrícola Cerro Prieto.

b) Funciones Específicas

- ✓ Realizar el mantenimiento operativo eléctrico de las instalaciones.
- ✓ Realizar el mantenimiento correctivo o preventivo del sistema eléctrico de la planta.
- ✓ Realizar órdenes de trabajo entregadas por el Jefe de Mantenimiento.
- ✓ Realizar las inspecciones según mantenimiento programado.
- ✓ Supervisar y mantener en buen funcionamiento las maquinarias.
- ✓ Mantener el área de trabajo ordenado.

6. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO

El Departamento de Mantenimiento es el encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de todas las máquinas que conforman la línea empacadora de palta, con el fin de mantener en óptimas condiciones la maquinaria para el correcto funcionamiento.

El Jefe de Mantenimiento realiza las siguientes acciones:

- ✓ Modificar el plan de mantenimiento según los mantenimientos correctivos realizados.
- ✓ Supervisar que las tareas a realizar se lleven a cabo de la mejor manera.



MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

El mantenimiento preventivo se realizará de acuerdo al cronograma y a las actividades plasmadas en el plan. Para la realización del plan el Jefe de Mantenimiento junto al Jefe de Producción y el personal involucrado planean el día de para de los equipos de acuerdo a las condiciones de producción.

e.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 55: Cronograma de actividades de mantenimiento (Tabla 1/2)

AGRÍCOLA CERRO PRIETO																												
FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																												
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	MES 1																											
	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Cambiar de aceite e inspeccionar el nivel de aceite		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID
Ajustar o tensar la faja																												M
Inspeccionar la faja transportadora	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Medir el amperaje del motor	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Inspeccionar la Tina de Lavado	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
Cambios de rodamientos																												A
Limpieza de la bomba de recirculación							S							S							S							S
Limpieza de los polines							S							S							S							S
Limpieza de la cadena		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 56: Cronograma de actividades de mantenimiento (Tabla 2/2)

AGRÍCOLA CERRO PRIETO																																																	
FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																																																	
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	MES 1																																																
	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																					
Ajuste de prisioneros de piñón						S							S							S							S																						
Alineación de rodillos						S							S							S							S																						
Limpieza de cadena	ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID	ID		ID		ID		ID	ID		ID		ID		ID																						
Inspección y ajuste de pernos						S							S							S							S																						
Regulación del sensor						S							S							S							S																						
Cambio del Sensor																											A																						
Inspección de los cables																											M																						
Limpieza del Sensor	ID		ID		ID		ID		ID		ID		ID	ID		ID		ID		ID	ID		ID		ID		ID																						
Inspección y Lubricación de la cadena	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D																						
Inspeccionar la máquina Calibradora	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D																						
Inspección y Lubricación de las vías - carrier			2S			2S			2S			2S			2S			2S			2S			2S			2S																						
SIMBOLOGÍA	D	Diario						Observaciones:																																									
	ID	Interdiario																																															
	2S	Dos veces por semana																																															
	S	Semanal																																															
	M	Mensual																											Supervisado por:																				
	A	Trimestral																											Realizado por:																				

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 57: Plan de actividades – Faja Transportadora

EQUIPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIPO	INSUMOS	HERRAMIENTAS Y/O REPUESTOS	PERIODO	TIEMPO DE EJECUCIÓN (min)	PERSONAL A REALIZARLO
Faja Transportadora	Capacitar al personal	Capacitar al personal en el uso de la maquinaria para evitar posibles paros y flujos excesivos	Capacitación	-	-	-	-	Especialista
	Limpieza de la faja en su totalidad	Cambiar de aceite e inspeccionar el nivel de aceite	Lubricación	Trapo Industrial / Grasa y Aceites Sanitarios	-	Interdiario	5	Mecánico
		Ajustar o tensar la faja	Tensión	-	Llaves	Mensual	5	Mecánico
		Inspeccionar las velocidades correctas a las cuales se debería de trabajar de modo que no afecte el funcionamiento de la máquina de manera en que no hayan sobreesfuerzos en los rodillos, además de verificar la alineación para evitar ciertos roces y/o cortes de la faja	Inspección en su totalidad	De manera Visual	-	Diario	10	Operario Producción
		Medir el amperaje del motor	Medición	-	Multímetro Digital	Diario	5	Mecánico / Electricista

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 58: Plan de actividades – Calibradora

EQUIPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIPO	INSUMOS	HERRAMIENTAS Y/O REPUESTOS	PERIODO	TIEMPO DE EJECUCIÓN (min)	PERSONAL A REALIZARLO
Calibrador	Limpieza de la faja en su totalidad	Inspección y Lubricación de la cadena	Limpieza y Lubricación	Aceite Sanitario	Aceitera	Diario	20	Mecánico / Electricista
		Inspeccionar las velocidades correctas a las cuales se debería de trabajar de modo que no afecte el funcionamiento de la máquina.	Inspección en su totalidad	De manera Visual	-	Diario	15	Operario Producción
		Inspección y Lubricación de las vías - carrier	Limpieza y Lubricación	Aceite de grado alimenticio	Aceitera	2 veces por semana	40	Mecánico / Electricista
	Capacitar al personal	Capacitar al personal en el uso de la maquinaria para evitar posibles paros y flujos excesivos	Capacitación	-	-	-	-	Especialista

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 59: Plan de actividades – Tina de Lavado

EQUIPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIPO	INSUMOS	HERRAMIENTAS Y/O REPUESTOS	PERIODO	TIEMPO DE EJECUCIÓN (min)	PERSONAL A REALIZARLO
Tina de Lavado	Realizar inspecciones rutinarias y cambio necesarios para ayudar al buen funcionamiento del equipo	Inspeccionar el correcto funcionamiento de la máquina	Inspección en su totalidad	De manera Visual	-	Diario	15	Operario Producción
	Realizar lubricaciones de manera periódica	Cambios de rodamientos	Cambios de rodamientos	Trapo Industrial / Grasa Sanitaria	Llaves / Rodamiento / Engrasadora	Anual	30	Mecánico / Electricista
		Limpieza de la bomba de recirculación	Limpieza	Trapo Industrial / Solvente Eléctrico	Llaves	Semanal	15	Mecánico / Electricista
		Limpieza de los polines	Limpieza, Ajuste y Lubricación	Trapo Industrial / Grasa Sanitaria	Llaves / Engrasadora	Semanal	45	Mecánico / Electricista
		Limpieza de la cadena	Limpieza, Ajuste y Lubricación	Trapo Industrial / Aceite Sanitario	Llaves / Aceitera	Interdiario	20	Mecánico / Electricista
		Ajuste de prisioneros de piñón	Mecánico	-	Llaves	Semanal	15	Mecánico / Electricista
		Alineación de rodillos	Mecánico	-	Llaves	Semanal	15	Mecánico / Electricista

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 60: Plan de actividades – Volcador de Bins

EQUIPO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	TIPO	INSUMOS	HERRAMIENTAS Y/O REPUESTOS	PERIODO	TIEMPO DE EJECUCIÓN (min)	PERSONAL A REALIZARLO
Volcador de Bins	Realizar inspecciones y lubricaciones de manera rutinaria	Limpieza de cadena	Limpieza, Ajuste y Lubricación	Trapo Industrial / Aceite Sanitario	Llaves / Aceitera	Interdiario	20	Mecánico / Electricista
		Inspección y ajuste de pernos	Mecánico	-	Llaves	Semanal	15	Mecánico / Electricista
		Regulación del sensor	Mecánico	-	-	Semanal	15	Mecánico / Electricista
		Cambio del Sensor	Mecánico	-	-	Anual	30	Mecánico / Electricista
		Inspección de los cables	Ajuste	-	-	Mensual	15	Mecánico / Electricista
		Limpieza del Sensor	Limpieza	Trapo Industrial	-	Interdiario	10	Mecánico / Electricista

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 61: Plan de actividades – Volcador de Bins

ACTIVIDADE DE MANTENIMIENTO	TIEMPO APROXIMADO	N° DE VECES AL AÑO	TIEMPO ANUAL DE MANTENIMIENTO (min)	TIEMPO ANUAL DE MANTENIMIENTO (horas)
Cambiar de aceite e inspeccionar el nivel de aceite	5	60	300	5
Ajustar o tensar la faja	5	5	25	0,42
Inspeccionar la faja transportadora	10	120	1200	20
Medir el amperaje del motor	5	120	600	10
Inspeccionar la Tina de Lavado	15	120	1800	30
Cambios de rodamientos	30	1	30	0,5
Limpieza de la bomba de recirculación	15	20	300	5
Limpieza de los polines	45	20	900	15
Limpieza de la cadena	20	60	1200	20
Ajuste de prisioneros de piñón	15	20	300	5
Alineación de rodillos	15	20	300	5
Limpieza de cadena	20	60	1200	20
Inspección y ajuste de pernos	15	20	300	5
Regulación del sensor	15	20	300	5
Cambio del Sensor	30	1	30	0,5
Inspección de los cables	15	5	75	1,25
Limpieza del Sensor	10	60	600	10
Inspección y Lubricación de la cadena	20	120	2400	40
Inspeccionar la máquina Calibradora	15	120	1800	30
Inspección y Lubricación de las vías - carrier	40	40	1600	26,67
TOTAL				254,33

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

e.2. TARJETA DE MANTENIMIENTO

– Tarjeta de Volcador de Bins

Tabla 62: Tarjeta de Mantenimiento – Volcador de Bins

TARJETA DE MANTENIMIENTO DEL VOLCADOR DE BINES			
MANTENIMIENTO RUTINARIO		LINEA DE PRODUCCIÓN	
		Ubic. Línea de Producción	
			
	PARTES	CONDUCTO	HERRAMIENTA Y/O MATERIAL LUBRICANTE
1	6 Motorreductores	Exterior	Grasa Sanitaria
2	Cadenas Transportadoras de fierro negro	Exterior	Aceite Sanitario
3	Sensores con fotoceldas	Exterior	Trapo Industrial
4	Pistones Neumáticos	Exterior	Grasa Sanitaria
5	Chumaceras	Exterior	Grasa Sanitaria
6	Piñones	Exterior	Grasa Sanitaria

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– Tarjeta de Tina de Lavado

Tabla 63: Tarjeta de Mantenimiento – Tina de Lavado

TARJETA DE MANTENIMIENTO DE LA TINA DE LAVADO			
MANTENIMIENTO RUTINARIO		LINEA DE PRODUCCIÓN	
		Ubic. Línea de Producción	
		PARTES	CONDUCTO
1	Bomba de agua estática de recirculación	Exterior	Aceite Sanitario y/o Solvente Eléctrico
2	1 Motorreductor	Exterior	Grasa Sanitaria
3	Polines de aluminio	Exterior	Trapo Industrial / Grasa Sanitaria
4	Piñones	Exterior	Grasa Sanitaria
5	Cadena	Exterior	Aceite Sanitario
6	Chumaceras	Exterior	Grasa Sanitaria
7	Dosificador	Exterior	Aceite Sanitario

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– Tarjeta de Faja Transportadora

Tabla 64: Tarjeta de Mantenimiento – Faja Transportadora

TARJETA DE MANTENIMIENTO DE LA FAJA TRANSPORTADORA			
MANTENIMIENTO RUTINARIO	LINEA DE PRODUCCIÓN		
	Ubic. Línea de Producción		
			
	PARTES	CONDUCTO	HERRAMIENTA Y/O MATERIAL LUBRICANTE
1	Polines de PVC	Exterior	Limpieza detergente
2	Motoreductor	Exterior	Grasa Sanitaria
3	Cadena	Exterior	Aceite Sanitario
4	Chumaceras	Exterior	Grasa Sanitaria
5	Piñones	Exterior	Grasa Sanitaria

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

– Tarjeta de Calibradora

Tabla 65: Tarjeta de Mantenimiento – Calibradora

TARJETA DE MANTENIMIENTO DE LA CALIBRADORA			
MANTENIMIENTO RUTINARIO	LINEA DE PRODUCCIÓN		
	Ubic. Línea de Producción		
			
	PARTES	CONDUCTO	HERRAMIENTA Y/O MATERIAL LUBRICANTE
1	8 Vías	Exterior	Aceite de Grado Alimenticio
2	8 Cadenas	Exterior	Aceite Sanitario
3	16 Piñones	Exterior	Grasa Sanitaria
4	1 Motorreductor	Exterior	Grasa Sanitaria
5	Celdas de Peso	Exterior	Trapo Industrial
6	9 Fajas de Salida	Exterior	Limpieza detergente
7	9 Motoreductores	Exterior	Grasa Sanitaria
8	36 chumaceras	Exterior	Grasa Sanitaria
9	9 chavetas	Exterior	Grasa Sanitaria
10	Carrier	Exterior	Aceite de Grado Alimenticio

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

e.3. PLAN DE CAPACITACIONES

Tabla 66: Capacitación del Sistema de Gestión de Mantenimiento

MÓDULO FORMATIVO DE LA CAPACITACIÓN - SENATI	
Nombre	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
Duración	120 horas (15 capacitaciones de 8 horas)
Fechas	Noviembre y Diciembre
Precio	S/. 3 464 x persona
Objetivo del Curso	Brindar a los participantes los conocimientos necesarios para identificar posibles riesgos que ocasionan las fallas en la maquinaria
Dirigido	01 Jefe y Operarios de Mantenimiento - 01 Mecánico y 01 Electricista
Docente	Prof. Ing. Anibal Benitez Penayo
PUNTOS RELEVANTES	CONTENIDO
El Mantenimiento de Plantas Industriales	- Principales equipos y sistemas - Estrategias de Mantenimiento - Responsabilidades de Mantenimiento
Personal de Mantenimiento	- Organigrama de Mantenimiento - Organigrama general - El manual de organización: división de funciones
Gestión del Mantenimiento Correctivo	- Averías habituales - Órdenes de trabajo y permisos de trabajo - Criterios de asignación de prioridades - Análisis de averías - Seguros de Gran Avería

Fuente: SENATI (Ver anexo 37)

Tabla 67: Capacitación en Soldadura

MÓDULO FORMATIVO DE LA CAPACITACIÓN - SENATI	
Nombre	SOLDADURA TIG (GTAW)
Duración	15 horas (5 capacitaciones de 3 horas)
Fechas	2° Semana de Octubre
Precio	S/. 2 100
Objetivo del Curso	Brindar a los participantes los conocimientos necesarios respecto a las soldaduras TIG.
Dirigido	Operarios de Mantenimiento - 20 Mecánicos
Docente	Especialista SENATI
PUNTOS RELEVANTES	CONTENIDO
Arco Eléctrico	- Líneas de Fusión - Unión de materiales sin aporte - Unión de materiales con aporte - Soldadura en acero inoxidable - Soldadura en aluminio

Fuente: SENATI (Ver anexo 38)

3.3.2. REDUCCIÓN DE HORAS

Por otro lado con la propuesta a implementar disminuye en un 37,07% el total de las horas implementadas de un mantenimiento correctivo a un mantenimiento preventivo. Las horas de Mantenimiento correctivo (MC) se toman de la Tabla 22 – Campaña 2018 y las horas de Mantenimiento Preventivo (MP) se toman de la Tabla 62.

$$\text{Horas Reducidas} = \text{Horas de MC} - \text{Horas de MP}$$

$$\text{Horas Reducidas} = 404,12 \text{ horas} - 254,33 \text{ horas}$$

$$\text{Horas Reducidas} = 149,79 \text{ horas}$$

$$\text{Disminución \%} = \frac{149,79}{404,12} = 37,07 \%$$

3.3.3. EVALUACIÓN DE NUEVOS INDICADORES

De acuerdo a la empresa INFRASPEAK, nos dice que cuando se aplica mantenimiento preventivo, este representaría el 80% mientras que el mantenimiento correctivo un 20%, por ello se tomará una relación de 80/20 de los tiempos con la mejora aplicando el mantenimiento preventivo, en base a ello se calculará los nuevos tiempos con el mantenimiento correctivo.

❖ Confiabilidad

Para calcular el nuevo indicador de confiabilidad se consideró lo siguiente:

Tiempo total programado: 981 horas

Tiempo total de inactividad (TTI): Es la diferencia del tiempo total de parada con el mantenimiento correctivo (actual) y las horas de parada con el mantenimiento preventivo (mejora).

$$TTI = 404,12 \text{ horas} - 149,79 \text{ horas}$$

$$TTI = 254,33 \text{ horas}$$

Número de fallas: Se considera las fallas de los equipos que no se le realizará un mantenimiento preventivo, en este caso es la máquina faja transportadora que tiene un total de 43 fallas, adicionando las fallas más frecuentes que se tomarían con la propuesta de mejora, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 68: Averías más frecuentes de las máquinas después del mantenimiento correctivo programado.

MAQUINA	AVERÍAS	NÚMERO DE FALLAS	TIEMPO
VOLCADOR DE BINS	Fractura de cadena	2	2,98
	Fractura de perno	3	4,38
	Bloqueo de sensor de volcador	5	14,50
TINA DE LAVADO	Recalentamiento de bombas	3	9
	Atascamiento de rodillos	4	6
	Desgaste de polín	3	1,86
CALIBRADOR	Fractura de Carrier	9	22,68
TOTAL		29	61,40

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Se calculó el MTTF de manera general, para ello se consideró el tiempo total de producción programado menos el tiempo de inactividad entre el número de fallas previstas.

$$MTTF = \frac{931 \text{ horas} - 254,33 \text{ horas}}{43 + 29}$$

$$MTTF = \frac{676,67 \text{ horas}}{72 \text{ fallas}}$$

$$MTTF = 9,40 \text{ horas}$$

❖ **Mantenibilidad**

Para calcular el nuevo indicador de mantenibilidad se consideró lo siguiente:

Tiempo total en reparar (TTR): Es la diferencia del tiempo total de parada con el mantenimiento correctivo (actual) y las horas de parada con el mantenimiento correctivo (mejora).

Número de fallas: Se considera 43 fallas.

$$MTTR = \frac{104,54 \text{ horas}}{72 \text{ fallas}}$$

$$MTTR = 1,45 \text{ horas}$$

❖ Disponibilidad

Para calcular el nuevo indicador de disponibilidad se consideró lo siguiente:

Tiempo total programado: 981 horas

Tiempo total de inactividad (TTI): Es la diferencia del tiempo total de parada con el mantenimiento correctivo (actual) y las horas de parada con el mantenimiento correctivo (mejora).

$$\text{Disponibilidad} = 83,74\%$$

Lo que quiere decir que ahora la maquinaria se encuentra bajo control durante el proceso de producción.

3.3.4. Comparativo de los indicadores evaluados

En la siguiente tabla se muestra un comparativo de los indicadores analizados antes y después de la propuesta.

Tabla 69: Comparación de indicadores antes y después de la mejora

INDICADOR	ANTES DE LA MEJORA			DESPUÉS DE LA MEJORA		
	VALOR	UNIDAD	OBJETIVO	VALOR	UNIDAD	OBJETIVO
CONFIABILIDAD	4,76	h	Incrementar la vida útil de las máquinas	9,40	h	El tiempo promedio operativo se incrementa en 4,64 horas
MANTENIBILIDAD	2,37	h	Disminuir el tiempo medio de reparación	1,45	h	El tiempo medio de reparación disminuyó en 0,92 horas
DISPONIBILIDAD	58,45	%	Disminuir la disponibilidad de las máquinas	83,74	%	Aumentó en un 25,29%
TIEMPO DE PARADA	404,12	h	Reducir el tiempo de parada	254,33	h	El tiempo de parada se redujo en 149,79 horas

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.4. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

3.4.1. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

En los costos de implementación, se toma en cuenta los costos de herramientas e insumos a utilizar según el plan de actividades, además se considera el costo de las capacitaciones que se brindarán para la implementación. Haciendo un costo total de S/. 15 865,30 nuevos soles para el primer año de implementación y para el segundo año disminuye a S/. 4 255,30 nuevos soles.

Tabla 70: Costo de Herramientas del Mantenimiento Preventivo

HERRAMIENTA	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Aceitera	S/. 69,90	und	2	S/. 139,80
Llave Francesa 8"	S/. 32,90	und	1	S/. 32,90
Juego de dados y llaves 3/8 mm x 19 piezas	S/. 93,30	und	1	S/. 93,30
Juego de llaves Torx x 7 piezas	S/. 18,50	und	1	S/. 18,50
Set de llaves combinadas métricas 16 piezas	S/. 139,00	und	1	S/. 139,00
Llave Stilson 24	S/. 179,90	und	1	S/. 179,90
Engrasadora	S/. 59,90	und	2	S/. 119,80
Torquimetro	S/. 159,00	und	1	S/. 159,00
TOTAL				S/. 882,20

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Tabla 71: Costo de Insumos y/o Materiales del Mantenimiento Preventivo

INSUMOS / MATERIAL	COSTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Trapo Industrial	S/. 26,90	5 kg	10	S/. 269,00
Grasa Sanitaria s2 v220	S/. 39,28	gl	4	S/. 157,12
Aceite Sanitario 5w-40	S/. 139,99	gl	4	S/. 559,96
Solvente Eléctrico	S/. 40,00	gl	3	S/. 120,00
Aceite de grado alimenticio	S/. 20,00	1/4 gl	8	S/. 160,00
Rodamiento 6205/2Z C3	S/. 1,38	und	4	S/. 5,52
Detergente industrial	S/. 59,90	15 kg	25	S/. 1 497,50
Sensor Óptico	S/. 81,00	und	4	S/. 324,00
Faja	S/. 35,00	m	4	S/. 140,00
TOTAL				S/. 3 233,10

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la Tabla 72 se muestra las capacitaciones que se van a considerar con respecto al análisis realizado estos costos se toman de las Tablas 66 y 67.

Tabla 72: Costo de capacitaciones del Mantenimiento Preventivo

CAPACITACION	COSTO
SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO	S/. 9 510,00
SOLDADURA TIG	S/. 2 100,00
TOTAL	S/. 11 610,00

Fuente: SENATI

En la siguiente tabla se muestra el costo de la mano de obra por mantenimiento.

Tabla 73: Costo de Mano de Obra por Mantenimiento.

Mano de Obra Mantenimiento	Nº Trabajadores	Sueldo	Costo Total
Jefe de Mantenimiento	1	S/. 3 500	S/. 3 500
Mecánicos	20	S/. 1 400	S/. 28 000
Electricistas	20	S/. 1 400	S/. 28 000
Frigoristas	6	S/. 1 800	S/. 10 800
TOTAL	47		S/. 70 300

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

3.4.2. BENEFICIO ESPERADO

En la siguiente tabla se muestran los factores que intervienen en los costos de ambos sistemas (Actual / Propuesto), considerando para ambos la mano de obra por mantenimiento, los insumos, repuestos y herramientas, además de considerar para el sistema actual la mano de obra ociosa y para el sistema propuesto las capacitaciones.

Tabla 74: Factores que intervienen en los costos

SISTEMA	ACTUAL	PROPUESTA
Mano de Obra Ociosa	S/. 129 318,40	S/. -
Mano de Obra por Mantenimiento	S/. 304 538,40	S/. 351 500,00
Costos de insumos y Herramientas por Mantenimiento Correctivo	S/. 6 029,00	S/. 4 252,30
Capacitación	S/. -	S/. 11 610,00
TOTAL	S/. 439 885,80	S/. 367 365,30

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Por consiguiente se realizó el cálculo para obtener el beneficio que se obtendría al implementar la propuesta dando un resultado de S/. 73 124,10 nuevos soles por campaña.

$$\text{Beneficio} = \text{Sistema Actual} - \text{Sistema Propuesto}$$

$$\text{Beneficio} = S/. 439 885,80 - S/. 367 365,30$$

$$\text{Beneficio} = S/. 72 520,50$$

3.4.3. INCREMENTO DE LA RENTABILIDAD

Para medir la reducción de costos se tomó como referencia las horas reducidas (Pag. 90) y se calculó la producción esperada después de la propuesta de mejora. En la Tabla 75 se muestra dicha producción por presentación.

$$\text{Producción esperada} = \text{Horas Reducidas} * \text{Producción por hora}$$

$$\text{Producción esperada} = 149,79 \text{ horas} * 61 \text{ cajas/hora}$$

$$\text{Producción esperada} = 9 137 \text{ cajas}$$

Tabla 75: Producción esperada en horas reducidas

PRESENTACIÓN (Kg)	Producción esperada	Producción por presentación
16,8	9 137	413
11,3		921
10		3 468
4		4 335
TOTAL		9 137

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

En la siguiente tabla se calculó el costo total de producción, así como también el nuevo beneficio de producción, en base a la producción de la Campaña 2018 (Tabla 11) más la producción esperada en base a las horas reducidas (Tabla 75).

Tabla 76: Costo Total de Producción Esperada

Costo de Producción por presentación	Utilidad de Producción por presentación	Cajas producidas - Campaña 2018	Producción esperada	Producción Total	Costo Total de Producción	Utilidad de la Producción
S/. 67,80	S/. 16,80	8 667	413	9 080	S/. 615 605,65	S/. 152 539,45
S/. 44,30	S/. 11,30	28 735	921	29 656	S/. 1 313 759,02	S/. 335 112,35
S/. 41,00	S/. 10,00	122 307	3 468	125 775	S/. 5 156 766,33	S/. 1 257 747,88
S/. 20,00	S/. 4,00	382 208	4 335	386 543	S/. 7 730 868,09	S/. 1 546 173,62
Total		541 917	9 137	551 054	S/.14 816 999,09	S/. 3 291 573,30

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

De acuerdo al cálculo realizado, con el mantenimiento preventivo propuesto, la rentabilidad incrementará al 22,70%.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costos}} \times 100$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{S/ 3 291 573,30 + S/ 72 520,50}{S/. 14 816 999,09} \times 100$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{S/ 3 364 093,80}{S/. 14 816 999,09} \times 100$$

$$\text{Rentabilidad} = 22,70\%$$

3.4.4. FLUJO DE CAJA

En la Tabla 77 se muestra el flujo de caja, donde la Relación de Beneficio / Costo da un total de S/. 2,96 nuevos soles.

Tabla 77: Flujo de Caja

ESTADO DE RESULTADO					
ACTUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Mano de Obra Ociosa	S/. 129 318,40				
Mano de Obra por Mantenimiento	S/. 304 538,40				
Utilidad	S/. 3 222 210				
Costos de insumos y Herramientas por Mantenimiento Correctivo	S/. 6 029,00				
PROPUESTA	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Mano de Obra por Mantenimiento	S/. 351 500,00				
Costos de insumos y Herramientas por Mantenimiento	S/. 4 255,30				
Capacitación	S/. 11 610,00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
Utilidad	S/. 3 291 573,30	S/. 3 420 891,70			
Relación Beneficio / Costo	S/. 2,96				

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- ✓ En el diagnóstico se determinó que la empresa Agrícola Cerro Prieto cuenta con problemas en el área de mantenimiento, en el periodo analizado se registraron 408 averías que equivalen a 811,87 horas de parada de producción. Se calcularon los indicadores de mantenimiento, teniendo como resultado el Tiempo Promedio entre Fallas (Confiabilidad) de 4,76 horas, el tiempo medio de reparación (Mantenibilidad) de 2,37 horas y la disponibilidad es de 58,45%. Así mismo se calculó las utilidades no percibidas con respecto a las utilidades percibidas durante el periodo evaluado que equivalen el 6,02%; a esto se incluye que la empresa presenta pérdidas de un 4,16% al pagar mano de obra ociosa que equivale a un S/. 129 318,40 nuevos soles. El diagnóstico terminó con la evaluación de la rentabilidad de la empresa en donde se expresa que la rentabilidad actual se encuentra en un 21,19%.
- ✓ En la propuesta del plan de mantenimiento preventivo se utiliza la metodología Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), la cual se apoya en herramientas como el Análisis de Criticidad; esto permitió mostrar que la máquina Calibradora, Volcador de bins y la Tina de Lavado son las máquinas que poseen mayor criticidad, es decir que necesitan mayor atención; otras herramientas que se utilizaron son el diagrama de Pareto, el árbol de fallas, el Análisis de Modo Efecto y Fallas (AMEF) y la Hoja de decisión RCM, estas son muy importantes para la elaboración y desarrollo de los planes de mantenimiento. Después de la mejora el tiempo de parada disminuye en un 37,07% lo que equivale a 149,79 horas, el Tiempo Promedio entre Fallas se incrementó en 4,64 horas incrementando incrementando la vida útil y la operatividad de las máquinas, el Tiempo Promedio de Reparación disminuye en 0,92 horas, la disponibilidad global aumentó a un 83,74%; es decir se incrementa en un 25,29% con respecto a la disponibilidad global antes de la mejora.
- ✓ Finalmente, mediante el Análisis de Costo – Beneficio se determinó que el beneficio de la mejora es de S/. 72 520,50, en donde la rentabilidad aumentaría a 22,70%. Además se determinó el coeficiente de beneficio / costo de S/. 2,96; superior a la unidad, es decir que por cada S/. 1.00 invertido se obtendrá S/. 1,96 de ganancia, lo que significa que la propuesta es rentable.

4.2.RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a la empresa brindar capacitaciones, de manera constante, al personal de mantenimiento con el fin de que esto ayude a que cada año tengan trabajadores capacitados que ayuden a la disminución de fallas en las máquinas.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ADEX, “Exportación de Palta peruana sigue en crecimiento”. Exportación de la palta peruana. Consultado el 05 de Abril del 2017. <http://www.adexperu.org.pe>
- [2] Bravo, Roberto y Ana Barrantes, 1989. Administración del mantenimiento Industrial, Costa Rica: Editorial UNED
- [3] Carlos, B. (2012). Mantenimiento Industrial. Córdoba, Argentina: Editorial Científica Universitaria.
- [4] Espinosa Fuentes, F. Facultad de Ingeniería. Universidad de TALCA. Consultado el 25 de Mayo de 2017. http://campuscurico.utralca.cl/~fespinos/13-APUNTES_%20SOBRE_%20COSTOS_MANTENIMIENTO.pdf
- [5] García Palencia, O. (2012). Gestión de Mantenimiento Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- [6] García Guerrero, S. (2003). Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- [7] Gómez de León, F. C. (1998). Tecnología del mantenimiento industrial. Murcia: EDITUM.
- [8] MINAGRI, “Cartera de Agricultura peruana: Exportaciones Agrarias” Consultado el 05 de Abril del 2017.
- [9] Oliverio García, P. (2012). Gestión de Mantenimiento Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- [10] Parra, A. y Crespo, Adolfo. (2012). Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de activos, Sevilla: Escuela técnica superior de ingenieros industriales de la universidad de Sevilla.
- [11] Salih O Duffuaa, A. R. (1999). Planificación y control de los sistemas de mantenimiento: modelado y análisis. John Wiley & Sons.
- [12] Vergara, G. Mejora tu gestión. Consultado el 30 de Mayo de 2017. Obtenido de <http://mejoratugestion.com/mejora-tu-gestion/que-es-un-sistema-de-gestion/>
- [13] Moreno, Antonio (2010). Mantenimiento Industrial. Madrid: EPSA-UC.
- [14] Carlos, Boero. 2012. Mantenimiento Industrial. Córdoba, Argentina: Editorial Científica Universitaria.

- [15] Mohammad Doostparasta; Farhad Kolahanb. 2014. A reliability-based approach to optimize preventive maintenance scheduling for coherent systems. Bogotá, Colombia. RENOVATEC.
- [16] Rastegari Ali; Mobin Mohammadsadegh. 2016. Maintenance decision making, supported by computerized maintenance management system. Venezuela. RENOVATEC.
- [17] Dewan 2015. Preventive Maintenance Scheduling for Production Facilities at Kertajaya Palm Oil Mill: Evidence from European Journal of Scientific Research. (junio): 451 – 458
- [18] Viveros, Pablo, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera y Adolfo Crespo. 2015. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare* (Abril): 125-138
- [19] SENATI. 2007. Gestión de mantenimiento. Lima: SENATI.
- [20] SENATI. 2007. Costos y presupuestos para empresas, guía del participante. Lima: SENATI
- [21] Según Imad Alsyouf [3] en su investigación “El rol del mantenimiento en la mejora de la productividad y rentabilidad de las empresas”
- [22] Contreras, I. (2005). Glosario y Formulario de Administración Financiera. Consejo de Publicaciones. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.
- [23] AC-SDC-GAM-PEMEX (Petróleos Mexicanos), «Guía de aprendizaje: Metodología de análisis de Criticidad (AC),» Producción 202-64000-GMA-212-0001, Villahermosa, Tabasco, 2007.

VI. ANEXOS

Anexo 1: Lista de operarios del área de Mantenimiento

NOMBRE	EDAD	OCUPACIÓN	FORMACIÓN	AÑOS DE EXPERIENCIA
Abad Flores Segundo	35	Mecánico	Técnico	5 años
Alemas Monje Juan	36	Mecánico	Técnico	4 año
Arévalo Ruiz Felipe	40	Frigorista	Sin Estudio Superior	7 años
Becerra Dávila Marciano	26	Electricista	Técnico	3 años
Bereche Bereche Cesar	28	Electricista	Técnico	7 meses
Cardozo Medina Vicente	48	Mecánico	Sin Estudio Superior	6 año
Cotrina Sánchez Mario	31	Mecánico	Técnico	4 años
Guevara Núñez Merardo	30	Frigorista	Técnico	4 años
Sánchez Baldera Eduvigio	40	Mecánico	Sin Estudio Superior	4 años
Santisteban Relayza Nicolás	36	Electricista	Técnico	3 años
Soplapuco Olazabal Víctor	45	Mecánico	Sin Estudio Superior	5 años
Vásquez Heredia Isidro	36	Electricista	Técnico	8 años
De Los Santos Tejada Genaro	38	Electricista	Técnico	8 años
Inoñan Montalván José	41	Mecánico	Técnico	7 años
Montalván Riojas Leoncio	40	Mecánico	Sin Estudio Superior	5 años
Sairitupac Salazar Orlando	42	Mecánico	Sin Estudio Superior	7 años
Sandoval Martínez Jaime	38	Electricista	Técnico	2 años
Yarlaque Santisteban Raúl	36	Electricista	Técnico	3 años
Zeña Rodríguez Anselmo	25	Frigorista	Técnico	12 meses
Sandoval Llontop Yrvin	38	Electricista	Técnico	2 años
Taboada Siesquen Raúl	36	Mecánico	Técnico	3 año
Tezen Zapata José	42	Mecánico	Técnico	4 año
Tezen Zapata Orlando	40	Electricista	Técnico	5 años
Vidaurre Baldera Teófilo	45	Electricista	Sin Estudio Superior	1 año
Pizarro Bances Ruperto	47	Mecánico	Sin Estudio Superior	2 años
Tesen Zeña José Daniel	23	Electricista	Técnico	1 año
Bravo Cisneros Alejandro	28	Mecánico	Técnico	2 años
Sánchez Bances Jaime	29	Electricista	Técnico	1 año
Chapoñan Inoñan Manuel	27	Mecánico	Técnico	1 año
Ramírez Peralta Wilmer	26	Frigorista	Técnico	10 meses

Olazabal Namuche José	45	Electricista	Sin Estudio Superior	6 años
Santa María José	35	Mecánico	Técnico	3 años
Sánchez Aponte Esnil	38	Electricista	Técnico	1 año
Chapoñan Estrada Isabel	26	Electricista	Técnico	3 años
Palomino Gutiérrez Elmer	39	Electricista	Técnico	2 años
Herrera Cortez William	34	Mecánico	Técnico	3 años
Muñoz Ibáñez Santiago	25	Mecánico	Técnico	6 meses
Calderón Martínez Valerio	45	Electricista	Sin Estudio Superior	4 años
Ramírez Hernández Roger	43	Electricista	Sin Estudio Superior	7 años
Jiménez Rivera Reyler	38	Frigorista	Técnico	2 años
Ramos Benites Benito	39	Electricista	Técnico	3 años
Guevara Huamán Otto	37	Electricista	Técnico	2 años
Flores Torres Domingo	45	Mecánico	Sin Estudio Superior	3 años
Tarrillo Pérez Feliciano	36	Mecánico	Técnico	1 año
Cabanillas Goicochea Víctor	29	Mecánico	Técnico	3 meses
Beltrán Martínez Franklin	30	Frigorista	Técnico	2 años

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 2: Fallas en el mes de Marzo - 2017

MARZO - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
03/03/2017	12:13 p.m.	02:53 p.m.	02:40	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
03/03/2017	04:27 p.m.	05:50 p.m.	01:23	Fractura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
04/03/2017	01:13 p.m.	01:55 p.m.	00:42	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
04/03/2017	05:13 p.m.	08:56 p.m.	03:43	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
06/03/2017	10:37 a.m.	11:42 a.m.	01:05	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
07/03/2017	10:30 a.m.	12:05 a.m.	01:35	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
07/03/2017	03:18 p.m.	04:55 p.m.	01:37	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
08/03/2017	02:29 p.m.	03:36 p.m.	01:07	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
09/03/2017	02:31 p.m.	03:28 p.m.	00:57	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
10/03/2017	10:14 a.m.	01:53 p.m.	03:39	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
10/03/2017	03:45 p.m.	08:28 p.m.	04:43	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
11/03/2017	02:14 p.m.	03:10 p.m.	00:56	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
13/03/2017	09:27 a.m.	11:06 a.m.	01:39	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
13/03/2017	03:32 p.m.	09:10 p.m.	05:38	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
14/03/2017	10:10 a.m.	11:25 a.m.	01:15	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
14/03/2017	03:45 p.m.	04:48 p.m.	01:03	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
15/03/2017	09:12 a.m.	11:35 a.m.	02:23	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
15/03/2017	12:17 p.m.	01:48 p.m.	01:31	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
15/03/2017	03:20 p.m.	05:58 p.m.	02:38	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
16/03/2017	09:12 a.m.	10:34 a.m.	01:22	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 3: Fallas en el mes de Marzo - 2017

MARZO - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
16/03/2017	11:12 a.m.	03:59 p.m.	04:47	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
17/03/2017	11:35 a.m.	01:15 p.m.	01:40	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
18/03/2017	11:34 a.m.	12:18 p.m.	00:44	Ruptura de Estructura	Sobreesfuerzo	SELECCIÓN
18/03/2017	02:22 p.m.	03:26 p.m.	01:04	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
20/03/2017	03:31 p.m.	04:40 p.m.	01:09	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
21/03/2017	09:22 a.m.	12:45 p.m.	03:23	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
21/03/2017	02:42 p.m.	06:37 p.m.	03:56	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
22/03/2017	10:45 a.m.	12:33 a.m.	01:48	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
22/03/2017	04:47 p.m.	05:48 p.m.	01:01	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
23/03/2017	02:50 p.m.	05:38 p.m.	02:48	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
24/03/2017	04:08 p.m.	05:55 p.m.	01:47	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
25/03/2017	09:12 a.m.	10:38 a.m.	01:26	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
25/03/2017	02:39 p.m.	05:16 p.m.	02:47	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
27/03/2017	10:10 a.m.	12:55 p.m.	02:45	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
27/03/2017	03:58 p.m.	08:38 p.m.	04:40	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
28/03/2017	02:24 p.m.	03:45 p.m.	01:21	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
29/03/2017	09:34 a.m.	10:28 a.m.	00:54	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
29/03/2017	03:48 p.m.	04:58 p.m.	01:10	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
30/03/2017	08:40 a.m.	12:37 a.m.	03:47	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
31/03/2017	10:40 a.m.	12:00 p.m.	01:20	Ruptura de Faja	Desalineación de faja	SELECCIÓN
31/03/2017	03:43 p.m.	04:58 p.m.	01:15	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 4: Fallas en el mes de Abril - 2017

ABRIL - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
01/04/2017	10:23 a.m.	01:18 p.m.	02:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
03/04/2017	09:17 a.m.	01:57 p.m.	04:40	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
03/04/2017	04:05 p.m.	05:10 p.m.	01:05	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
04/04/2017	09:00 a.m.	12:40 a.m.	03:40	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
05/04/2017	10:24 a.m.	11:53 a.m.	01:29	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
05/04/2017	04:28 p.m.	05:00 p.m.	00:32	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
06/04/2017	01:10 p.m.	04:25 p.m.	03:35	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
06/04/2017	10:10 a.m.	12:30 p.m.	02:20	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
07/04/2017	03:10 p.m.	04:48 p.m.	01:38	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
07/04/2017	05:55 p.m.	07:33 p.m.	01:38	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
08/04/2017	09:15 a.m.	10:23 a.m.	01:08	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
08/04/2017	02:17 p.m.	02:38 p.m.	00:21	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
10/04/2017	06:00 p.m.	08:42 p.m.	02:42	Carrier Defectuoso. Roto.	Sobreesfuerzo	CALIBRADO
11/04/2017	10:23 a.m.	02:59 p.m.	04:36	Recalentamiento de bomba de recirculación	Desalineación	LAVADO Y CEPILLADO
11/04/2017	04:23 p.m.	05:48 p.m.	01:25	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
12/04/2017	09:26 a.m.	12:06 a.m.	03:40	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
12/04/2017	02:56 p.m.	04:47 p.m.	01:51	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 5: Fallas en el mes de Abril - 2017

ABRIL - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
13/04/2017	03:39 p.m.	04:03 p.m.	00:24	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
14/04/2017	08:50 a.m.	10:26 a.m.	01:34	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
14/04/2017	04:34 p.m.	05:38 p.m.	01:04	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
15/04/2017	09:23 a.m.	11:18 a.m.	01:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
15/04/2017	02:40 p.m.	06:10 p.m.	03:30	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
17/04/2017	09:32 a.m.	11:00 a.m.	01:28	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
17/04/2017	03:34 p.m.	04:09 p.m.	01:35	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
18/04/2017	10:10 a.m.	11:50 a.m.	01:40	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
18/04/2017	05:23 a.m.	06:32 a.m.	01:09	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
19/04/2017	09:23 a.m.	12:15 a.m.	02:52	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
19/04/2017	03:38 p.m.	07:26 p.m.	03:48	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
20/04/2017	10:26 a.m.	11:32 a.m.	01:06	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
20/04/2017	03:21 a.m.	06:16 a.m.	02:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
21/04/2017	10:12 a.m.	10:46 a.m.	00:34	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
21/04/2017	04:12 p.m.	07:08 p.m.	02:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
22/04/2017	10:00 a.m.	10:15 a.m.	00:15	Fractura de Estructura	Sobreesfuerzo	SELECCIÓN
22/04/2017	03:12 p.m.	05:45 p.m.	02:33	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
24/04/2017	10:18 a.m.	12:04 a.m.	01:46	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 6: Fallas en el mes de Abril - 2017

ABRIL - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
24/04/2017	04:28 p.m.	06:00 p.m.	01:32	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
25/04/2017	09:28 a.m.	12:25 a.m.	02:57	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
25/04/2017	03:21 a.m.	08:05 a.m.	04:44	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
26/04/2017	10:23 a.m.	12:06 p.m.	01:43	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
26/04/2017	05:27 p.m.	08:15 p.m.	02:48	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
27/04/2017	08:40 a.m.	11:17 a.m.	02:27	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
27/04/2017	02:16 p.m.	03:21 p.m.	01:05	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
27/04/2017	05:35 p.m.	08:22 p.m.	02:47	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
28/04/2017	02:30 p.m.	02:50 p.m.	00:20	Ruptura de Faja	Desalineación	SELECCIÓN
29/04/2017	10:32 a.m.	12:12 p.m.	01:40	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
29/04/2017	05:02 p.m.	06:59 p.m.	01:57	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
31/04/2017	11:02 a.m.	03:45 p.m.	04:43	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 7: Fallas en el mes de Mayo - 2017

MAYO - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
02/05/2017	09:18 a.m.	12:02 p.m.	02:44	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
02/05/2017	05:23 p.m.	07:17 p.m.	01:54	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
03/05/2017	10:27 a.m.	11:43 a.m.	01:16	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
03/05/2017	04:24 p.m.	07:19 p.m.	02:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
04/05/2017	10:05 a.m.	12:57 p.m.	02:52	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
04/05/2017	03:28 p.m.	06:59 p.m.	03:31	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
05/05/2017	09:15 a.m.	10:36 a.m.	01:21	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
05/05/2017	04:25 p.m.	04:55 p.m.	00:30	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
06/05/2017	07:09 a.m.	10:51 a.m.	03:42	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
06/05/2017	04:29 p.m.	07:17 p.m.	02:48	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
08/05/2017	08:27 a.m.	11:09 a.m.	02:42	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
08/05/2017	06:13 p.m.	08:08 p.m.	01:55	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
09/05/2017	10:37 a.m.	11:15 p.m.	00:28	Fractura de Estructura	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
09/05/2017	04:53 p.m.	07:26 p.m.	02:33	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
10/05/2017	09:28 a.m.	12:13 p.m.	02:45	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
10/05/2017	03:30 p.m.	05:55 p.m.	02:25	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
11/05/2017	07:40 a.m.	09:05 a.m.	01:25	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
11/05/2017	05:37 p.m.	07:05 p.m.	01:28	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 8: Fallas en el mes de Mayo - 2017

MAYO - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
12/05/2017	09:12 a.m.	10:54 a.m.	01:42	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
12/05/2017	03:18 p.m.	04:37 p.m.	01:19	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
13/05/2017	10:23 a.m.	02:05 p.m.	03:42	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
13/05/2017	05:09 p.m.	07:41 p.m.	02:32	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
15/05/2017	08:00 a.m.	11:22 a.m.	03:22	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
15/05/2017	05:32 p.m.	06:43 p.m.	01:11	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
16/05/2017	10:17 a.m.	10:58 a.m.	00:41	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
16/05/2017	02:05 p.m.	03:45 p.m.	01:40	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
17/05/2017	09:37 a.m.	10:54 a.m.	01:17	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
17/05/2017	04:18 p.m.	07:05 p.m.	02:47	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
18/05/2017	10:29 a.m.	11:45 a.m.	01:16	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
18/05/2017	04:27 p.m.	07:52 p.m.	03:25	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
19/05/2017	10:29 a.m.	11:53 a.m.	01:24	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
19/05/2017	05:17 p.m.	05:54 p.m.	00:37	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
20/05/2017	02:34 p.m.	04:07 p.m.	01:33	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
22/05/2017	10:01 a.m.	11:44 a.m.	01:43	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
22/05/2017	03:38 p.m.	04:54 p.m.	01:16	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 9: Fallas en el mes de Mayo - 2017

MAYO - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
23/05/2017	11:03 a.m.	11:49 a.m.	00:46	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
23/05/2017	05:18 p.m.	06:34 p.m.	01:16	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
24/05/2017	09:37 a.m.	10:43 a.m.	01:06	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
24/05/2017	05:04 p.m.	06:56 p.m.	01:52	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
25/05/2017	08:20 a.m.	11:52 a.m.	03:32	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
25/05/2017	03:48 p.m.	05:07 p.m.	01:19	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
26/05/2017	08:15 a.m.	10:00 a.m.	01:45	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
26/05/2017	04:28 p.m.	06:13 p.m.	01:45	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
27/05/2017	09:15 a.m.	09:59 a.m.	00:44	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
27/05/2017	04:38 p.m.	04:59 p.m.	00:21	Fractura de Estructura	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
29/05/2017	02:18 p.m.	03:39 p.m.	01:21	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
30/05/2017	08:00 a.m.	09:39 a.m.	01:39	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
30/05/2017	03:24 p.m.	04:54 p.m.	01:30	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
31/05/2017	09:09 a.m.	12:04 a.m.	02:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 10: Fallas en el mes de Junio – 2017

JUNIO - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
01/06/2017	10:23 a.m.	11:35 a.m.	01:12	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
01/06/2017	04:18 p.m.	07:05 p.m.	02:37	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
02/06/2017	09:37 a.m.	01:12 p.m.	03:35	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
02/06/2017	02:34 p.m.	05:39 p.m.	03:05	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
03/06/2017	10:21 a.m.	11:45 a.m.	01:24	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
03/06/2017	05:11 p.m.	05:54 p.m.	00:43	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
05/06/2017	11:20 a.m.	02:05 p.m.	02:45	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
05/06/2017	02:20 p.m.	04:30 p.m.	02:10	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
06/06/2017	07:35 a.m.	09:17 a.m.	01:42	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
06/06/2017	04:13 p.m.	06:34 p.m.	02:21	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
07/06/2017	10:21 a.m.	11:43 a.m.	01:22	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
07/06/2017	04:28 p.m.	05:59 p.m.	01:31	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
08/06/2017	09:51 a.m.	12:16 p.m.	02:25	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
08/06/2017	03:54 p.m.	04:33 p.m.	00:39	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
09/06/2017	08:27 a.m.	11:14 a.m.	02:47	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
09/06/2017	05:28 p.m.	08:15 p.m.	02:47	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
10/06/2017	10:56 a.m.	02:24 p.m.	03:28	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
10/06/2017	03:43 p.m.	05:58 p.m.	02:15	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
12/06/2017	08:00 a.m.	09:43 a.m.	01:43	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
12/06/2017	02:42 p.m.	04:54 p.m.	02:12	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 11: Fallas en el mes de Junio – 2017

JUNIO - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
13/06/2017	08:40 a.m.	09:12 a.m.	00:32	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
13/06/2017	10:40 a.m.	12:46 p.m.	02:06	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
13/06/2017	04:21 p.m.	06:14 p.m.	01:53	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
14/06/2017	08:00 p.m.	10:12 p.m.	02:12	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
14/06/2017	03:25 p.m.	04:58 p.m.	01:33	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
15/06/2017	10:32 a.m.	12:23 p.m.	01:51	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
15/06/2017	04:45 p.m.	06:33 p.m.	01:48	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
16/06/2017	10:10 a.m.	12:50 p.m.	02:40	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
16/06/2017	04:12 p.m.	05:37 p.m.	01:25	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
17/06/2017	09:22 a.m.	09:48 p.m.	00:26	Fractura de Estructura	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
17/06/2017	05:37 p.m.	08:05 p.m.	02:28	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
19/06/2017	11:01 a.m.	12:53 p.m.	01:52	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
19/06/2017	04:04 p.m.	06:33 p.m.	02:29	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
20/06/2017	09:27 a.m.	12:06 p.m.	02:39	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
20/06/2017	04:47 p.m.	05:58 p.m.	01:11	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
21/06/2017	10:45 a.m.	12:23 p.m.	01:28	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
21/06/2017	02:56 p.m.	05:17 p.m.	02:21	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
22/06/2017	11:00 a.m.	12:35 p.m.	01:35	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 12: Fallas en el mes de Junio – 2017

JUNIO - 2017						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
23/06/2017	11:34 a.m.	11:58 a.m.	00:24	Fractura de Estructura	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
23/06/2017	02:22 p.m.	04:26 p.m.	02:04	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
24/06/2017	09:17 a.m.	12:27 p.m.	03:10	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
24/06/2017	04:28 p.m.	05:43 p.m.	01:15	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
26/06/2017	04:17 p.m.	06:27 p.m.	02:10	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
27/06/2017	10:28 a.m.	12:05 p.m.	01:37	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
27/06/2017	03:28 p.m.	04:35 p.m.	01:07	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
28/06/2017	09:41 a.m.	12:18 p.m.	02:39	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
28/06/2017	06:18 p.m.	06:57 p.m.	00:29	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
29/06/2017	11:51 a.m.	02:34 p.m.	02:43	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
29/06/2017	05:29 p.m.	06:47 p.m.	01:18	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
30/06/2017	09:15 a.m.	11:36 a.m.	02:21	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
30/06/2017	02:15 p.m.	04:05 p.m.	01:50	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 13: Fallas en el mes de Julio – 2017

JULIO						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
01/07/2017	08:41 a.m.	12:16 p.m.	03:35	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
01/07/2017	03:22 p.m.	04:45 p.m.	01:23	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
02/07/2017	09:37 a.m.	12:19 p.m.	02:42	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
04/07/2017	10:04 a.m.	01:32 p.m.	03:28	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
04/07/2017	04:21 p.m.	05:53 p.m.	01:32	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
05/07/2017	02:05 p.m.	03:35 p.m.	01:30	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
06/07/2017	10:00 a.m.	11:55a.m.	01:55	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
06/07/2017	04:26 p.m.	04:58 p.m.	00:32	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
07/07/2017	04:17 p.m.	07:09 p.m.	02:42	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
08/07/2017	09:21 a.m.	10:35 a.m.	01:14	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
08/07/2017	02:35 p.m.	03:20 p.m.	00:45	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
10/07/2017	02:13 p.m.	05:54 p.m.	03:41	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
11/07/2017	09:41 a.m.	12:11 p.m.	02:30	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
11/07/2017	04:18 p.m.	05:30 p.m.	01:12	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 14: Fallas en el mes de Marzo – 2018

MARZO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
03/03/2018	12:13 p.m.	01:53 p.m.	01:40	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
05/03/2018	08:32 a.m.	11:13 a.m.	02:41	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
05/03/2018	03:09 p.m.	05:32 p.m.	02:23	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
06/03/2018	09:34 a.m.	10:42 a.m.	01:08	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
06/03/2018	02:38 p.m.	05:45 p.m.	03:07	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
07/03/2018	11:19 a.m.	11:58 a.m.	00:39	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
07/03/2018	04:27 p.m.	04:49 p.m.	00:22	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
08/03/2018	09:23 a.m.	12:43 a.m.	03:20	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
08/03/2018	03:29 p.m.	04:34 p.m.	01:05	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
09/03/2018	10:16 a.m.	11:21 a.m.	01:05	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
09/03/2018	02:31 p.m.	05:33 p.m.	03:02	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
10/03/2018	03:32 p.m.	06:02 p.m.	02:30	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
12/03/2018	10:17 a.m.	12:42 a.m.	02:25	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
13/03/2018	10:28 a.m.	10:57 a.m.	00:29	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
13/03/2018	04:18 p.m.	05:32 p.m.	01:14	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
14/03/2018	11:02 a.m.	01:58 p.m.	02:56	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
14/03/2018	02:22 p.m.	05:34 p.m.	03:12	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
15/03/2018	09:45 a.m.	11:12 a.m.	01:27	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 15: Fallas en el mes de Marzo – 2018

MARZO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
15/03/2018	04:16 p.m.	04:48 p.m.	00:32	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
16/03/2018	02:17 p.m.	05:01 p.m.	02:44	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
17/03/2018	09:43 a.m.	11:58 a.m.	02:15	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
17/03/2018	02:42 p.m.	04:29 p.m.	01:37	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
19/03/2018	10:00 a.m.	11:25 a.m.	01:25	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
19/03/2018	03:13 a.m.	04:28 a.m.	01:15	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
20/03/2018	09:32 a.m.	11:59 a.m.	02:27	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
21/03/2018	09:23 a.m.	12:58 p.m.	03:35	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
21/03/2018	03:39 p.m.	04:03 p.m.	00:24	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
22/03/2018	09:18 a.m.	10:43 p.m.	01:25	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
23/03/2018	04:27 p.m.	05:50 p.m.	01:23	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
24/03/2018	08:23 a.m.	12:05 p.m.	03:42	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
24/03/2018	04:12 p.m.	07:08 p.m.	02:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
26/03/2018	09:34 a.m.	11:03 a.m.	01:31	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
26/03/2018	03:48 p.m.	04:50 p.m.	01:02	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 16: Fallas en el mes de Marzo – 2018

MARZO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
27/03/2018	01:12 p.m.	03:56 p.m.	02:44	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
27/03/2018	11:13 a.m.	11:56 a.m.	00:43	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
28/03/2018	04:32 p.m.	05:59 p.m.	01:27	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
29/03/2018	08:40 a.m.	12:01 p.m.	03:21	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
29/03/2018	02:14 p.m.	03:19 p.m.	01:05	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
30/03/2018	09:10 a.m.	11:25 a.m.	02:15	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 17: Fallas en el mes de Abril – 2018

ABRIL - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
03/04/2018	02:12 p.m.	03:15 p.m.	01:03	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
04/04/2018	08:20 a.m.	12:06 p.m.	03:46	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
04/04/2018	03:37 p.m.	06:53 p.m.	03:16	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
05/04/2018	09:32 a.m.	11:04 a.m.	01:32	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
05/04/2018	05:21 p.m.	07:43 p.m.	02:22	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
06/04/2018	10:30 a.m.	12:30 p.m.	01:30	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
07/04/2018	09:17 a.m.	11:09 a.m.	01:52	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
07/04/2018	02:40 p.m.	05:55 p.m.	03:15	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
09/04/2018	08:21 a.m.	09:16 a.m.	00:55	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
09/04/2018	03:12 p.m.	06:54 p.m.	03:42	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
10/04/2018	11:04 a.m.	11:43 a.m.	00:39	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
11/04/2018	07:25 a.m.	10:40 a.m.	03:15	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
11/04/2018	03:28 p.m.	05:23 p.m.	01:55	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
12/04/2018	08:13 a.m.	11:47 a.m.	03:34	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
12/04/2018	02:12 p.m.	03:24 p.m.	01:12	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
13/04/2018	09:27 a.m.	11:25 a.m.	01:58	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
13/04/2018	02:00 p.m.	03:25 p.m.	01:25	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 18: Fallas en el mes de Abril – 2018

ABRIL - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
14/04/2018	10:02 a.m.	12:16 p.m.	02:14	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
14/04/2018	03:21 p.m.	06:00 p.m.	02:39	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
16/04/2018	11:21 a.m.	11:58 a.m.	00:37	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
17/04/2018	08:37 a.m.	11:12 a.m.	02:35	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
17/04/2018	05:09 p.m.	07:45 p.m.	02:36	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
18/04/2018	09:09 a.m.	12:49 p.m.	03:40	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
18/04/2018	03:24 p.m.	05:23 p.m.	01:59	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
19/04/2018	10:05 a.m.	10:40 a.m.	00:35	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
19/04/2018	03:42 p.m.	07:15 p.m.	03:33	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
20/04/2018	10:21 a.m.	11:50 a.m.	01:29	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
20/04/2018	05:35 p.m.	08:40 p.m.	03:05	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
21/04/2018	09:51 a.m.	11:57 a.m.	02:06	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
21/04/2018	04:32 p.m.	07:12 p.m.	02:40	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
23/04/2018	02:33 p.m.	06:12 p.m.	03:39	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
24/04/2018	09:14 a.m.	11:12 a.m.	01:58	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
24/04/2018	04:32 p.m.	07:45 p.m.	03:13	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 19: Fallas en el mes de Abril – 2018

ABRIL - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
25/04/2018	09:37 a.m.	10:58 a.m.	01:21	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
25/04/2018	03:14 p.m.	03:56 p.m.	00:42	Fractura de Estructura	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
26/04/2018	09:41 a.m.	11:49 a.m.	02:08	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
26/04/2018	04:35 p.m.	07:59 p.m.	03:24	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
27/04/2018	10:21 a.m.	11:34 a.m.	01:13	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
27/04/2018	02:33 p.m.	03:49 p.m.	01:16	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
28/04/2018	08:23 a.m.	08:45 a.m.	00:22	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
28/04/2018	03:43 p.m.	06:54 p.m.	03:11	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
30/04/2018	10:15 a.m.	12:38 p.m.	02:23	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
30/04/2018	02:12 a.m.	03:21 a.m.	01:09	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 20: Fallas en el mes de Mayo – 2018

MAYO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
02/05/2018	09:18 a.m.	12:02 p.m.	02:44	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
02/05/2018	05:23 p.m.	07:17 p.m.	01:54	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
03/05/2018	03:28 p.m.	06:59 p.m.	03:31	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
03/05/2018	10:05 a.m.	12:57 p.m.	02:52	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
04/05/2018	04:24 p.m.	07:19 p.m.	02:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
04/05/2018	10:27 a.m.	11:43 a.m.	01:16	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
05/05/2018	09:15 a.m.	10:36 a.m.	01:21	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
05/05/2018	04:29 p.m.	07:17 p.m.	02:48	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
07/05/2018	07:09 a.m.	10:51 a.m.	03:42	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
07/05/2018	06:03 p.m.	07:58 p.m.	01:55	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
08/05/2018	04:25 p.m.	05:00 p.m.	00:35	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
08/05/2018	08:27 a.m.	11:09 a.m.	02:42	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
09/05/2018	10:37 a.m.	11:35 p.m.	00:48	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
09/05/2018	03:30 p.m.	05:55 p.m.	02:25	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
10/05/2018	04:53 p.m.	07:26 p.m.	02:33	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
10/05/2018	09:28 a.m.	12:13 p.m.	02:45	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
11/05/2018	07:40 a.m.	09:25 a.m.	01:45	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
11/05/2018	02:05 p.m.	03:55 p.m.	01:50	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 21: Fallas en el mes de Mayo – 2018

MAYO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
12/05/2018	09:12 a.m.	10:54 a.m.	01:42	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
12/05/2018	05:32 p.m.	06:43 p.m.	01:11	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
14/05/2018	10:23 a.m.	02:05 p.m.	03:42	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
14/05/2018	05:09 p.m.	07:41 p.m.	02:32	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
15/05/2018	03:18 p.m.	04:37 p.m.	01:19	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
15/05/2018	08:00 a.m.	11:22 a.m.	03:22	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
16/05/2018	05:37 p.m.	07:05 p.m.	01:28	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
16/05/2018	10:07 a.m.	10:58 a.m.	00:51	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
17/05/2018	09:37 a.m.	10:54 a.m.	01:17	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
17/05/2018	05:07 p.m.	05:54 p.m.	00:47	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
18/05/2018	10:29 a.m.	11:45 a.m.	01:16	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
18/05/2018	03:38 p.m.	04:54 p.m.	01:16	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
19/05/2018	04:18 p.m.	07:05 p.m.	02:47	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
19/05/2018	10:29 a.m.	11:53 a.m.	01:24	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
21/05/2018	07:37 a.m.	10:54 a.m.	03:17	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
21/05/2018	02:34 p.m.	04:27 p.m.	01:53	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
22/05/2018	04:27 p.m.	07:52 p.m.	03:25	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
22/05/2018	10:01 a.m.	11:44 a.m.	01:43	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 22: Fallas en el mes de Mayo – 2018

MAYO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
23/05/2018	11:03 a.m.	11:59 a.m.	00:56	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
23/05/2018	05:04 p.m.	07:00 p.m.	01:56	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
24/05/2018	05:18 p.m.	06:34 p.m.	01:16	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
24/05/2018	09:37 a.m.	10:43 a.m.	01:06	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
25/05/2018	08:20 a.m.	11:52 a.m.	03:32	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
25/05/2018	03:48 p.m.	05:07 p.m.	01:19	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
26/05/2018	08:15 a.m.	10:00 a.m.	01:45	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
26/05/2018	04:28 p.m.	06:13 p.m.	01:45	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
28/05/2018	08:00 a.m.	08:48 a.m.	00:48	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
28/05/2018	09:07 a.m.	09:59 a.m.	00:52	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
28/05/2018	04:27 p.m.	07:52 p.m.	03:25	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
29/05/2018	09:09 a.m.	12:04 a.m.	02:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
29/05/2018	02:18 p.m.	03:39 p.m.	01:21	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
30/05/2018	08:00 a.m.	09:39 a.m.	01:39	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
30/05/2018	03:94:00 p.m.	04:54 p.m.	01:50	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
31/05/2018	08:37 a.m.	11:43 a.m.	03:06	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
31/05/2018	04:18 p.m.	04:58 p.m.	00:40	Fractura de Estructura	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 23: Fallas en el mes de Junio – 2018

JUNIO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
01/06/2018	10:23 a.m.	11:35 a.m.	01:12	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
01/06/2018	04:18 p.m.	07:05 p.m.	02:37	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
02/06/2018	09:37 a.m.	01:12 p.m.	03:35	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
02/06/2018	02:34 p.m.	05:39 p.m.	03:05	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
04/06/2018	10:21 a.m.	11:45 a.m.	01:24	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
04/06/2018	05:11 p.m.	05:54 p.m.	00:43	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
05/06/2018	11:20 a.m.	02:05 p.m.	02:45	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
05/06/2018	02:20 p.m.	04:30 p.m.	02:10	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
06/06/2018	07:35 a.m.	09:17 a.m.	01:42	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
06/06/2018	04:13 p.m.	06:34 p.m.	02:21	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
07/06/2018	10:21 a.m.	11:43 a.m.	01:22	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
07/06/2018	04:28 p.m.	05:59 p.m.	01:31	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
08/06/2018	09:51 a.m.	12:16 p.m.	02:25	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
08/06/2018	03:54 p.m.	04:33 p.m.	00:39	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
09/06/2018	08:27 a.m.	11:14 a.m.	02:47	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
09/06/2018	05:28 p.m.	08:15 p.m.	02:47	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
11/06/2018	10:56 a.m.	02:24 p.m.	03:28	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
11/06/2018	03:43 p.m.	05:58 p.m.	02:15	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 24: Fallas en el mes de Junio – 2018

JUNIO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
12/06/2018	08:00 a.m.	09:43 a.m.	01:43	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
12/06/2018	02:42 p.m.	04:54 p.m.	02:12	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
13/06/2018	08:40 a.m.	09:12 a.m.	00:32	Polin suelto en tina de lavado	Desgaste de polin	LAVADO Y CEPILLADO
13/06/2018	10:40 a.m.	12:46 p.m.	02:06	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
13/06/2018	04:21 p.m.	06:14 p.m.	01:53	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
14/06/2018	08:00 p.m.	10:12 p.m.	02:12	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
14/06/2018	03:25 p.m.	04:58 p.m.	01:33	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
15/06/2018	10:32 a.m.	12:23 p.m.	01:51	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
15/06/2018	04:45 p.m.	06:33 p.m.	01:48	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
16/06/2018	10:10 a.m.	12:50 p.m.	02:40	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
16/06/2018	04:12 p.m.	05:37 p.m.	01:25	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
18/06/2018	09:22 a.m.	09:48 p.m.	00:26	Fractura de Estructura	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
18/06/2018	05:37 p.m.	08:05 p.m.	02:28	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
19/06/2018	11:01 a.m.	12:53 p.m.	01:52	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
19/06/2018	04:04 p.m.	06:33 p.m.	02:29	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
20/06/2018	09:27 a.m.	12:06 p.m.	02:39	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
20/06/2018	04:47 p.m.	05:58 p.m.	01:11	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
21/06/2018	10:45 a.m.	12:23 p.m.	01:28	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
21/06/2018	02:56 p.m.	05:17 p.m.	02:21	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 25: Fallas en el mes de Junio – 2018

JUNIO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
22/06/2018	11:00 a.m.	12:35 p.m.	01:35	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
22/06/2018	03:39 p.m.	04:03 p.m.	00:24	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
22/06/2018	05:00 p.m.	06:25 p.m.	01:25	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
23/06/2018	11:34 a.m.	11:58 a.m.	00:24	Fractura de Estructura	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
23/06/2018	02:22 p.m.	04:26 p.m.	02:04	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
25/06/2018	09:17 a.m.	12:27 p.m.	03:10	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
25/06/2018	04:28 p.m.	05:43 p.m.	01:15	Ruptura de perno en polin de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
26/06/2018	08:27 a.m.	09:10 a.m.	00:43	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
26/06/2018	09:34 a.m.	11:03 a.m.	01:31	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
26/06/2018	04:17 p.m.	06:27 p.m.	02:10	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
27/06/2018	10:28 a.m.	12:05 p.m.	01:37	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
27/06/2018	03:28 p.m.	04:35 p.m.	01:07	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
28/06/2018	09:41 a.m.	12:18 p.m.	02:39	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
28/06/2018	06:18 p.m.	06:57 p.m.	00:29	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
29/06/2018	11:51 a.m.	02:34 p.m.	02:43	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
29/06/2018	05:29 p.m.	06:47 p.m.	01:18	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
30/06/2018	09:15 a.m.	11:36 a.m.	02:21	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
30/06/2018	02:15 p.m.	04:05 p.m.	01:50	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 26: Fallas en el mes de Julio – 2018

JULIO - 2018						
FECHA	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMA	Proceso afectado
02/07/2017	08:41 a.m.	12:16 p.m.	03:35	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
02/07/2017	03:22 p.m.	04:45 p.m.	01:23	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
03/07/2017	09:37 a.m.	12:19 p.m.	02:42	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
04/07/2017	10:04 a.m.	01:52 p.m.	03:48	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
04/07/2017	04:21 p.m.	05:53 p.m.	01:32	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
05/07/2017	02:05 p.m.	03:35 p.m.	01:30	Atasco en cadena de rodillos de elevación de Tina de Lavado	Atascamiento de rodillos	LAVADO Y CEPILLADO
06/07/2017	10:00 a.m.	11:55a.m.	01:55	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
06/07/2017	04:26 p.m.	04:58 p.m.	00:32	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
07/07/2017	04:17 p.m.	07:09 p.m.	02:42	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO
09/07/2017	09:21 a.m.	10:35 a.m.	01:14	Ruptura de Cadena derecha de Silla de volcado	Fractura de cadena	VOLCADO
09/07/2017	02:35 p.m.	03:20 p.m.	00:45	Polín suelto en tina de lavado	Desgaste de polín	LAVADO Y CEPILLADO
10/07/2017	02:03 p.m.	05:54 p.m.	03:51	Recalentamiento de bomba de recirculación	Recalentamiento de bombas	LAVADO Y CEPILLADO
11/07/2017	09:41 a.m.	12:11 p.m.	02:30	Carrier Defectuoso. Roto.	Fractura de carrier	CALIBRADO
11/07/2017	04:18 p.m.	05:30 p.m.	01:12	Ruptura de perno en polín de cadena en volcador de bins.	Fractura de perno	VOLCADO
12/07/2017	10:00 a.m.	10:15 a.m.	00:15	Ruptura de Faja	Atascamiento de fruta	SELECCIÓN
12/07/2017	03:12 p.m.	05:45 p.m.	02:33	Sensor bloqueado en volcador, cambio.	Bloqueo de sensor de volcador	VOLCADO

Fuente: Agrícola Cerro Prieto

Anexo 27: Registro de orden de trabajo

		N° de Orden	
Nombre de la Máquina:			
Asignado a:			
Fecha de Realización de mantenimiento:			
Descripción del trabajo a realizar:			
Lista de Repuestos, Insumos y herramientas a utilizar			
Herramientas		Equipos	
Nombre	Cantidad	Nombre	Cantidad
Verificado por:	Firma:	Fecha:	
Aprobado por:	Firma:	Fecha:	

Anexo 28: Registro de mantenimiento preventivo realizado.

		Registro N°	
Máquina:		Marca/Serie:	
Operario:			

Fecha	Hora	Descripción	Observación	Fecha de próximo mantenimiento	Responsable
Verificado por:			Firma:		Fecha:
Aprobado por:			Firma:		Fecha:

Anexo 29: Registro de verificación de las máquinas

Área	Máquina	Marca/ Serie	Proveedor	Número de Reparaciones	Observaciones
Verificado por:		Firma:		Fecha:	
Aprobado por:		Firma:		Fecha:	

Anexo 30: Precio de Rodamiento 6205/2Z C3



GCr15 ABEC-1 80205/6205-2Z C3 C4 rodamiento rígido de Liaocheng Shandong fabricante

FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)

USD 0.396 - USD 0.412 / Unidad | 1 Unidad/es (Pedido mínimo)

[Contactar Proveedor](#)

[Hablar ahora](#)

Asistencia del ... [Garantía comercial](#) - Para proteger sus pedidos del pago a la entrega

Pago: [VISA](#) [MasterCard](#) [TT](#) [Online Bank Payment](#) [Pay Later](#) [More](#) ∨

Fuente: Alibaba

Anexo 31: Precio de Sensor óptico



PA18CAT20 a través de rayo Sensor óptico interruptor fotoeléctrico se encuentra muy impermeable Precio de Sensor 10 V 15 v 20 V IP 67

1-49 Unidad	50-199 Unidad	200-499 Unidad	>=500 Unidad
USD 24.19	USD 22.79	USD 20.73	USD 19.00

Cantidad: Unidad

USD 24.19 en total

Shipping fee: **USD 4.80** to United States by Express Seller's Shipping Method ∨

Lead Time: **10 day(s)** after payment received

Customization: Logotipo personalizado (Pedido mínimo: 1 Unidad)
Embalaje personalizado (Pedido mínimo: 1 Unidad) [More](#) ∨

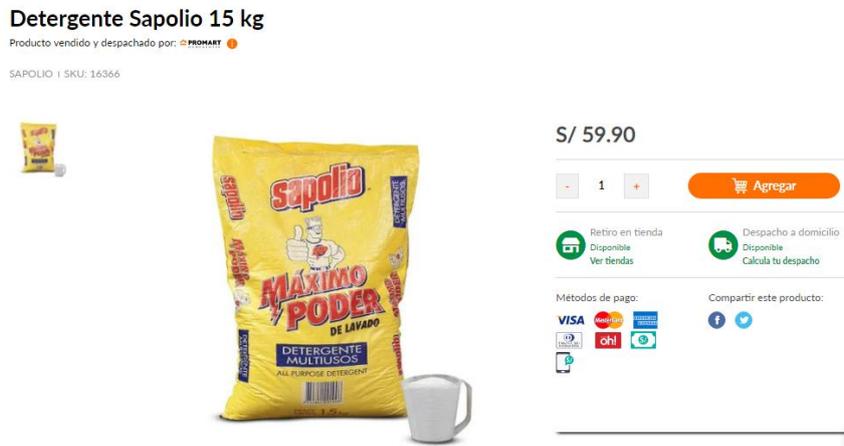
Fuente: Alibaba

Anexo 32: Precio de Detergente Industrial

Detergente Sapolio 15 kg

Producto vendido y despachado por: [PROMART](#)

SAPOLIO | SKU: 16366



S/ 59.90

[Agregar](#)

Retiro en tienda [Disponibles](#) [Ver tiendas](#) | Despacho a domicilio [Disponibles](#) [Calcula tu despacho](#)

Métodos de pago: [VISA](#) [MasterCard](#) [American Express](#) [Chil](#) [Efectivo](#)

Compartir este producto: [Facebook](#) [Twitter](#)

Fuente: Promart

Anexo 33: Precio de Trapo Industrial

Trapo industrial color x5 kg

Producto vendido y despachado por: **PROMART**

KRL | SKU: 10791



S/ 26.90

- 1 + **Agregar**

Retiro en tienda Disponible Ver tiendas **Despacho a domicilio** Disponible Calcula tu despacho

Métodos de pago: **VISA** **Master** **Interac** **oh!** **Neto** **Transferencia** **Deposito**

Compartir este producto: **f** **t**

Fuente: Promart

Anexo 34: Precio de Engrasadora



S/ 59.90 C/U

Acumulas: 59 CMR Puntos

Cantidad

1 + -

Agregar al carro

Agregar a mi lista

REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Disponible para despacho a domicilio [Simular costo de despacho](#)
- Disponible para retiro en tienda [Ver tiendas disponibles](#)
- Stock disponible en tiendas [Ver stock](#)

Fuente: Sodimac

Anexo 35: Precio de Solvente Dieléctrico



ANYPSA – SOLVENTE DIELECTRICO SDL-25

S/40.00 IGV

Ficha Técnica **Hoja de Seguridad**

LITROS

1

Añadir al carrito

Añadir a la lista de deseos **Comparar**

Fuente: Sodimac

Anexo 36: Precio de Torquímetro



Torquímetro 150 lbs

Torquímetro 150 Lbrs

Ver precio y stock por Tienda:
Lima - Chacarilla

S/ 159.90

sku: 504920

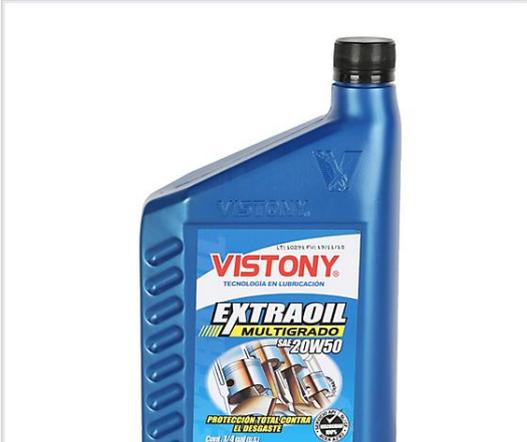
Precios y stock actualizados el 08/05/2019 7:15am
Precios referenciales y sujetos a variaciones.
Stock sujeto a disponibilidad de cada tienda. Consultar precio y stock en tienda.
Imágenes referenciales, los productos no incluyen accesorios excepto lo indicado en la descripción del producto.

Fuente: Maestro

Anexo 37: Precio de Aceite Multigrado

Aceite Multigrado 20W50 1 L Vistony

MODELO: BLINDAX | SKU 213907-3 | ★★★★★ | Compartir



• Precio corresponde a tienda: SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

S/ **19.90** C/U
Acumulas: 19 CMR Puntos

Cantidad: 1

Agregar al carro

REVISLA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

- Disponibile para despacho a domicilio
- Disponibile para retiro en tienda
- Stock disponible en tiendas

Fuente: Sodimac

Anexo 38: Ficha de capacitación en Gestión de Mantenimiento

4. Orientado a:

- Supervisores Técnicos
- Jefes de Mantenimiento
- Gerentes Técnicos o Industriales
- Profesionales del Área Industrial en General

5. Fecha probable de realización: desde el 11 de abril a noviembre.

6. Total de Horas: 120 hs. (reloj).

7. Costo:

Matrícula: S/. 250 x Persona

Cuotas: S/. 3 120 x Persona

8. Coordinación: Prof. Ing. Gabriel Fleitas Ferrari

Contacto: gfleitas@ing.una.py

9. Docente: Prof. Ing. Aníbal Benítez Penayo

10. Modalidad: Presencial

Fuente: SENATI

Anexo 39: Ficha de capacitación en Soldadura Tig

CURSO	
PROCESOS DE SOLDADURA TIG	
OBJETIVO: Los participantes al terminar el curso estarán en la posibilidad de unir piezas de materiales ferrosos y no ferrosos utilizando el proceso TIG.	
DIRIGIDO A: Trabajadores relacionados con servicios de mantenimiento y reparación de las empresas. Talleres y trabajadores independientes	
CONTENIDO	
<ul style="list-style-type: none">• Líneas de Fusión.• Unión de materiales sin aporte.• Unión de materiales con aporte.• Soldadura en acero inoxidable.• Soldadura en aluminio.	
FRECUENCIA LUNES A VIERNES	
FECHA:	14,15, 16, 17 Y 18 del mes de Octubre
HORARIO:	18:00 a 21:00 horas
DURACION:	15 Horas
METODOLOGIA:	Demostrativa, activa y participativa
EXPOSITOR:	Especialista del SENATI
INVERSIÓN	
Para empresa aportante:	\$/. 105.00
Independientes: \$/. 120.00	Egresados del SENATI \$/.75.00
LUGAR Taller de Soldadura de Metalmecánica	
CERTIFICACION A OTORGAR A los participantes que aprueben la evaluación final y logren un mínimo de asistencia del 80%.	
NUMERO MINIMO DE PARTICIPANTES: 08	

Fuente: SENATI

Anexo 40: Autorización de la empresa



AGRÍCOLA CERRO PRIETO

Dean Vialicha 111
Buzo 10 - San Isidro
Lima Perú

www.acpagro.com
contacto@acpagro.com
+511 987 012 557

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION E IMPUNIDAD"

Chiclayo, 05 de Junio del 2019

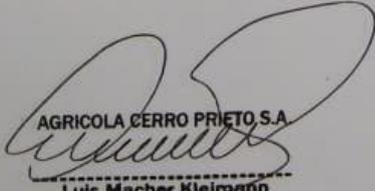
Mgtr. María Luisa Espinoza García Urrutia.
Directora de la Escuela de Ingeniería Industrial
Presente. -

Mediante la presente reciba el cordial saludo de la Empresa Agrícola Cerro Prieto S.A.

Orientando a nuestro objetivo y en respuesta a la presentación de la Srta. Diana Carolina Nassi Mirengi, estudiante del décimo ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial, confirmamos que se le brinda la autorización para que recolecte toda la información necesaria con la que pudo ejecutar el proyecto de tesis.

Sin otro particular, me despido no sin antes expresarle mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,


AGRÍCOLA CERRO PRIETO S.A.
Luis Macher Kleimann
JEFE DE PLANTA



AGRÍCOLA CERRO PRIETO
Carr. Panamericana Norte Km 733.5
Chepén, La Libertad - Perú

**Luis Macher
Kleimann**
Jefe de Planta
lmacher@acpagro.com
+51 989 200 842

Pasión por hacer
las cosas bien