



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
Laureate International Universities

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE
HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS
COSTOS DE OPERACIONES DEL TALLER DE
MANTENIMIENTO AGRÍCOLA EN LA EMPRESA
CAMPOSOL S.A.”**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:
Bach. Desporio Pulido, Alan Raúl.
Bach. Rosario Ulco, Juan Carlos.

ASESOR:
Ing. Edwin Huber Cuadros Camposano

TRUJILLO – PERÚ

2017



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE OPERACIONES DEL TALLER DE MANTENIMIENTO AGRÍCOLA EN LA EMPRESA CAMPOSOL S.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Desposorio Pulido, Alan Raúl.

Bach. Rosario Ulco, Juan Carlos.

Asesor:

Ing. Edwin Huber Cuadros Camposano.

Trujillo - Perú

2017



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE OPERACIONES DEL TALLER DE MANTENIMIENTO AGRÍCOLA EN LA EMPRESA CAMPOSOL S.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Desposorio Pulido, Alan Raúl.

Bach. Rosario Ulco, Juan Carlos.

Asesor:

Ing. Edwin Huber Cuadros Camposano.

Trujillo - Perú

2017

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso: Quien es fuente de amor, sabiduría y fortaleza en los momentos difíciles de nuestra existencia.

A mis padres Rey y Consuelo: Por estar conmigo en cada momento del desarrollo de mi vida personal y por supuesto de mi carrera profesional.

A mi novia Milagros: Por haberme apoyado, dedicándome tiempo y paciencia durante el desarrollo del proyecto.

Alan Raúl Desposorio Pulido.

DEDICATORIA

A Dios, Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Juan y Gladys, Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi esposa Reina y mis hijos, Por ser el motor y motivo principal para lograr esta meta.

Juan Carlos Rosario Ulco.

EPÍGRAFE

“Después de escalar una montaña muy alta, descubrimos que hay muchas otras montañas por escalar”

(Nelson Mandela)

AGRADECIMIENTO

A la institución donde se desarrolló el presente estudio a la **Universidad Privada del Norte**, la cual me permitió la utilización de datos propios de la empresa.

De manera especial, al **Ing. Edwin Cuadros Camposano**, por su invaluable asesoría y por compartir desinteresadamente sus amplios conocimientos y experiencia; así mismo a todas aquellas personas que de alguna manera han colaborado con el desarrollo de esta tesis.

A la **Empresa CAMPOSOL S.A** de la Provincia de Virú, por haberme brindado la oportunidad de realizar nuestro trabajo de investigación para así poder optar por nuestro título de Ingenieros Industriales, así como también a todo el personal de esta entidad y sus administrados que nos apoyaron en el desarrollo del presente trabajo.

LISTA DE ABREVIACIONES

VAN	: Valor Actual Neto
TIR	: Tasa Interna de Retorno
PR	: Procedimiento
FT	: Formato
PL	: Plan
PG	: Programa
TPM	: Mantenimiento Productivo Total
MTBF	: Tiempo medio entre fallas
MTTR	: Tiempo medio para reparación
MP	: Mantenimiento Preventivo

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración el presente Proyecto intitulado:

**“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS
COSTOS DE OPERACIONES DEL TALLER DE MANTENIMIENTO AGRÍCOLA
EN LA EMPRESA CAMPOSOL S.A.”**

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de junio del año 2016 a junio del año 2017, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

Bach. Desposorio Pulido, Alan Raúl.

Bach. Rosario Ulco, Juan Carlos.

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Alan Raúl Desposorio Pulido** y el Bachiller **Juan Carlos Rosario Ulco** denominada:

**“PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS
COSTOS DE OPERACIONES DEL TALLER DE MANTENIMIENTO AGRÍCOLA
EN LA EMPRESA CAMPOSOL S.A.”**

Asesor:

Ing. Edwin Cuadros Camposano
ASESOR

Jurado 1:

Ing. Willy Roberto Mantilla Correa
JURADO

Jurado 2:

Ing. Patricia Aguilar Ticona
JURADO

Jurado 3:

Ing. Santiago Javez Valladares
JURADO

RESUMEN

La presente tesis busca diseñar un Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para disminuir los costos de operaciones del taller de mantenimiento de maquinaria agrícola en la empresa Camposol S.A. de la ciudad de Viru – Chao, considerando que la empresa no realiza mantenimiento preventivo y presenta constantes paralizaciones de su maquinaria por fallas impactando negativamente en el costo de operaciones de mantenimiento.

El programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) se dirige a buscar la máxima eficiencia de los 77 tractores que tiene a su cargo el área de taller de mantenimiento agrícola. Inicialmente se procedió a evaluar los indicadores iniciales de TPM, para luego dar paso a un análisis macro de las causas del elevado costo de mantenimiento encontrado. Como resultado de este análisis se establecieron las causas más importantes para gestionarlas.

Como siguiente paso se aplicó herramientas TPM en busca de minimizar las causas encontradas, así se realizó una clasificación de los ítems de artículos del almacén de repuestos, complementado con el establecimiento de políticas de abastecimiento adecuadas para su alta disponibilidad, asimismo se rediseñaron los procesos de mantenimiento, analizándolos con ayuda de diagramas de flujo de proceso y así se logró reducir el número de actividades de cada sub proceso de mantenimiento y las líneas de secuencia de tiempo, haciendo el proceso de mantenimiento más eficiente. La empresa no aplicaba mantenimiento preventivo, así que se diseñó un calendario de mantenimientos preventivos y se desarrolló una matriz de capacitación en temas administrativos y técnicos para el personal de mantenimiento.

Luego se evaluó nuevamente los indicadores de TPM y se realizó el análisis económico financiero obteniendo un **VAN de S/. 134 904.80** y una **TIR de 72.22%**; evidenciando mejoras sustanciales que validan la hipótesis planteada, y se cumplieron los objetivos del presente trabajo de investigación principalmente con la reducción del costo de operaciones del taller de mantenimiento.

ABSTRACT

The present thesis aims to design a Total Productive Maintenance Program (TPM) to reduce the costs of operations of the workshop of maintenance of agricultural machinery in the company Camposol S.A. of the city of Viru - Chao, considering that the company does not carry out preventive maintenance and presents constant paralyzes of its machinery due to failures negatively impacting the cost of maintenance operations.

The Total Productive Maintenance (TPM) program is aimed at maximizing the efficiency of the 77 tractors that are in charge of the agricultural maintenance workshop area. Initially we proceeded to evaluate the initial indicators of TPM, to give way to a macro analysis of the causes of the high cost of maintenance found. As a result of this analysis the most important causes were established to manage them.

As a next step TPM tools were applied in order to minimize the causes found, as well as a classification of the article items of the spare parts warehouse, complemented with the establishment of adequate supply policies for their high availability, as well as the redesign of the maintenance by analyzing them with the aid of process flow diagrams and thus reducing the number of activities of each sub-process of maintenance and the lines of time sequence, making the maintenance process more efficient. The company did not apply preventive maintenance, so a schedule of preventive maintenance was designed and a matrix of training in administrative and technical subjects was developed for maintenance personnel.

Then, the TPM indicators were evaluated again and the economic and financial analysis was carried out, obtaining a NPV of S /. 134 904.80 and a TIR of 72.22%; evidencing substantial improvements that validate the hypothesis presented, and the objectives of the present research work were accomplished mainly with the reduction of the cost of operations of the maintenance workshop.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
EPÍGRAFE	iv
AGRADECIMIENTO	v
LISTA DE ABREVIACIONES	vi
PRESENTACIÓN	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
CAPÍTULO 1:	1
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del Problema de Investigación.	2
1.2. Formulación del Problema.	5
1.3. Delimitación de la Investigación.	5
1.3.1. Delimitación Espacial.	5
1.3.2. Delimitación Temporal.....	5
1.3.3. Delimitación de Contenido.....	5
1.4. Objetivos.	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos.	6
1.5. Justificación.	6
1.5.1. Justificación Teórica.	6
1.5.2. Justificación Práctica.....	7
1.5.3. Justificación Valorativa.	7
1.5.4. Justificación Académica.	7
1.6. Tipo de Investigación.	8
1.6.1. Por la orientación.....	8
1.6.2. Por el diseño de la investigación.	8
1.7. Hipótesis.	8
1.8. Variables.	8
1.8.1. Sistema de variables.	8
1.8.2. Operacionalización de variables.	8
1.9. Diseño de la Investigación.	10

1.9.1. Material de Estudio.....	11
1.9.2. Técnicas, procedimientos e instrumentos.	11
CAPÍTULO 2:.....	12
MARCO TEÓRICO	12
2.1. Antecedentes.	13
2.2. Base Teórica.	16
2.2.1. Los 8 Pilares del TPM	17
2.2.2. Historia y antecedentes del Lean Manufacturing.....	22
2.2.3. Lean Manufacturing.....	23
2.2.4. Principios de Lean Manufacturing.	24
2.2.5. Desperdicios.....	25
2.2.6. Herramientas del Sistema Lean.	28
2.2.7. Mapeo Flujo de valor (VSM).....	29
2.2.8. Las 5S's de Calidad.....	32
2.2.9. Mantenimiento Productivo Total - TPM.	37
2.2.10. Control visual.....	41
2.2.11. Herramienta para la planificación de la calidad: Diagrama Pareto.	44
2.2.12. Fases de implantación.....	45
2.2.13. Indicadores en Mantenimiento.	54
2.3. Marco Conceptual.....	63
CAPÍTULO 3:.....	68
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	68
3.1. Generalidades de la Empresa.....	69
3.1.1. Descripción General de la Empresa.	69
3.1.2. Representantes Legales de la Empresa.....	71
3.1.3. Número de Trabajadores registrados de la Empresa.	72
3.1.4. Direccionamiento Estratégico.....	72
3.1.5. Competidores del Sector Agroindustrial.	72
Competidores del Sector Agroindustrial.	73
3.1.6. Estructura Organizacional.	74
3.2. Recursos Humanos del área de Mantenimiento.	76
3.2.1. Layout de Área Mantenimiento Taller.....	77
3.3. Lista de Maquinaria disponible de la Empresa.	79
3.3.1 Maquinaria Semi Pesada.....	79
3.3.2 Maquinaria Liviana.....	80
3.3.3 Maquinaria Alta.....	81
3.3.4 Maquinaria Mediana.	81
3.4. Diagnostico actual del área del Taller de Mantenimiento de la Empresa.	
82	
3.4.1. Análisis Causa – Efecto Diagrama de Ishikawa.	82
3.4.2. Conceptualización de las Causas.....	84
3.4.3. Diagrama de Pareto de las principales causas del problema.....	85

3.4.4. Historial de Mantenimientos Correctivos del área Taller Mantenimiento de la Empresa (Variable Independiente).....	87
3.4.5. Indicadores actuales del área Taller Mantenimiento de la Empresa (Variable Independiente).....	90
3.4.6. Costos de Operaciones (Variable Dependiente)	92
3.4.7. Resumen de Indicadores Actuales de las Causas Raíces.	93
CAPÍTULO 4:.....	95
SOLUCIÓN PROPUESTA.....	95
4.1. Solución de la Propuesta de Mejora	96
1°Paso – Compromiso de la alta gerencia	96
2°Paso – Campaña de difusión del método	97
3°Paso – Definición del comité de coordinación y nombramiento de los responsables para la gestión del programa y formación de los grupos de trabajo.....	98
4°Paso – Política básica y metas.	99
5°Paso – Plan piloto.	100
6°Paso – Inicio de la implantación.....	100
7°Paso – Obtención de la eficiencia de los equipos e instalaciones.....	100
8°Paso – Establecimiento del “Jishu-Hozen” (mantenimiento autónomo). 101	101
9°Paso – Eficacia de los equipos por la ingeniería de producción (operación y mantenimiento).	103
10°Paso – Establecimiento del sistema para la obtención de la eficiencia global en las áreas de administración.	104
11°Paso – Establecimiento del sistema, buscando la promoción de condiciones ideales de seguridad, higiene y ambiente agradable de trabajo.....	104
12°Paso – Aplicación plena del TPM e incremento de los respectivos niveles.....	104
4.1.1. Clasificación Matriz de Criticidad.....	105
4.1.2. Análisis de Procesos	110
Propuesta de rediseño de Sub procesos de mantenimiento	121
4.1.3. Propuesta de Mantenimiento Preventivo.....	133
4.1.4. Matriz de capacitación.....	149
4.1.5. Módulo Informático de mantenimiento.....	151
4.1.6. Indicadores finales.....	158
CAPÍTULO 5:.....	161
EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA	161
5.1. Medición del Ahorro de la propuesta de mejora	162
5.1.1. Inversión a realizar	162

5.1.2. Ahorros obtenidos	162
5.2. Evaluación Económica.....	163
5.2.1. Evaluación de la propuesta	163
CAPÍTULO 6:.....	169
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	169
CAPÍTULO 7:.....	173
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	173
7.1. Conclusiones	174
7.2. Recomendaciones	177
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	178
ANEXOS.....	182

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	8
TABLA 2: EJEMPLO DE TABLA DE COSTES DE MANTENIMIENTO	61
TABLA 3: DATOS DE LA EMPRESA	69
TABLA 4: REPRESENTANTES LEGALES - CAMPOSOL S.A.	71
TABLA 5: INFORMACIÓN DE TRABAJADORES Y/O PRESTADORES DE SERVICIO	72
TABLA 6: RANKING DE PRINCIPALES EXPORTADORES EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL (VALOR FOB EN MILES DE DÓLARES) PERIODO: ENERO - DICIEMBRE 2015	73
TABLA 7: PERSONAL ÁREA MANTENIMIENTO TALLER.....	76
TABLA 8: HORARIO DE TRABAJO ÁREA DE MANTENIMIENTO TALLER	77
TABLA 9: LISTA DE MAQUINARIA - SEMI PESADA	79
TABLA 10: LISTA DE MAQUINARIA - LIVIANA	80
TABLA 11: LISTA DE MAQUINARIA - ALTA.....	81
TABLA 12: LISTA DE MAQUINARIA - MEDIANA.....	81
TABLA 13: LISTADO DE CAUSAS RAÍCES	84
TABLA 14: FRECUENCIA DE CAUSAS RAÍCES	85
TABLA 15: DATOS DEL ÁREA DE TALLER DE MANTENIMIENTO VIGENTES DESDE EL AÑO 2015	87
TABLA 16: HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS DURANTE EL AÑO 2015.....	88
TABLA 17: HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS DURANTE EL AÑO 2016.....	89
TABLA 18: INDICADORES ACTUALES DEL ÁREA TALLER DE MANTENIMIENTO AÑO 2015....	90
TABLA 19: INDICADORES ACTUALES DEL ÁREA TALLER DE MANTENIMIENTO AÑO 2016....	91
TABLA 20: INDICADORES DE CAUSAS RAÍZ, VALORES ACTUALES 2016 Y VALORES META ..	93
TABLA 20 -1: COMITÉ DE ORGANIZACIÓN.....	98
TABLA 20 -2: INDICADORES DE CAUSAS RAÍZ, VALORES ACTUALES 2016 Y VALORES META	99
TABLA 21: CUADRO RESUMEN CLASIFICACIÓN MCR.....	106
TABLA 22: DISTRIBUCIÓN DE LOS ARTÍCULOS DE TIPO A EN FAMILIAS	107
TABLA 23: DISTRIBUCIÓN DE LOS ARTÍCULOS DE TIPO M EN FAMILIAS.....	107
TABLA 24: DISTRIBUCIÓN DE LOS ARTÍCULOS DE CLASE B EN FAMILIAS	108
TABLA 25: TABLA RESUMEN DE FAMILIAS POR CLASES.....	108
TABLA 26: AGRUPACIÓN DE FAMILIAS POR CATEGORÍAS PARA FORMAR LOTES DE CONTRATACIÓN.....	109
TABLA 27: INDICADORES SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO INICIAL.....	118
TABLA 28: HISTORIAL DE HORAS Y N° FALLAS MAQUINARIA 2015 Y 2016	118
TABLA 29: COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	120
TABLA 30: INDICADORES DE SUBPROCESOS PROPUESTOS.....	128
TABLA 31: CÁLCULO DE NÚMERO DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS	128
TABLA 32: COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PROPUESTO).....	130
TABLA 33: COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PROPUESTO)	130
TABLA 34: COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO (PROPUESTO).....	131

TABLA 35: COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO (PROPUESTO).....	131
TABLA 36: AHORRO GENERADO POR LA REDUCCIÓN EN LA MANO DE OBRA EN PROCESOS DE MANTENIMIENTO.....	132
TABLA 37: AHORRO GENERADO POR LA REDUCCIÓN EN LA MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO.	132
TABLA 38: AHORRO GENERADO POR LA REDUCCIÓN EN LA MANO DE OBRA OPERATIVA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO.	132
TABLA 39 -0: PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2017	136
TABLA 39-1: PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2018	137
TABLA 40- 0: PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL	138
TABLA 40-1: PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL	138
TABLA 41: COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL PROPUESTO.....	139
TABLA 42-0: DATOS RESUMEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO -2017.....	140
TABLA 42-1: DATOS RESUMEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO -2018.....	140
TABLA 42-2: TOTAL MANTENIMIENTO PROYECTADOS AL AÑO 2017.....	140
TABLA 43- 0 COSTOS PROYECTADOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AÑO 2016.....	141
TABLA 43- 1: ANÁLISIS DE COSTOS REALES POR CONJUNTO AÑO 2016.....	142
TABLA 43- 2: COSTOS PROYECTADOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AÑO 2017.....	143
TABLA 43 -3: COSTOS PROYECTADOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AÑO 2018.....	144
TABLA 44: COSTO DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS PROYECTADOS DEL AÑO 2017..	147
TABLA 45: AHORRO DERIVADO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	148
TABLA 46: MATRIZ DE CAPACITACIÓN ÁREA DE MANTENIMIENTO.....	150
TABLA 47: REPORTE DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	153
TABLA 48: REPORTE DEL SISTEMA DE CONTROL DE COMPONENTES POR MAQUINARIA ...	157
TABLA 49: INDICADORES FINALES DE ACUERDO A PROYECCIONES AL AÑO 2017	159
TABLA 50: INDICADORES FINALES DE ACUERDO A PROYECCIONES AL AÑO 2018	159
TABLA 51: MEJORA DE INDICADORES TPM	160
TABLA 52: COSTOS DE INVERSIÓN Y AHORROS PROYECTADOS A 05 AÑOS	164
TABLA 53: FLUJO DE CAJA LIBRE.....	165
TABLA 54: INDICADORES FINANCIEROS DE FLUJOS PROYECTADOS A 5 AÑOS	167
TABLA 55: INDICADORES FINANCIEROS DE FLUJO PROYECTADO A 1 AÑO	167

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	10
FIGURA 2: PILARES DEL TPM	17
FIGURA 3: BENEFICIOS DE LA IMPLANTACIÓN LEAN	23
FIGURA 4: PRODUCCIÓN DE LEAN MANUFACTURING	24
FIGURA 5: PRINCIPIOS DE LEAN MANUFACTURING	25
FIGURA 6: SIETE TIPOS DE DESPERDICIOS SEGÚN LEAN MANUFACTURING	26
FIGURA 7: LOS TRES NIVELES DEL LEAN MANUFACTURING	29
FIGURA 8: ICONOS PARA MAPAS DE FLUJO DE VALOR	30
FIGURA 9: MAPA REPRESENTATIVO DEL ESTADO ACTUAL DE UNA FAMILIA DE RETENEDORES EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE COJINETES	31
FIGURA 10: EJEMPLO DE TARJETA ROJA PARA IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS INÚTILES .	33
FIGURA 11: RESUMEN DE LA TÉCNICA 5S.....	36
FIGURA 12: PÉRDIDAS EN EQUIPOS	38
FIGURA 13: DIAGRAMA PARETO	45
FIGURA 14 HOJA DE RUTA PARA LA IMPLANTACIÓN LEAN.....	47
FIGURA 15: ÁMBITO Y UBICACIÓN DE LA EMPRESA	70
FIGURA 16: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE CAMPOSOL SA - VIRÚ - CHAO	70
FIGURA 17: ESTRUCTURA ORGÁNICA GENERAL DE LA EMPRESA	74
FIGURA 18: ESTRUCTURA ORGÁNICA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA.....	75
FIGURA 19: FUNDO MAR VERDE	77
FIGURA 20: MAPA GEOGRÁFICA – ÁREA MANTENIMIENTO TALLER.....	77
FIGURA 21: PLANO TALLER DE MANTENIMIENTO - CAMPOSOL S.A.	78
FIGURA 22: DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LAS PRINCIPALES CAUSAS DE LA INVESTIGACIÓN	83
FIGURA 23: DIAGRAMA DE PARETO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS	86
FIGURA 23 -1: ETAPAS DE LA IMPLANTACIÓN DEL TPM	97
FIGURA 23 -2: CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES.....	97
FIGURA 23 -3: CAPACITACIÓN PERSONAL DE TALLER MANTENIMIENTO	102
FIGURA 23 -4: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.....	103
FIGURA 23 -5: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO CONDICIONES BÁSICAS.....	110
FIGURA 24: DIAGRAMA DE FLUJO SUB PROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO – PRIMERA PARTE.....	113
FIGURA 25: DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO – SEGUNDA PARTE.....	114
FIGURA 26: DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO – TERCERA PARTE	115
FIGURA 27: DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO – CUARTA PARTE	116
FIGURA 28: DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO – QUINTA PARTE.....	117
FIGURA 28 -1: FRECUENCIA DE FALLAS POR CADA SISTEMA DE MAQUINARIA. (2013-2016)	119

FIGURA 29: DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO	123
FIGURA 30: DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO	124
FIGURA 31: DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO - PROPUESTO	125
FIGURA 32: DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROPUESTO – PRIMERA PARTE	126
FIGURA 33: DIAGRAMA DE FLUJO SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROPUESTO – SEGUNDA PARTE	127

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo anterior, la presente investigación pretende diseñar un Programa de Mantenimiento Preventivo Total para disminuir los costos de operaciones del taller de mantenimiento de maquinaria agrícola de la empresa Camposol S.A. y se describe en los siguientes capítulos.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación.

En el Capítulo III, se describe el diagnóstico de la empresa, basado en los indicadores iniciales de TPM establecidos en el cuadro de operacionalización de variables y se analizan las causas que originan el alto costo de mantenimiento.

En el Capítulo IV, Se plantean soluciones para minimizar las condiciones desfavorables encontradas, de acuerdo al marco teórico consultado.

En el Capítulo V, se realiza el análisis económico - financiero de la solución propuesta.

En el Capítulo VI, se plantean las discusiones referidas al trabajo realizado.

Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

Además, la presente investigación permitirá a los lectores conocer la metodología empleada en el diseño del Programa de Mantenimiento Preventivo (TPM).

CAPÍTULO 1:

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema de Investigación.

Según estudios a nivel nacional, las áreas de servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, unidades móviles como motos, cuatrimotos, camionetas, camiones, maquinaria agrícola y maquinaria pesada en la provincia de Virú, buscan lograr la plena "satisfacción al cliente" para ganarse un lugar en la "mente" de los usuarios y, por ende, en el mercado de servicios. Lo que se encuentra condicionado hoy en día es una serie de factores que van desde la organización de establecimiento, pasando por la disponibilidad del equipo, calidad de la atención, gestión organizacional, mano de obra, satisfacción al cliente, entre otros, que generalmente no son tomados en cuenta por las empresas agrícolas en sus talleres de servicios de reparación de activos.

La empresa de caso de estudio es una empresa de procedencia peruana ubicada en la provincia de Virú, (Departamento de La Libertad), con más de 15 años de experiencia, se trata de CAMPOSOL S.A; es la empresa agroindustrial líder en el Perú, el mayor exportador de palta hass y pronto el mayor productor de arándanos en el mundo.

El giro de la temática de este proyecto de estudio es en aumentar la productividad de mano de obra, en los servicios de Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo de equipos como: motos, camionetas, camiones, maquinaria agrícola, maquinaria pesada, implementos agrícolas entre otros, consecuentemente con satisfacción al Usuario/Cliente.

Actualmente la empresa cuenta con el área de Mantenimiento Taller, que presta servicio de reparación y mantenimiento a los diversos equipos de los diferentes usuarios (cultivos: Esparrago, Arándano, Palto, Mandarina etc.).

Además, dicha área también cuenta, sub talleres de reparaciones (Enllante, Torno, Soldadura, Electricidad, Maquinaria Agrícola, Equipos Menores, Pintura, Engrase, Automotriz y una oficina para el personal administrativo.

Las falencias son las siguientes: presenta falta de espacio adecuado, mala distribución de las sub áreas, más de 2 entradas y salidas en el área de taller, fallas en el proceso de recepción, falta de capacitación del personal, falta de política de procedimiento, falta de manuales que indiquen las operaciones de los equipos, falta de base de datos de activos, zona equivocada del área de control Patrimonial, malas condiciones de trabajo, no existe una cultura de orden por tanto los espacios muchas veces no son utilizados correctamente y/o no están divididos adecuadamente, existen una buena cantidad de desperdicios (equipos obsoletos) presentes en los procesos los cuales generan costos adicionales al no ser reutilizados ni tomados en cuenta.

En el proceso de control de crecimiento y desarrollo hay retrasos significativos en el procedimiento de atención, por lo que el Área de Mantenimiento Taller tiene que enfrentar problemas de sobreevaluación de inventarios, queja de los usuarios (cultivos), insatisfacción de los usuarios/clientes, e incluso problemas con los técnicos, lo que podría causar una reducción del presupuesto anual.

Por lo tanto, las consecuencias de todas estas observaciones dan como resultado obtener altos costos operativos conllevando a gastar demasiado en mantenimientos correctivos y como también a no cumplir a tiempo los servicios otorgando insatisfacción al usuario/clientes en el servicio de reparación y/o mantenimientos.

Al realizar un breve diagnóstico de los procesos relacionados a la gestión de mantenimiento nos encontramos que la empresa cuenta con 77 máquinas Tractores de la marca Massey Ferguson, y como dato relevante se tiene que el costo anual por materiales relacionados al mantenimiento para el año 2016 asciende a S/ 439,112.64, con un costo de mano de obra de S/ 221,465.24 y adicional a ellos se tiene un costo de paralización de S/ 2,212,272.22; todo ello haciendo un total de operaciones de mantenimiento de S/ 2,674,130.98 para el año 2016.

Además todos estos datos corresponden íntegramente a mantenimiento correctivo, pues no existe la práctica o plan de mantenimiento preventivo.

Es por ello, que a continuación se realiza el diseño de programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa “CAMPOSOL S.A.” al Área de Mantenimiento Taller, con la finalidad de mejorar la gestión interna y como resultado obtener una reducción en los costos de operaciones.

Con el fin de darle solución a la problemática, se ha creído conveniente emplear las herramientas TPM las cuales inicialmente nos permitirá conocer la eficiencia del proceso productivo con el que trabaja actualmente la empresa y medir el impacto de la misma posterior a su implementación, de forma rápida y sostenida gracias a la eliminación sistemática de los posibles desperdicios.

La tesis tiene como fin ahondar en el Área de Mantenimiento Taller que es donde se presentan los problemas, es una de las áreas de la empresa que tiene trato directo con el usuario/cliente, prestando servicios de recepción, reparación y/o mantenimientos.

1.2. Formulación del Problema.

¿De qué manera las Herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM) disminuirá los costos de operaciones del taller de mantenimiento agrícola en la Empresa Camposol S.A.?

1.3. Delimitación de la Investigación.

1.3.1. Delimitación Espacial.

El contexto espacial en el cual se enmarca el desarrollo de la investigación, es en la Empresa de Camposol S.A., localizado en la provincia de Virú, en el departamento de La Libertad.

1.3.2. Delimitación Temporal.

El periodo de tiempo estipulado para el desarrollo del estudio del diseño de programa de mantenimiento productivo total (TPM), es a partir del mes de enero del año 2017, al mes de junio del año 2017.

1.3.3. Delimitación de Contenido.

En el marco del contenido, se desarrolla el estudio del área de mantenimiento agrícola de la empresa Camposol S.A. Las limitaciones son:

El estudio es enfocado a una empresa en particular que permitió la apertura, pero bajo ciertos lineamientos de confidencialidad de la información.

La investigación está enmarcada en los campos mantenimiento, recurso humano y productividad de la maquinaria agrícola del área.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo General.

Diseñar el programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para disminuir los costos de operaciones del taller de mantenimiento de maquinaria agrícola en la empresa Camposol S.A.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- **Realizar** un diagnóstico de los procesos y principales indicadores que maneja la gestión en el taller de mantenimiento de maquinaria agrícola en la empresa Camposol S.A.
- **Diseñar** el programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) aplicando las herramientas TPM en la gestión de mantenimiento.
- **Evaluar** el impacto en los costos de operaciones del programa de Mantenimiento Preventivo Total (TPM) planteado.
- **Determinar** la viabilidad económica calculando indicadores financieros del programa de Mantenimiento Preventivo Total (TPM) planteado.

1.5. Justificación.

1.5.1. Justificación Teórica.

La investigación se justifica teóricamente en la aplicación de ideas y conceptos, los cuales son importantes al generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente obtenido a lo largo del desarrollo de la carrera Ingeniería Industrial permitiendo demostrar el impacto de la filosofía TPM en la gestión de los procesos de mantenimiento de la empresa en estudio.

1.5.2. Justificación Práctica.

El programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) establecerá y reestructurará los procesos mediante el uso de indicadores para mejorar la eficiencia y la calidad de los trabajos técnicos de reparación y así tener un mejor control de las actividades. La investigación se justifica de manera práctica al exponer las razones acerca de la utilidad y aplicabilidad de los resultados del estudio y de la importancia objetiva de analizar los hechos que los constituyen.

1.5.3. Justificación Valorativa.

La investigación se justifica de manera valorativa esencialmente por la veracidad de cada uno de los datos presentados obtenidos directamente de la empresa Camposol S.A., lo que marca una trascendencia cuantitativa en el uso de indicadores de gestión de mantenimiento para el presente estudio.

1.5.4. Justificación Académica.

La investigación se justifica académicamente en la búsqueda de soluciones propuestas acerca de gestión de mantenimiento en maquinaria agrícola, lo cual buscará contribuir con información concisa y práctica a los proyectos a ejecutarse en la región, nacional e internacionalmente.

La aplicación de los conocimientos obtenidos durante todo el proceso de formación, contribuirán para la obtención del título de Ingeniero Industrial y servirá como guía a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial.

1.6. Tipo de Investigación.

1.6.1. Por la orientación.

Investigación aplicada proyectista.

Porque se efectúa con la intención de resolver problemas específicos que se presentan en las organizaciones, grupos poblacionales, procesos, etc.

1.6.2. Por el diseño de la investigación.

Pre - Experimental

- Se realiza la manipulación de una variable experimental, en condiciones de riguroso control a fin de descubrir y explicar de qué modo y por qué causa se produce una situación particular: describen, observan e interpretan los cambios que se producen.
- Se prueba hipótesis de varios grados de abstracción y complejidad, determina y explica las causas, permitiendo la predicción.

1.7. Hipótesis.

El Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) tiene un efecto significativo en la disminución de los costos de operaciones del taller de mantenimiento de maquinaria agrícola en la empresa Camposol S.A.

1.8. Variables.

1.8.1. Sistema de variables.

- **Variable independiente:**
Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM)
- **Variable dependiente:**
Costos de Operaciones.

1.8.2. Operacionalización de variables.

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de Variables

PROBLEMA	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DEFINICIÓN	FORMULA	USO
<p>¿De qué manera el programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) disminuirá los costos de operaciones del taller de mantenimiento de maquinaria agrícola en la empresa CAMPOSOL S.A.?</p>	<p>El programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) tiene un efecto significativo en la mejora de la disminución de los costos de operaciones del taller de mantenimiento de maquinaria agrícola en la empresa CAMPOSOL S.A.</p>	<p>Variable Independiente: Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM)</p>	<p>MTBF (Tiempo Medio entre Fallos)</p>	<p>Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías de un equipo.</p>	$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$	<p>Este indicador se usará para dividir las horas d operatividad de la flota de los 77 tractores entre número de parada por causa de averías. Se expresa en Horas.</p>
			<p>MTTR (Tiempo Medio de Reparación)</p>	<p>Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución.</p>	$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por averia}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$	<p>Indicador para dividir los números de parada de los 77 tractores por causa de avería entre las horas de paralización por causa d averías.</p>
			<p>Eficiencia de Mano de Obra de Mantenimiento</p>	<p>Mide la eficiencia de la mano de obra sobre las horas disponibles de trabajo.</p>	$\text{Eficiencia de MO de Mantenimiento} = \frac{\text{Horas Trabajadas segun ordenes de mantenimiento}}{\text{Horas total trabajadas}}$	<p>Indicador propuesto para tener la eficiencia de Mano de Obra del personal, dividiendo las horas Trabajadas entre las horas Tereadas (pagadas). Se expresa en %.</p>
			<p>Coste Hora Medio (Proporción de coste de la Mano de Obra de Mantenimiento)</p>	<p>Mide el ratio del coste de mano de obra de mantenimiento por las horas empleadas en mantenimiento</p>	$\text{Coste Hora Medio} = \frac{\text{Coste total de la mano de obra de mantenimiento}}{N^{\circ} \text{ de horas de mantenimiento}}$	<p>Indicador se usará teniendo las (horas Hombre para la maquinaria x la tarifa de \$/Hora) y esto dividiendo entre las horas totales de Mantenimiento. Se expresa en \$/hora</p>
			<p>IMP (Índice de Mantenimiento Programado)</p>	<p>Mide el porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Programado sobre horas totales.</p>	$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento programado}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$	<p>Este Indicador lo usaremos, tomando todas las horas del mantenimiento preventivo entre las horas totales de mantenimiento, Se expresa en %</p>

PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE OPERACIONES DEL TALLER DE MANTENIMIENTO AGRÍCOLA EN LA EMPRESA CAMPOSOL S.A.

			<p>IMC (Índice de Correctivo)</p> <p>Mide el porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Correctivo sobre horas totales.</p> $IMC = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$	<p>Este Indicador lo usaremos, tomando todas las horas del mantenimiento correctivo entre las horas totales de mantenimiento, Se expresa en %</p>
			<p>Do (Disponibilidad Operacional)</p> <p>Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.</p> $D_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	<p>Este indicador es el resultado que nos permite ver que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. Su expresión es en %. En este caso la Disponibilidad Operacional de cada la maquinaria agrícola.</p>
		<p>Variable Dependiente: Costos de las operaciones</p>	<p>Costos de Operaciones</p> <p>Los costos de operación son los gastos que están relacionados con la operación de un negocio, o para el funcionamiento de un dispositivo, componente, equipo o instalación.</p> $\text{Coste de Operaciones} = \text{Costo de Mtto. preventivo} + \text{Costo de Mtto. correctivo}$ $\text{Tarifa } \$/\text{hora} = \text{Costo MO} / \text{Horas Maquina}$	<p>Este indicador se usará teniendo el impacto de costo de mantenimiento preventivos + costo de mantenimiento correctivo. Se expresa en \$. Para el tema de la tarifa de maquinaria, se tendrá el costo total de MO entre horas ejecutadas máquinas. Se expresa en \$/Hr.</p>

Fuente: La empresa
Elaboración Propia

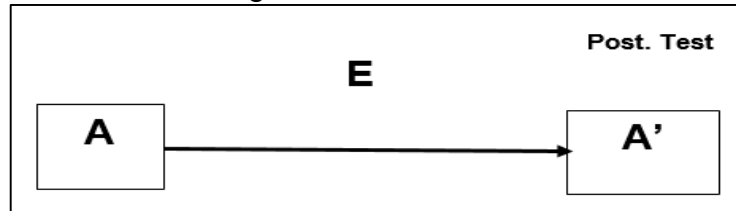
1.9. Diseño de la Investigación.

Hernández Sampieri, R. (2014). El diseño será Pre – Experimental, porque el grado de control es mínimo y consiste en aplicar un estímulo a las unidades de análisis para luego determinar el grado en que se manifiestan.

- Se realiza la manipulación de una variable experimental, en condiciones de riguroso control a fin de descubrir y explicar de qué modo y por qué causa se produce una situación particular: describen, observan e interpretan los cambios que se producen.
- Se prueba hipótesis de varios grados de abstracción y complejidad determina y explicas las causas, permitiendo la predicción.

Se aplicará el diseño de post prueba con un solo grupo, representado en el siguiente diagrama.

Figura 1 Diseño de la Investigación



Fuente: Hernández Sampieri (2014)
Elaboración propia

Donde:

A = Costos de Operaciones del taller de mantenimiento de maquinaria agrícola en la empresa CAMPOSOL S.A. (antes de aplicar el Programa de TPM).

A' = Costos de Operaciones del taller de mantenimiento de maquinaria agrícola en la empresa CAMPOSOL S.A. (después de aplicar el Programa de TPM).

E = Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de mantenimiento de maquinaria agrícola en la empresa CAMPOSOL S.A.

1.9.1. Material de Estudio.

- Entrevista con el Superintendente de Operaciones Agrícolas.
- Entrevista con el Jefe de Taller de Mantenimiento.
- Entrevista con el Jefe de Maquinaria Agrícola y Pasada
- Entrevista con el Asistente de Planeamiento y Control de Mantenimiento.
- Entrevista con el Supervisor General de Taller de Mantenimiento.
- Entrevista con el Supervisor de Equipos Agrícolas.
- Entrevista con el Supervisor de Maquinaria Agrícolas.
- Programa de seguimiento de indicadores de mantenimiento.
- Visitas técnicas al taller de mantenimiento para recoger datos
- Consultas al Asesor de Tesis.
- Consulta a textos y a tesis relacionados sistemas integrados de gestión.

1.9.2. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

- Para obtener los datos se utilizará la técnica de la entrevista y la observación.
- Cuadros estadísticos.
- Encuestas.
- Cálculos de medición

CAPÍTULO 2:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

Para llevar a cabo el proyecto se revisaron las investigaciones más recientes y relevantes acerca del tema.

A nivel Internacional:

(Portilla Díaz, 2014) Diseño un programa de Mantenimiento Productivo Total aplicado al área de producción de una empresa productora de plásticos en Cali - Colombia; pues la empresa no realiza mantenimiento preventivo y presenta constantes fallas de su maquinaria, paralizando la producción; esta investigación se centra en sólo dos máquinas industriales de gran capacidad de producción (14,580 piezas y 42,120 piezas al mes), es así que empezó por realizar un diagnóstico inicial calculando indicadores de TPM iniciales, y luego se analizaron cuatro factores influyentes en la efectividad de las máquinas como son: mano de obra, procedimientos de operación existentes, conocimiento en el manejo de las máquinas de parte del personal y gestión gerencial referido a mantenimiento, al obtener indicadores bajos en cada evaluación, se plantearon procedimientos de uso de los equipos, se planteó capacitación periódica al personal en temas técnicos, se propuso una realizar una campaña de sensibilización hacia los trabajadores (que incluye premios e incentivos) para que se motiven y se integren a la filosofía del TPM y se diseñó el plan de mantenimiento preventivo anual de la maquinaria. El importe total de la implementación del diseño del TPM es US\$ 98,905.00; esta investigación sirvió de base para proponer un plan de capacitación sobre todo en temas técnicos a personal operativo a fin de involucrarlos en la filosofía TPM y mejoren sus capacidades técnicas y así operen los equipos adecuadamente. De la misma manera (Bojorquez Esquer, 2008), en su trabajo de investigación diseño un plan de Mantenimiento Productivo Total aplicado en el área de texturizado de na fábrica de yeso, pues si bien ya se realizaba mantenimiento preventivo a la maquinaria, no existían indicadores ni una planificación de mantenimiento adecuada y se presentaban constantes paradas de planta debido a fallas técnicas de la maquinaria.

Su propuesta se basa principalmente en la capacitación al personal en el uso correcto de los equipos y en aprender a detectar los primeros indicios de un desperfecto para darle una solución inmediata y así prevenir una falla mayor que obligue a parar el equipo por un tiempo considerable. Asimismo, se establecieron indicadores TPM y se estableció un sistema de control para monitorear su evolución en busca de una mejora continua. Esta tesis sirvió de base para plantear un método para predecir las fallas en base a la información histórica de los mantenimientos y la información de los fabricantes de partes, repuestos y componentes sobre la vida útil de dichos suministros.

A nivel Nacional:

(Chau Lam, 2010) Realiza una investigación para mejorar la gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimientos de tierras, el objetivo de este trabajo es el de minimizar las paralizaciones de los equipos que son adquiridos por empresas para brindar el servicio de adecuación de terrenos para la construcción y minería, es así que al presentarse fallas y paralizaciones en los equipos, estas afectan directamente a la rentabilidad de las empresas pues cada paralización implica tiempos muertos y menos rentabilidad, por tanto ahí radica la importancia de gestionar adecuadamente el mantenimiento de los equipos, este trabajo empieza realizando un diagnóstico de los sub procesos de mantenimiento actuales, utilizando para esto diagramas de flujo y costeadando el recurso humano y materiales empleados en cada sub proceso analizado, asimismo se cuantifica el costo de oportunidad de la paralización de cada equipo en función a la demanda y precios de mercado; luego propone modificar los procedimientos costeadando la propuesta y obteniendo ahorros significativos e indicadores de TPM finales más eficientes. Esta investigación sirvió de base para el análisis de procesos y la propuesta de rediseño de los mismos que se trabajó en la presente investigación.

(Silva Burga, 2005) Realiza una investigación para implantar la filosofía TPM en la zona de enderezadoras de la planta de Aceros Arequipa, la empresa tiene tres máquinas enderezadoras las cuales tienen programado un mantenimiento preventivo al mes.

Sin embargo en la práctica no se realiza debido a que el área de producción tiene mucha carga de trabajo y generalmente retrasa la paralización para el respectivo mantenimiento preventivo, otro motivo que origina el retraso es la escasez de materiales para dicho mantenimiento, y esta realidad ocasiona numerosas fallas que obligan a la paralizar la planta, la empresa tiene un historial de mantenimiento que sirve de base para calcular los costos actuales que la gestión de mantenimiento demanda a la empresa, así la investigación empieza por recolectar información documentaria, analizan las causas de las continuas fallas mediante la técnica de tormenta de ideas, realizan un diagnóstico de cada área involucrada en la gestión de mantenimiento y determinan los indicadores TPM iniciales; luego se establece un plan de mantenimiento general involucrando a todas las áreas relacionadas que incluye capacitaciones y formación de equipos de trabajo tipo círculos de calidad luego se plantean metas para los indicadores TPM y para la reducción de costo de mantenimiento total, proyectando un ahorro anual de comparan resultados, obteniendo una mejora económica de S/. 17,065.92; asimismo entre sus conclusiones hacen referencia al bajo impacto económico que genera la implementación de la filosofía TPM, en comparación con otras aplicaciones similares en otras empresas, esto principalmente se debe a que la empresa ya tenía medidas de gestión de mantenimiento establecidas que se cumplían parcialmente, por tanto, el impacto no fue tan significativo.

A nivel Local:

(Izaguirre Diego, 2014) En su investigación para mejorar la planificación y programación de mantenimiento preventivo en una empresa siderúrgica aplicó herramientas de TPM y desarrollaron un software que integrado al ERP SAP que contaba la empresa ayudó de gran forma en la planificación y programación de los mantenimientos preventivos, así los indicadores de TPM mejoraron notablemente, en este trabajo se aplicó además una encuesta a los actores de los procesos de mantenimiento para conocer el grado de adaptación y empleo del sistema implementado. Así de esta investigación notamos que el planteamiento de un modelo de TPM debe ir de la mano del desarrollo de un módulo de gestión informático como soporte para llevar el control de la programación y monitoreo de las tareas programadas de manera eficaz.

2.2. Base Teórica.

La variable independiente del presente trabajo de investigación corresponde al Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) que constituye una filosofía de calidad que busca la excelencia, los cero defectos y alcanzar la disponibilidad plena de la maquinaria y/o equipos de una organización, así el TPM como filosofía de Calidad se encuentra inmersa en la Filosofía del Lean Manufacturing o manufactura esbelta que busca los cero defectos en una organización, en otras palabras hablar de la filosofía TPM es equivalente a la aplicar la filosofía Lean Manufacturing en el área de mantenimiento; por tanto empezaremos el marco teórico presentando la filosofía Lean Manufacturing; asimismo tanto el Lean Manufacturing como el TPM utilizan las mismas herramientas de gestión que buscan la optimización de los recursos de la empresa, sin embargo el TPM tiene indicadores específicos que miden la gestión de mantenimiento.

2.2.1. Los 8 Pilares del TPM

Susuki (1995) presenta los 8 pilares de TPM recalcando que constituyen la base fundamental de esta metodología, cada uno de estos constituyen una ruta a seguir en busca de los objetivos de eliminar o reducir las pérdidas: como son Paradas programadas, Ajustes de la producción, Fallos de los equipos, Fallos de los procesos, Pérdidas de producción normales, Pérdidas de producción anormales, Defectos de calidad y Reprocesamiento. Así en la práctica se deberá decidir qué pilares aplicar de acuerdo a las necesidades de la empresa y de la naturaleza de las pérdidas en esta.

Los 8 pilares son:

- 1) Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen).
- 2) Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen).
- 3) Mantenimiento Planificado.
- 4) Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen).
- 5) Prevención del Mantenimiento.
- 6) Actividades de departamentos administrativos y de apoyo.
- 7) Formación y Adiestramiento.
- 8) Gestión de Seguridad y Entorno.

Figura 2: Pilares del TPM



Fuente: (Susuki, 1995)

Elaboración propia

Primer Pilar – Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen

Es encontrar una oportunidad de mejora dentro de la planta, esta oportunidad debe reducir o eliminar un desperdicio, puede encontrarse con las herramientas estratégicas como son el mapa de cadena de valor, análisis de brechas y teoría de restricciones.

Segundo Pilar – Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen

Es volver a integrar el trabajo del operador con el de operario de mantenimiento, para lograr disminuir desperdicios. El operador está listo para hacer cambios de formato o algunos mantenimientos básicos, pero básicamente es el que reporta las fallas adecuadamente, junto a realizar ajustes, lubricación y mantenimientos básicos.

Tercer Pilar – Mantenimiento Planificado

Es tener un buen mantenimiento preventivo, esto quiere decir que se tenga una buena recolección de datos y excelente análisis; para luego poder planear los mantenimientos que logran disminuir los costos e incrementar la disponibilidad. Para luego implementar el mantenimiento predictivo.

Cuarto Pilar – Mantenimiento De Calidad o Hinshitsu Hozen

No solo es cuanto hacemos, sino que productos podemos hacer, con que tolerancia se puede trabajar y cuantos defectos están saliendo en cada proceso. Los defectos salen por un problema de la máquina, por un problema del material, por un problema del método o por un problema del personal de operaciones. Por ello es importante la integración de todos para identificar la causa del defecto.

Aumenta las habilidades de los Colaboradores, a través de Educación & Entrenamiento, para alcanzar un alto grado de motivación, de participación, de orgullo profesional y por lo tanto de la mejora de la eficacia de la compañía.

Quinto Pilar – Prevención del Mantenimiento

Es planificar e investigar sobre las nuevas máquinas que pueden ser utilizadas en nuestra organización, para ello debemos diseñar o rediseñar procesos, verificar los nuevos proyectos, realizar y evaluar los test de operaciones y finalmente ver la instalación y el arranque.

Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para empresas que compiten en sectores de innovación acelerada, manufactura versátil, ya que en estos sistemas de producción la actualización continua de los equipos, la capacidad de flexibilidad y funcionamiento libre de fallos, son factores extremadamente críticos. Este pilar actúa durante la planificación y construcción de los equipos de producción. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento. Este pilar es desarrollado a través de equipos para proyectos específicos. Participan los departamentos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología de procesos, producción, mantenimiento, planificación, gestión de calidad y áreas comerciales.

Sexto pilar – Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo

Deben reforzarse sus funciones mejorando su organización y cultura. Para ello se debe aplicar mapa de cadena de valor transaccional para encontrar oportunidades y luego de ello poder lanzar los proyectos para mejorar los tiempos y errores.

Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del mantenimiento de calidad buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Principios del Mantenimiento de Calidad

Los principios en que se fundamenta el Mantenimiento de Calidad son:

1. Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
2. Realizar un análisis físico para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.
3. Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
4. Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
5. Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

Sétimo Pilar – Formación y Adiestramiento

La formación debe ser polivalente, de acuerdo a lo que necesita la planta y la organización, muchos de los desperdicios se deben a que las personas no están bien adiestradas, por ello la planificación de la formación de las personas deben salir de las oportunidades encontradas en el desempeño de los empleados y operarios.

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. Si cerca del 80 % del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y de desarrollo del sistema de producción.

El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de 5's, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

Octavo Pilar – Gestión de Seguridad y Entorno

Debiéramos tener estudios de operatividad combinados con estudios de prevención de accidente. Todos los estudios de tiempos y movimientos deben tener su análisis de riesgos de seguridad.

La implementación de todos los pilares no necesariamente se llevaran a cabo en forma simultánea, sino que se seleccionara con cuales empezaremos, se deberá formar grupos multidisciplinarios para cada pilar, por lo que cada pilar deberá registrar niveles de TPM. Las evaluaciones podrán hacerse semanal, mensual y anualmente.

El TPM no es una metodología para solucionar problemas básicos, no solo lo puede hacer solo el área de mantenimiento, necesita la participación de toda el área de operaciones. Por lo menos debiéramos haber llegado a implementar en forma total el Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF). Muchas organizaciones intentan implementarlo y fracasan porque no se han dado cuenta de que debemos empezar en determinado nivel, otras organizaciones intentan implementarlo solo en mantenimiento y es imposible de hacerlo. Como toda metodología aplicada siempre podrá tener sus caídas, por lo que el control y la motivación de parte de toda la alta dirección deben ser activos en cada Pilar del TPM.

2.2.2. Historia y antecedentes del Lean Manufacturing.

Villaseñor, A. (2009). La historia inicia con Sakichi Toyoda, visionario e inventor, parecido a Henry Ford. En 1984, Toyota inicia la fabricación de telares manuales, el precio de estos era más cómodo, pero se requería demasiado trabajo. Es cuando comienza a trabajar en la creación de una máquina de tejer. Al realizar este trabajo, de prueba y error, género del Toyoda Way, el genchi genbutsu (ir/observar/entender). Luego, él fue quien fundó la compañía Toyoda Automatic Loom Works, empresa que todavía forma parte de la corporación Toyota.

Uno de sus primeros inventos fue un mecanismo especial que detenía de manera automática el telar cuando un hilo se rompía, este invento se convirtió en uno de los pilares del Sistema de producción Toyota, llamado Jidoka (automatización con toque humano).

Posteriormente, en 1894 Sakichi Toyoda tuvo su hijo (Kiichiro Toyoda) con el que posteriormente empezaría la construcción de Toyota Motor Company,

Sakichi, hizo estudiar a su hijo Kiichiro en la prestigiosa Universidad Imperial de Tokio la carrera de ingeniería mecánica.

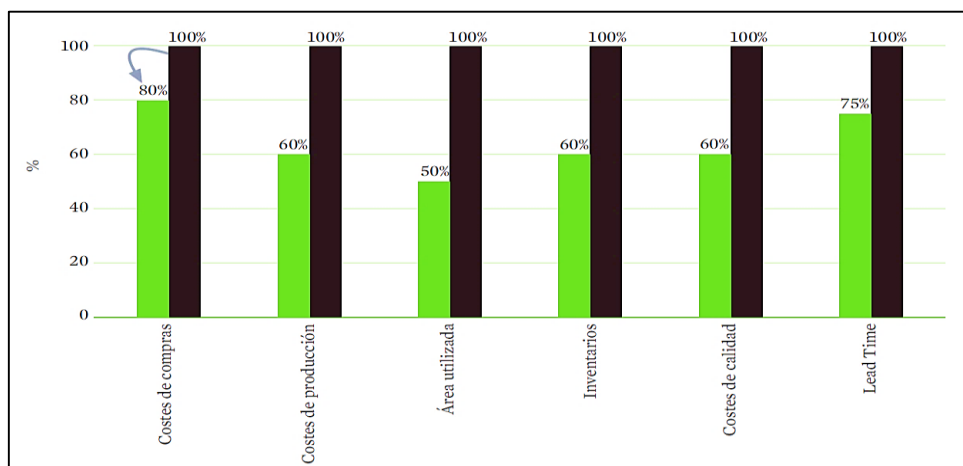
Así pues, Kiichiro construyó Toyota con la filosofía de su padre, donde él agregó sus propias innovaciones como el sistema Poka yoke (aprueba de errores) y Just in time.

Finalmente, fue Eiji Toyoda, quien también en la Universidad Imperial de Tokio, sobrino de Sakichi y primo de Kiichiro, quien terminó de construir la compañía desarrollando el Just in time.

Del sistema Toyota lo más resaltante fue sin duda el “sistema jalar”, el cual fue retomado de los supermercados en Norteamérica, lo que significa no se debe hacer nada (abastecer), hasta que el próximo proceso utilice lo que originalmente había surtido, esto es conocido como el Kanban. Sin este sistema jalar, no sería posible el JIT, uno de los pilares del Sistema de producción Toyota.

Para los años sesenta, el sistema de producción Toyota era una filosofía muy poderosa que todo negocio debería aprender. Toyota dio los primeros pasos para esparcir sus principios a sus proveedores clave. Las líneas anteriores, es sólo una parte de lo que ha hecho Toyota para ser lo que hoy en día es. No fue sino hasta 1990 cuando el término de “producción esbelta” fue inventado, dentro del libro *The Machine That Changed The World* (la máquina que cambió el mundo).

Figura 3: Beneficios de la Implantación Lean



Fuente: Hernández (2013)
Elaboración propia

2.2.3. Lean Manufacturing.

Villaseñor, A. (2009). Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta es el conjunto de herramientas orientadas a retirar de los procesos productivos todo aquello que no añade valor al producto, proceso o servicio. Esto reduce costos, genera satisfacción de los clientes y mejora la rentabilidad de la empresa, objetivo principal de toda industria. Según Womack (2005) el pensamiento Lean provee una manera de hacer más con menos; menor esfuerzo humano, menos equipo, menos tiempo, menos espacio, acercándose más a lo que los clientes quieren exactamente.

Figura 4: Producción de Lean Manufacturing



Fuente: Villaseñor, A. (2009).

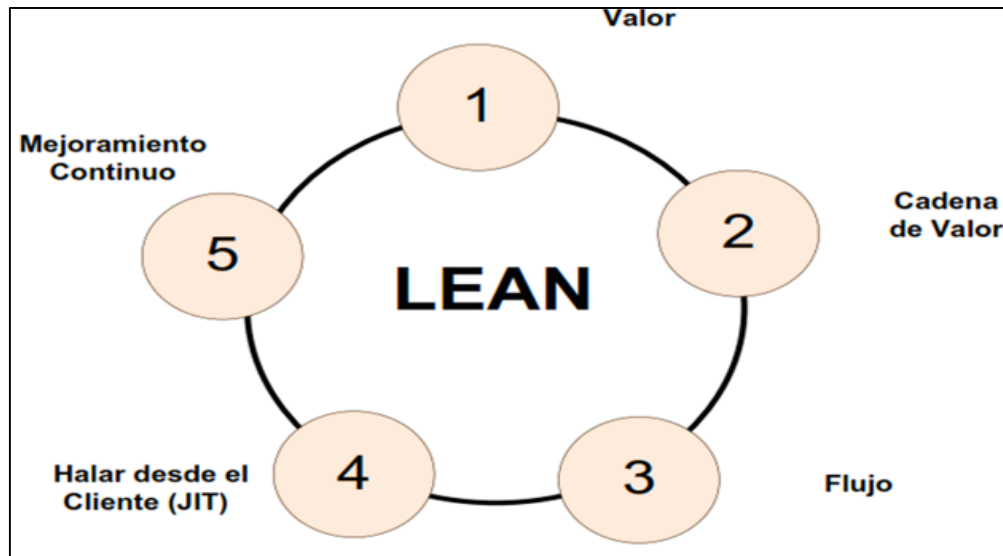
Elaboración propia

2.2.4. Principios de Lean Manufacturing.

Hernández Juan Carlos, (2013). Para llegar a la aplicación de esta filosofía se debe tener en cuenta algunos principios como los siguientes:

1. **Valor:** Definir e identificar el valor desde la perspectiva del cliente con el fin de eliminar desperdicios.
2. **Cadena de Valor:** Hacer visible por medio de un mapa de flujo de información y de materiales y por medio de indicadores lean identificar oportunidades de mejoramiento y eliminar desperdicios.
3. **Flujo:** Crear un flujo en el proceso para que la información y materiales fluyan más rápido y para que los problemas se puedan visualizar.
4. **JIT:** Adoptar un sistema de producción PULL con el fin de mantener pequeñas cantidades de inventario y evitar sobreproducción.
5. **Mejoramiento Continuo:** Esforzarse para llegar al perfeccionamiento.

Figura 5: Principios de Lean Manufacturing



Fuente: Hernández (2013)

Elaboración propia

2.2.5. Desperdicios.

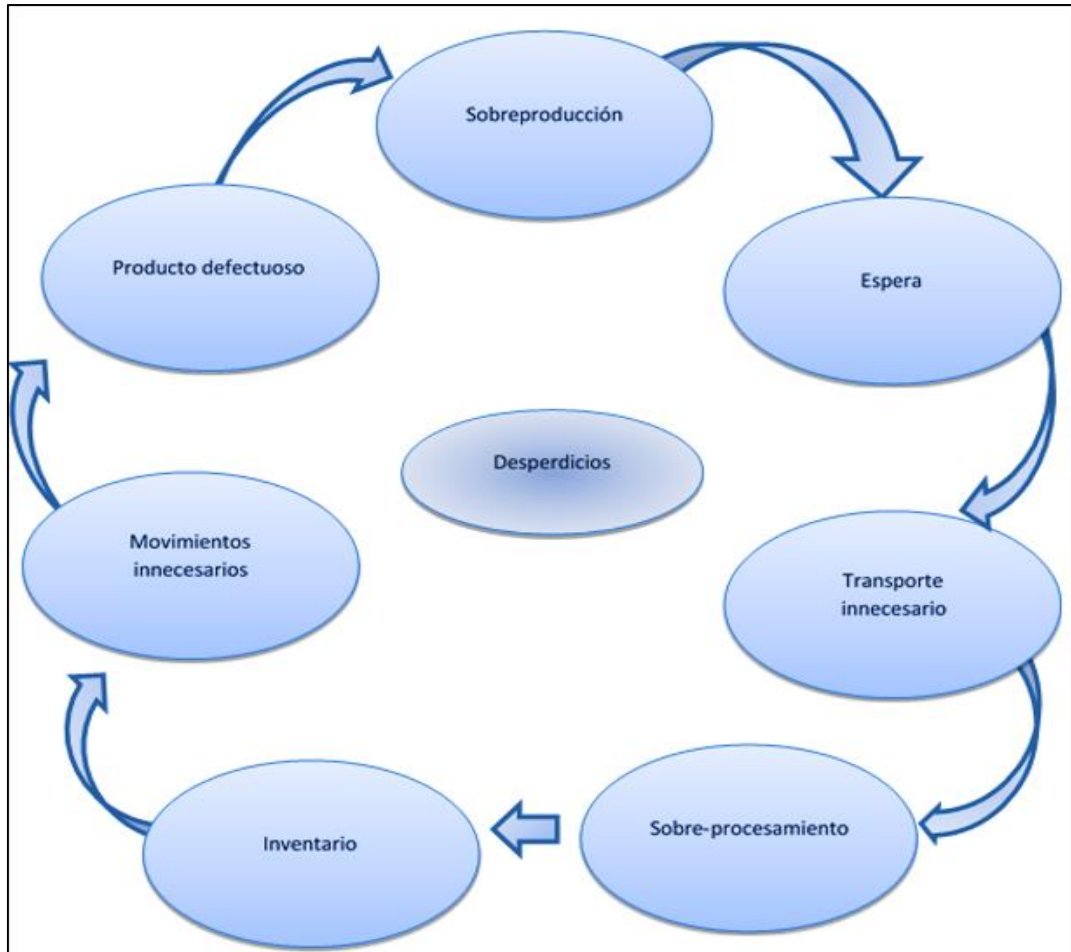
Womack, James y Jones, Daniel, (2010). Es todo aquello que no añade valor al producto. Es decir, es todo aquello que nos cuesta tiempo, capital o recursos que nuestro cliente no está dispuesto a pagarlo. En otras palabras, es todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal, tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar algún servicio. A las actividades que no agregan valor les denomina MUDA.

Cabe resaltar, que no todos los desperdicios pueden ser eliminados en su totalidad, sin embargo, siempre se podrá mejorar la situación actual.

El objetivo de eliminar estos desperdicios es hacer más con menos (menos inversión en capital, menos espacio ocupado, menos esfuerzo de operarios, menos mano de obra directa e indirecta, menos inventario, menos tiempo total de procesamiento).

De acuerdo con la figura, existen siete tipos de desperdicios, los cuales se muestran a continuación:

Figura 6: Siete tipos de desperdicios según Lean Manufacturing



Fuente: Womack (2010)

Elaboración propia

1. **Sobreproducción.**

Esto como consecuencia de producir artículos para los que no existen órdenes de producción; es decir producir antes de que el consumidor lo requiera, lo que contribuye a que los productos sean almacenados y se incremente el inventario, y por ende el costo de mantenimiento.

Algunas de las razones por las que se puede detectar este tipo de desperdicio puede ser debido a falencias en las previsiones de ventas, un deficiente planeamiento, producción al máximo de la capacidad para aprovechar las capacidades de producción, problemas de producción.

2. Espera.

Este tipo de desperdicio se puede apreciar cuando los operadores esperan observando las máquinas trabajar o esperan por algún otro motivo externo a la producción como esperar por herramientas, piezas para continuar un procesamiento; otros ejemplos de esperas son el tiempo de cola para un procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materia primas o insumos.

3. Transporte innecesario.

Se le considera desperdicio de este tipo a todo movimiento innecesario de los insumos, materiales, productos en proceso durante la producción. A partir de este transporte innecesario se puede generar daños al producto o a las partes, lo que generaría re - trabajos.

4. Sobre – procesamiento.

Este tipo de desperdicio se presenta cuando no se tienen claros los requerimientos de los clientes, lo que causa que en la producción se creen procesos innecesarios, los cuales, en vez de agregar valor al producto, en realidad se logra inflar los costos.

5. Inventarios.

Los desperdicios de este tipo se pueden observar en los excesivos almacenamientos de materias primas, productos en procesos y productos terminados. Así mismo, el exceso de estos inventarios causa largos tiempos de entrega, obsolescencia de productos, productos dañados, costo de almacenamiento y de transportes. Este tipo de desperdicio oculta problemas en la empresa, como producción desnivelada, entregas retrasadas por parte de los proveedores, defectos, tiempos caídos de los equipos y largos tiempos de *set-up*.

6. **Movimiento innecesario.**

Cualquier movimiento que el operario realice muy aparte de generar valor al producto. Este tipo de desperdicio se puede evidenciar cuando el operario mira, busca, acumula partes, herramientas, escoge, se agacha, etc.

7. **Productos defectuosos o re – trabajos.**

La producción de partes y productos defectuosos, genera reparaciones o re - trabajos, reemplazos en la producción e inspección lo que significan manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado.

2.2.6. **Herramientas del Sistema Lean.**

Womack, James y Jones, Daniel, (2010). Se describe las 3 etapas de análisis para la implementación del Lean Manufacturing de la siguiente manera:

A. **Demanda:**

En esta etapa lo que se busca es entender las necesidades del cliente por los productos, con los detalles de información como la cantidad, calidad, el Lead Time y el precio.

B. **Flujo:**

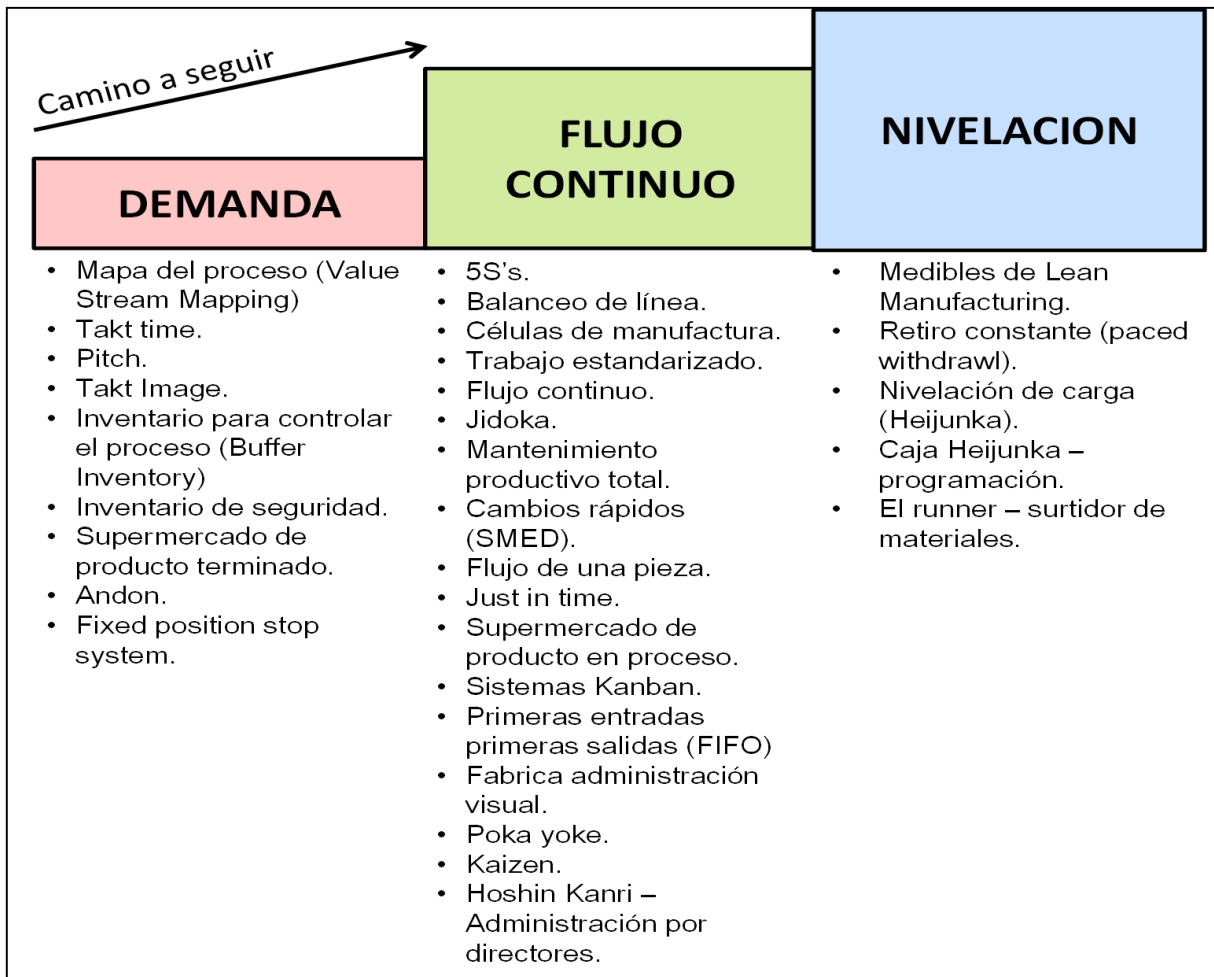
En esta etapa lo que se busca es que el cliente obtenga el producto que desea en el tiempo, cantidad y con la calidad deseada, para esto se establece un flujo continuo de producción a través de toda la empresa.

C. **Nivelación:**

Finalmente, en esta etapa se intenta distribuir uniformemente el trabajo (por volumen y la variedad) para aminorar los inventarios y poder trabajar con lotes menores.

Se recomienda implementación de estos niveles en el orden descrito. Las herramientas *Lean* que se recomiendan usar en cada uno de los 3 niveles se aprecian en la figura.

Figura 7: Los tres niveles del Lean Manufacturing



Fuente: Womack (2010)

Elaboración propia

2.2.7. Mapeo Flujo de valor (VSM).

Krajewski & Ritzman (2012). El *VSM* es una herramienta de diagnóstico y control para la mejora continua. La cual nos permite representar con un dibujo las actividades de una familia de productos o servicios de una empresa en cuanto al flujo de materiales y flujo de información.

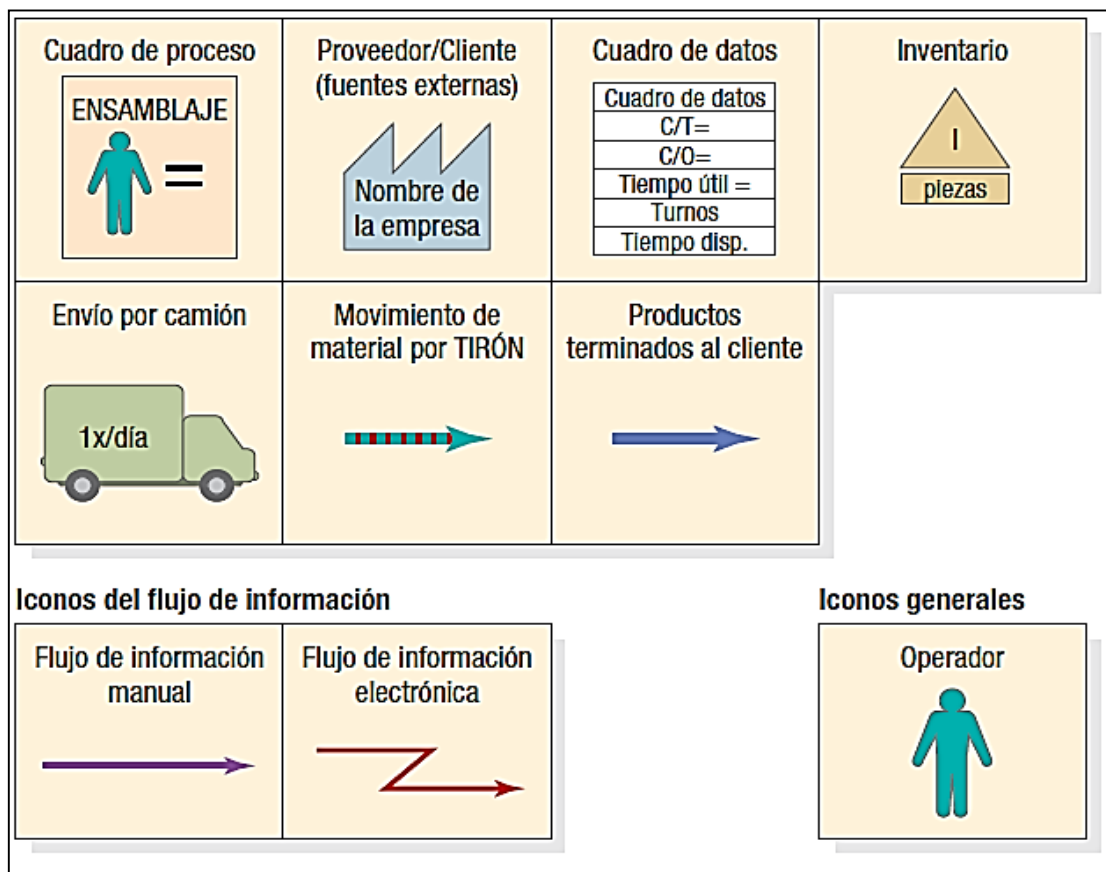
Así mismo, realizar el mapeo flujo de valor conlleva a trabajar en el gran conjunto (no sólo en los procesos individuales), mejorando el todo (no sólo optimizando las partes).

Los beneficios de realizar el mapeo flujo de valor son los siguientes:

- Ayuda a visualizar fuentes de desperdicio y cuellos de botella (*bottlenecks*).
- Proporciona un lenguaje común para hablar acerca de los procesos.
- Herramienta de comunicación altamente efectiva.
- Base para el plan de implementación.
- Muestra el enlace entre el flujo de información y el de material.

En la figura 08 y 09 se observa la simbología utilizada en el *Value Stream Mapping* y un ejemplo de su aplicación respectivamente.

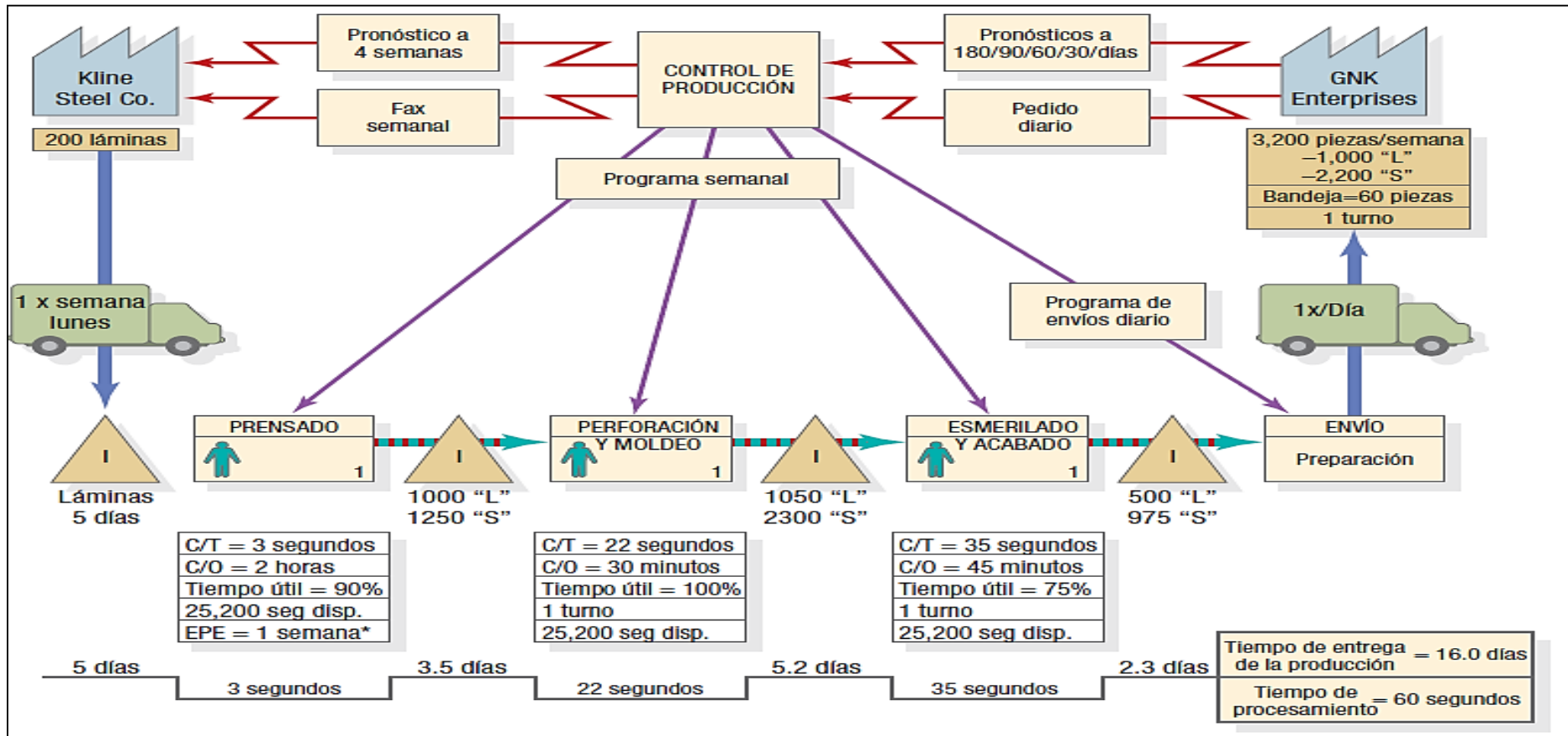
Figura 8: Iconos para mapas de flujo de valor



Fuente: Krajewski (2012)

Elaboración propia

Figura 9: Mapa representativo del estado actual de una familia de retenedores en una empresa fabricante de cojinetes



Fuente: Krajewski (2012)

Elaboración propia

2.2.8. Las 5S's de Calidad.

Hernández, Juan Carlos (2013). La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

Los principios 5S son fáciles de entender y su puesta en marcha no requiere ni un conocimiento particular ni grandes inversiones financieras. Sin embargo, detrás de esta aparente simplicidad, se esconde una herramienta potente y multifuncional a la que pocas empresas le han conseguido sacar todo el beneficio posible. Su implantación tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la misma:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, técnicas sueltas, embalajes, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones sencillas de operación.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.

Primera S: Eliminar (Seiri).

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza.

La pregunta clave es: “¿es esto útil o inútil?”.

Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho.

Figura 10: Ejemplo de tarjeta roja para identificación de elementos inútiles

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

Fuente: Hernández (2013)

Elaboración propia

Segunda S: Ordenar (Seiton).

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del seiton comporta:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia.

Tercera S: Limpieza e inspección (Seiso).

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”.

Se trata de dejar las cosas como “el primer día”.

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas de cualquier tipo, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir.

Cuarta S: Estandarizar (Seiketsu).

La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. El principal enemigo del seiketsu es una conducta errática, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación comporta las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos:

1. Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.
2. Integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares.
3. Chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican.

Quinta S: Disciplina (Shitsuke)

Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación. Los líderes de la implantación lean establecerán diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc.

Figura 11: Resumen de la técnica 5S

SEIRI Separar y eliminar	SEITON Arreglar e identificar	SEIDO Proceso diario de limpieza	SEIKETSU Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	SHITSUKI Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

Fuente: Hernández (2013)
Elaboración propia

2.2.9. Mantenimiento Productivo Total - TPM.

Hernández, Juan Carlos (2013). El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. Para ello, el TPM se propone cuatro objetivos:

1. Maximizar la eficacia del equipo.
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina (diseño libre de mantenimiento) y que incluirá a lo largo de toda su vida acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o modificaciones.
3. Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos.
4. Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños grupos.

La eficacia de los equipos se maximiza por medio del esfuerzo realizado en el conjunto de la empresa para eliminar las “seis grandes pedidas” que restan eficacia a los equipos, según la siguiente figura:

Figura 12: Pérdidas en equipos

Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos	
Tipo	Pérdida
Tiempo Muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos.
	2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas.
Pérdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.).
	4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Fuente: Hernández (2013)

Elaboración propia

Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías. El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación y la inspección visual.

El TPM promueve la concienciación sobre el equipo y el auto - mantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieren habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente.

En estas condiciones, la implantación TPM requiere una metodología adecuada a las características de la empresa y sobre todo, formación de las personas. De una forma esquemática, el proceso de implantación TPM se puede desplegar en las siguientes:

Fases:

Fase preliminar.

En una fase preliminar es necesario modelizar la información relacionada con mantenimiento, identificando y codificando equipos, averías y tareas preventivas.

Paso 1: Volver a situar la línea en su estado inicial.

El objetivo debe ser dejar la línea en las condiciones en las que fue entregada por parte del proveedor el día de su puesta en marcha: limpia, sin manchas de aceite, grasa, polvo, libre de residuos, etc.

Paso 2: Eliminar las fuentes de suciedad y las zonas de difícil acceso.

Una fuente de suciedad (fugas de aire o de aceite, caídas de componentes, virutas de metal, etc.) es aquel lugar en el que, aunque se limpie continuamente, sigue generando suciedad. Estas fuentes de suciedad hay que considerarlas como causas de un mal funcionamiento o anomalías de los equipos.

Paso 3: Aprender a inspeccionar el equipo.

Para el proceso de implantación del TPM es fundamental que el personal de producción, poco a poco, se vaya encargando de más tareas propias de mantenimiento, hasta llegar a trabajar de forma casi autónoma. Para ello es imprescindible formación para transmitir los conocimientos necesarios a los operarios de la línea sobre el funcionamiento de las máquinas y los equipos. Esta formación cada vez será más detallada y abarcará más tareas multidisciplinarias.

Paso 4: Mejora continua.

En este paso los operarios de producción realizan las tareas de TPM de forma autónoma, se hacen cargo de las técnicas necesarias y proponen mejoras en las máquinas que afecten a nuevos diseños de línea. Los responsables verifican los esfuerzos para mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo y supervisan sus actividades orientadas a elevar la rentabilidad económica de la planta. En esta fase cobra vital importancia la determinación de las causas de averías.

Una vez iniciado un programa TPM, la calidad de su proceso de implantación debe ser auditada por el departamento de mantenimiento de cara a controlar los costes, comprobar que las actividades planificadas se han realizado y plantear objetivos para siguientes fases.

En este punto conviene definir un sistema de indicadores accesible y fiable para capturar, medir, analizar y evaluar los resultados y desviaciones respecto al objetivo de manera metódica y fiable. Indicadores como el rendimiento de la mano de obra, las horas dedicadas a trabajos urgentes, los costes de reparación o la disponibilidad son válidos para estos sistemas, en este paso es posible medir los indicadores de mantenimiento gestión que maneja operación.

2.2.10. Control visual.

Hernández, Juan Carlos (2013). Las técnicas de control visual son un conjunto de medidas prácticas de comunicación que persiguen plasmar, de forma sencilla y evidente, la situación del sistema de productivo con especial hincapié en las anomalías y despilfarros.

El control visual se focaliza exclusivamente en aquella información de alto valor añadido que ponga en evidencia las pérdidas en el sistema y las posibilidades de mejora. Hay que tener en cuenta que, en muchos casos, las fábricas usan estadísticas, gráficas y cifras de carácter estático y especializado que solo sirven a una pequeña parte de los responsables de la toma de decisión.

En este sentido, el control visual se convierte en la herramienta Lean que convierte la dirección por especialistas en un dirección simple y transparente con la participación de todos de forma que puede afirmarse que es la forma con la que Lean Manufacturing “estandariza” la gestión.

Bajo la perspectiva Lean, estas técnicas persiguen mantener informado al personal sobre cómo sus esfuerzos afectan a los resultados y darles el poder y responsabilidad de alcanzar sus metas. Estas técnicas tienen relación con la importancia que en la metodología Lean tiene la motivación de los empleados a través de la información.

El control y comunicación visual tiene muchas ventajas, entre ellas la rápida captación de sus mensajes y la fácil difusión de información. La motivación aumenta cuando el trabajador tiene la oportunidad de contribuir y recibir reconocimientos. Los tableros de gestión visual, o cualquier otro tipo de técnicas de comunicación visual, son excelentes espacios que sirven como marco metodológico para orientar el flujo de ideas y brindar un contexto de la situación a ser analizada.

Ejemplos de Control Visual.

Control visual de espacios y equipos.

- Identificación de espacios y equipos.
- Identificación de actividades, recursos y productos.
- Marcas sobre el suelo.
- Marcas sobre técnicas y estándares.
- Áreas de comunicación y descanso.
- Información e instrucciones.
- Limpieza.

Documentación visual en el puesto de trabajo.

- Métodos de organización: Hojas de instrucciones, estudios de tiempos/movimientos, planificación del trabajo, auto inspección, recomendaciones de calidad, procedimiento de seguridad.
- Recursos y tecnología. Instrucciones de operación y mantenimiento, cambios y ajustes, descripción de procesos y tecnologías.
- Productos y materiales. Especificaciones del producto, listas de piezas, requerimientos de empaquetado, identificación de defectos comunes en materiales y productos.

Control visual de la producción.

- Programa de producción.
- Programa de mantenimiento.
- Identificación de stocks.
- Identificación de reprocesos.

Control visual de la calidad.

- Señales de monitorización de máquinas.
- Control estadístico de proceso (SPC).
- Registros de problemas.

Gestión de indicadores.

- Objetivos, resultados
- Gestión de la mejora continua.
- Actividades de mejoras.

La implantación de cualquiera de los mecanismos de comunicación visual solo puede tener éxito con un cambio cultural en la fábrica. No sucede de la noche a la mañana el poder avanzar a un sistema de participación de la información. El punto de partida para la dirección y personal de supervisión es apoyar el proceso de participación en la información a la vez que se comunica a toda la compañía esta nueva perspectiva. En este sentido, para aumentar el éxito de su implantación se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

- No empezar nunca un proyecto de comunicación visual sin primero verificar el compromiso de la compañía con unas pautas bien definidas y siguiendo los principios citados con anterioridad.
- No se debe nunca hacer una aproximación a la comunicación visual como una mera técnica. Si la dirección de una compañía no mantiene este concepto, la exposición pública de información no avanzará más allá del gesto sin contenido y el debate superfluo.
- Una vez que se han salvado los primeros escollos de relación entre dirección y posesión de información es posible empezar. Más allá del punto de partida, la comunicación visual llega a ser un verdadero aliado

del proyecto cultural por su poder para estimular el diálogo y superar las barreras jerárquicas.

- La aplicación de un sistema de indicadores no consiste meramente en colocar gráficos de control de gestión en los lugares de trabajo. Más bien, se debe cambiar el modo de concebir el sistema de mediciones, enfatizando en los indicadores del proceso y descentralizando la adquisición, medición, presentación y análisis de los datos.
- Desarrollar un sistema de responsabilidades compartidas, especialmente entre los departamentos de producción y los funcionales (mantenimiento, instalaciones, ingeniería industrial, etc.).
- Reorientar las funciones de control de calidad hacia la observación de los hechos y la resolución de problemas en lugar de monitorizar a los individuos para buscar culpables.
- Fomentar la participación del personal de producción en proyectos de mejora en sus lugares de trabajo.

2.2.11. Herramienta para la planificación de la calidad: Diagrama Pareto.

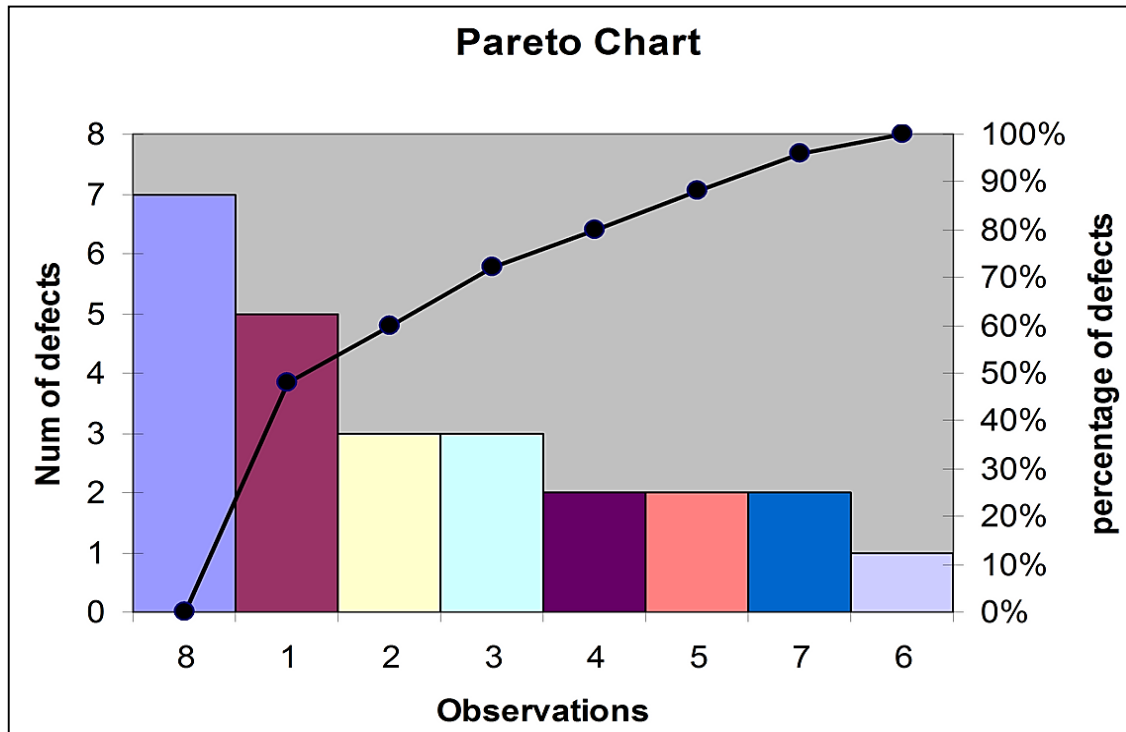
Pérez Fernández de Velasco (2012) indica que el gráfico de barras que estratifica y organiza datos en forma decreciente en función de la frecuencia con que se presenta un evento. Se fundamenta en el principio del 80:20 del economista italiano Wilfredo Pareto (1890)

Se construye al listar las causas de un problema en el eje horizontal, a partir de la izquierda para colocar aquellas que tienen mayor efecto sobre el problema, de manera que disminuyen en orden de magnitud. El eje vertical se dibuja en ambos lados del diagrama: el lado izquierdo representa la magnitud del efecto propiciado por las causas, mientras que el lado derecho refleja el porcentaje acumulado de efecto de las causas, a partir de la de mayor magnitud.

Determinar incumplimientos no conformidades, reprocesos, quejas o reclamos más frecuentes para iniciar acciones correctivas sobre ellos.

Identificar clientes, productos o mercados más representativos para enfocar esfuerzos en ellos.

Figura 13: Diagrama Pareto



Fuente: Pérez Fernández de Velasco (2012)

Elaboración propia

2.2.12. Fases de implantación.

Hernández, Juan Carlos (2013). En este trabajo se ha desarrollado una hoja de ruta que pretende ser una mera aproximación genérica a la implantación de todas las técnicas descritas hasta ahora según el proyecto propuesto.

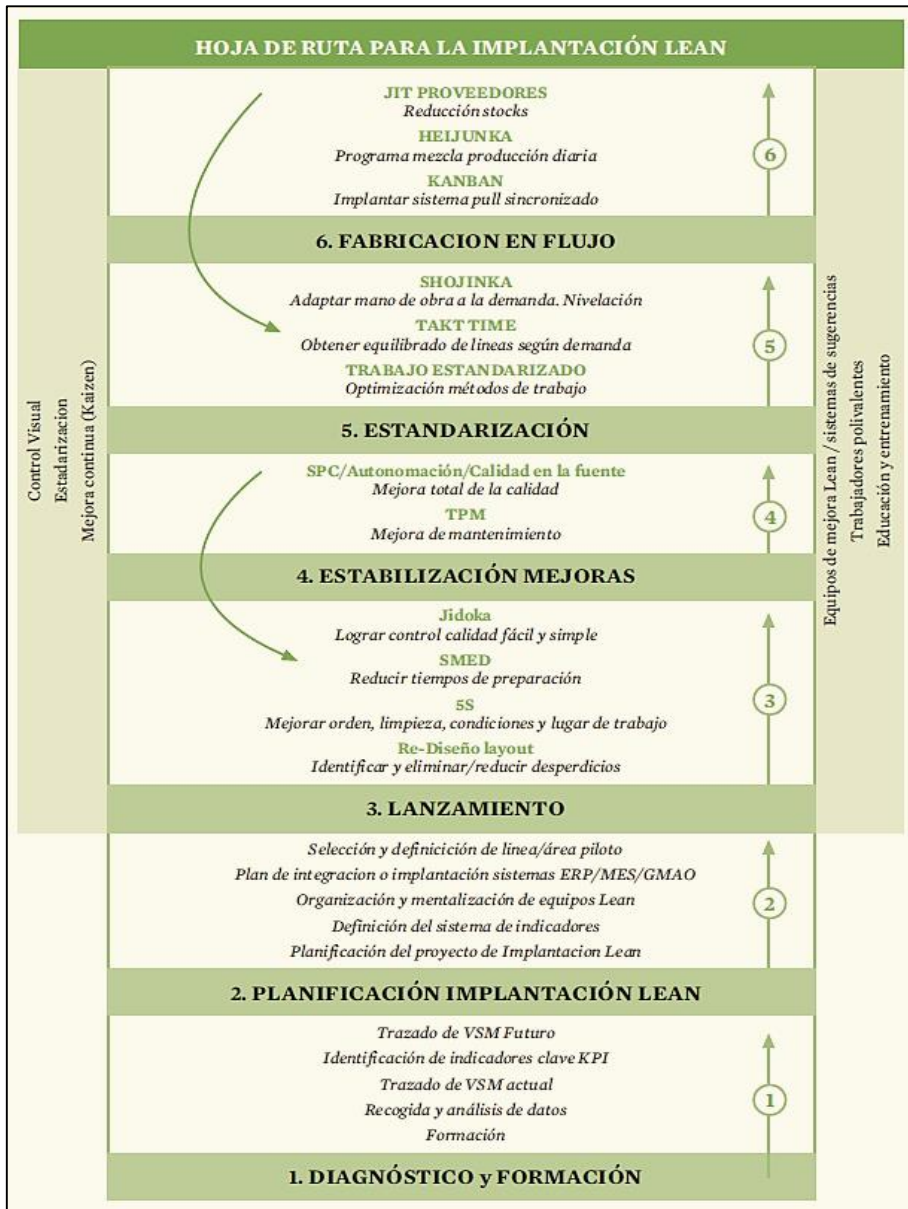
La hoja de ruta está constituida por una posible secuencia de fases y elementos que permitan a las empresas diseñar el mejor camino para una implantación Lean Manufacturing.

Evidentemente, las fases propuestas que aparecen en la figura 13 consideran un escenario de “máximos” por lo que deben ser tomadas exclusivamente como una referencia de manera que cada empresa diseñe su propia hoja de ruta.

Los objetivos al diseñar esta hoja de ruta han sido:

- Establecer metas intermedias, por medio de una secuencia de bloques (elementos) buscando resultados en periodos de tiempo pequeños.
- Evolucionar hacia nuevas técnicas conforme se dedica más tiempo a la implantación.
- Adaptar a la situación de las empresas españolas.
- Reducir la curva de aprendizaje para implantar sistemas Lean.
- Permitir a una compañía localizar el grado de avance Lean de su sistema de fabricación.
- Incidir en la importancia del espíritu de mejora continua, factor humano, formación y en la utilización del control visual y estandarización como pilares básicos en la hoja de ruta de una implantación Lean.

Figura 14 Hoja De Ruta Para La Implantación Lean



Fuente: Hernández (2013)
 Elaboración propia

Fase 1: Diagnóstico y Formación.

No se puede comenzar a estudiar el proceso de mejora sin definir por dónde hay que empezar, de qué manera hay que trabajar, qué recursos se necesitan, etc. La primera fase debe centrarse en conocer el estado actual del sistema de fabricación en relación con las áreas abordadas por el Lean y emprender un programa específico de formación interna. Las etapas recomendadas para esta etapa de diagnóstico son:

Formación en conceptos Lean Manufacturing.

Se forman las personas que han de participar en el lanzamiento de la implantación Lean., los principales puntos en los que debe incidir la formación inicial son:

- Objetivos y aspectos clave del Lean Manufacturing como los conceptos de valor y despilfarros.
- Aprender a analizar las operaciones y su flujo, detectando despilfarros, con la ayuda de paneles de técnicas visuales.
- Tomar conciencia de los diferentes aspectos del factor humano dentro del sistema Lean.
- Aprender a representar el proceso y su flujo por medio del mapa de cadena de valor o value stream map (VSM) herramienta visual que representa los flujos de materiales y de información del proceso desde el aprovisionamiento hasta el cliente.

Recogida y análisis de datos.

El éxito de la implantación depende, en gran medida, de la fiabilidad de los datos de partida. Se precisa información sobre los productos (referencias, componentes, cantidades, etc.) y los procesos (operaciones, equipos, capacidad, tiempos, etc.). Se debe analizar, también, la demanda efectiva, producto a producto, para poder evaluar el ritmo de producción necesario. En esta fase puede ser muy útil realizar un análisis de la variedad de productos y volúmenes de producción (análisis P-Q).

Este análisis ordena las cantidades de producto de acuerdo con sus destinos (clientes). El objetivo de este estudio es organizar y priorizar productos como ayuda a la toma de decisión de cuál es el modelo de producción más adecuado a cada caso, por ejemplo: producción tradicional con trabajadores especializados, líneas de fabricación o montaje dotadas de flexibilidad o líneas de producción JIT multi - producto.

Trazado del VSM actual.

En esta etapa se introduce toda la información recogida y analizada hasta el momento en un VSM denominado “actual” que actúa como fuente de información global de la situación de partida, visualizada a través de los flujos de producto, materiales e información.

Trazado del VSM futuro.

A partir de toda la información de etapas anteriores se plantean las posibles soluciones más efectivas y se diseña un nuevo VSM con el nuevo flujo de producto, materiales e información.

Fase 2: Diseño del plan de mejora.

Dependiendo de la situación de cada empresa, sus características y su grado de eficacia desde una perspectiva Lean, es necesario planificar un proyecto de implantación coherente con su realidad, y con unos objetivos bien definidos a corto, medio y largo plazo.

Este plan de mejora debería incidir en los siguientes aspectos:

- Planificación detallada del proyecto de implantación Lean, estableciendo objetivos concretos, tareas, duraciones y proporcionando los medios necesarios para llevarlo a cabo.
- Definición del sistema de indicadores de seguimiento del proyecto de manera que se conozcan perfectamente los criterios que se van a utilizar para medir el grado de mejora según avance el proyecto.
- Organización de los equipos de trabajo Lean, incluyendo su estructura jerarquizada, funciones y metodología operativa. Se debe abordar la formación específica en técnicas Lean, incidiendo tanto en técnicas específicas como todas aquellas acciones que faciliten la implicación del personal y el cambio de mentalidad (pre-requisito Lean).
- Diseño de un plan de integración o implantación sistemas ERP/MES/GMAO o, en su defecto, tener claro el papel de los sistemas de información en la implantación Lean.
- Selección de la línea o área piloto. El cambio que provoca el Lean en un sistema productivo es muy grande y hay que minimizar los riesgos desde el principio. Por ello, es aconsejable seleccionar un área limitada para iniciar la implantación de las técnicas. Una vez que se van consiguiendo los éxitos, esta área piloto se convierte en un modelo de buenas prácticas para el resto de la empresa.

Fase 3: Lanzamiento.

En esta fase, comienzan los cambios radicales en los medios materiales y en su gestión operativa. En un primer momento es aconsejable perseguir cambios impactantes, rápidos y motivadores que faciliten la implantación del resto del sistema.

Se comienza siempre con las técnicas esenciales del Lean como son las 5S, SMED y técnicas específicas del Jidoka como los mecanismos anti-error.

En muchas ocasiones también puede ser necesario un rediseño previo de la distribución en planta, sobre todo en casos de sistemas productivos obsoletos con grandes ineficiencias a todos los niveles. Incluso hay situaciones en que el diagnóstico previo debe plantearse como un estudio completo de racionalización de la producción

El estudio incluiría un nuevo diseño de flujos de materiales, ubicación de máquinas y lugares de trabajo, recorridos de materiales y personas, definición de nuevos elementos de transporte. Incluso podría ser necesario afrontar estudios preliminares de equilibrado de operaciones y puestos de trabajo, ajustando la capacidad productiva a la demanda y prestando atención a las operaciones con más despilfarros y a los cuellos de botella.

Fase 4: Estabilización de Mejoras.

Los objetivos de esta etapa son:

- Reducir desperdicios en actividades relacionadas con mantenimiento y calidad.
- Estabilizar el proceso de producción para incrementar el nivel de confianza con respecto a tiempos de preparación, efectividad global del equipo y niveles de calidad.

- Reducir los lotes de producción al mínimo posible, determinado por el punto de equilibrio de producción.

Para ello se pueden desplegar acciones TPM y todas aquellas técnicas de calidad disponibles: SPC, autonomación, chequeos de calidad y MAQ. Según se vayan logrando las mejoras y haciendo más confiable y estable el proceso, se conseguirán menores tamaños de lote, mayor flexibilidad y un aumento de la calidad.

En esta fase se pueden organizar realizar talleres Kaizen relacionados con metodologías de mejora como mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo total, calidad en la fuente o control estadístico de proceso.

Fase 5: Estandarización.

La implantación de las técnicas anteriores permite afrontar el despliegue de aquellas acciones Lean más específicas relacionadas con la optimización de los métodos de trabajo y el control de la gestión. Los objetivos de esta etapa son:

- Optimizar métodos de trabajo.
- Diseñar métodos de trabajo capaces de adaptarse a las variaciones de la demanda.
- Adaptar el ritmo de producción a la demanda del cliente.
- Adaptar la mano de obra y capacidad a la demanda requerida.

Los talleres Kaizen siguen siendo importantes para encontrar formas de mejorar los métodos estándar. En esta fase cobra aún más importancia la educación y entrenamiento de todos los trabajadores involucrados en la implementación y operación de sistema es muy importante. Los trabajadores multifuncionales deben adaptarse al requerimiento de demanda de los clientes.

Fase 6: Producción en Flujo.

Una vez recorridas las fases anteriores es posible plantearse los principios más ambiciosos

JIT relacionados con la fabricación en flujo y justo a tiempo, produciendo en la cantidad, tiempo y lugar requeridos con niveles de desperdicio tendentes a cero. En este nuevo escenario los objetivos que se persiguen deben ser:

- Mantener la estabilidad y la flexibilidad logradas en las etapas anteriores.
- Garantizar al cliente expediciones con tiempos de entrega reducidos y a tiempo.
- Reducción drástica del inventario en proceso.
- Mejorar el sistema de gestión, control y logística de materiales en toda la planta.
- Introducir las técnicas más avanzadas Lean relacionadas con la producción mezclada, equilibrado y sincronización de la producción.

Estos objetivos pueden alcanzarse creando y controlando el flujo de producción con elementos como kanban, heijunka y sistemas avanzados de logística Lean de materiales.

Los talleres Kaizen ahora deben enfocarse en la mejora de las actividades de creación de flujo y suministro de materiales.

De cualquier forma, el proceso de implantación Lean nunca va a terminar puesto que las posibilidades de mejora continua, por su propia definición, siempre deben ser posibles.

De aquí que, en esta última fase, debe realizarse un análisis crítico sobre el nivel de avance de cada una de las técnicas implantadas y como pueden seguir evolucionado.

2.2.13. Indicadores en Mantenimiento.

Renove Tecnología S.L (2016). Uno de los problemas a los que se enfrenta un responsable de mantenimiento que quiere mejorar los resultados del departamento a su cargo es que debe MEDIR la evolución de los aspectos más importantes que definen o determinan la calidad de su trabajo. ¿Pero cuáles son esos indicadores? ¿Qué parámetros determinan que el trabajo de un departamento se está haciendo bien o mal?

Un sistema de procesamiento es aquel que convierte datos en información útil para tomar decisiones. Para conocer la marcha del departamento de mantenimiento, decidir si debemos realizar cambios o determinar algún aspecto concreto, debemos definir una serie de parámetros que nos permitan evaluar los resultados que se están obteniendo en el área de mantenimiento.

Es decir: a partir de una serie de datos, nuestro sistema de procesamiento debe devolvernos una información, una serie de indicadores en los que nos basaremos para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento.

A continuación, se describen los indicadores más usuales que se emplean en un departamento de mantenimiento.

En resumen, junto al valor del índice, deberían figurar dos informaciones más:

Índices de Disponibilidad:

1. Disponibilidad Total.

Es sin duda el indicador más importante en mantenimiento, y por supuesto, el que más posibilidades de 'manipulación' tiene. Si se calcula correctamente, es muy sencillo: es el cociente de dividir el nº de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el N° de horas totales de un periodo:

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

2. Disponibilidad por averías.

Intervenciones no programadas:

Disponibilidad por avería

$$= \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas de Parada por avería}}{\text{Horas Totales}}$$

La disponibilidad por avería no tiene en cuenta, pues, las paradas programadas de los equipos.

Igual que en el caso anterior, es conveniente calcular la media aritmética de la disponibilidad por avería, para poder ofrecer un dato único.

3. Disponibilidad Operacional.

Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

$$D_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

4. MTBF (Mid Time Between Failure, tiempo medio entre fallos).

Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías:

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de Horas Totales del periodo de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

5. MTTR (Mid Time To Repair, tiempo medio de reparación).

Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución:

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

Por simple cálculo matemático es sencillo deducir que:

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

Indicadores de Gestión de Órdenes de Trabajo:

6. Nº de Órdenes de trabajo generadas en un periodo determinado.

Es discutible si el número de órdenes de trabajo es un indicador muy fiable sobre la carga de trabajo en un periodo, ya que 100 órdenes de trabajo de una hora pueden agruparse en una sola orden de trabajo con un concepto más amplio. No obstante, dada la sencillez con que se obtiene este dato, suele ser un indicador muy usado. La información que facilita este indicador es más representativa cuanto mayor sea la cantidad media de O.T que genera la planta. Así, es fácil que en una planta que genera menos de 100 O.T. de mantenimiento mensuales la validez de este indicador sea menor que una planta que genera 1000 O.T.

7. Nº de Órdenes de trabajo generadas por sectores o zonas.

Igual que en el caso anterior, solo la sencillez de su cálculo justifica emplear este indicador.

8. Nº de Órdenes de trabajo acabadas.

Suele ser útil conocer cuál es el número de Órdenes de trabajo acabadas, sobre todo en relación al número de órdenes generadas. Es muy importante, como siempre, seguir la evolución en el tiempo de este indicador.

9. Nº de Órdenes de trabajo pendientes.

Este indicador nos da una idea de la eficacia en la resolución de problemas. Es un indicador absolutamente imprescindible, junto con los indicadores de disponibilidad, los de coste o el de emergencias.

Es conveniente distinguir entre las O.T que están pendientes por causas ajenas a mantenimiento y de las debidas a la acumulación de tareas o a la mala organización de mantenimiento.

10. N° de Órdenes de trabajo de Emergencia (prioridad máxima).

Una referencia muy importante del estado de la planta es el número de O.T de emergencia que se han generado en un periodo determinado. Si ha habido pocas o ninguna, tendremos la seguridad de que el estado de la planta es fiable. Si, por el contrario, las órdenes de prioridad máxima que se generan son muchas, se podrá pensar que el estado de la planta es malo. Como siempre, es igualmente importante observar la evolución de este indicador respecto a periodos anteriores.

11. Horas estimadas de trabajo pendiente.

Es la suma de las horas estimadas en cada uno de los trabajos pendientes de realización. Es un parámetro más importante que el n° de órdenes pendientes, pues nos permite conocer la carga de trabajo estimada por realizar.

12. Índice de cumplimiento de la planificación.

A pesar de que resulta muy lógico el empleo de este indicador, en realidad son muy pocas las plantas que lo tienen implementado.

Indice de cumplimiento de la planificación

$$= \frac{N^{\circ} \text{ Ordenes cabadas en la fecha planificada}}{N^{\circ} \text{ Ordenes Totales}}$$

Es la proporción de órdenes que se acabaron en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes totales. Mide el grado de acierto de la planificación.

13. Desviación media del tiempo planificado.

Es el cociente de dividir la suma de horas de desviación sobre el tiempo planificado entre el N° total de órdenes de trabajo.

Puede haber dos versiones:

- a) Desviación media sobre el momento de finalización. Cociente de dividir la suma del n° de horas en que se ha rebasado cada una de las órdenes sobre el momento estimado de finalización:

$$\text{Retraso Medio} = \frac{\sum \text{Retrasos de cada orden de Trabajo}}{N^{\circ} \text{ de órdenes de trabajo}}$$

- b) Desviación media de las horas/hombre empleadas en un O.T. sobre las horas/hombre previstas:

Desviación

$$= \frac{\sum \text{Incremento de } H - H \text{ en todas las órdenes de trabajo}}{N^{\circ} \text{ de órdenes de trabajo}}$$

14. Tiempo medio de resolución de una O.T.

Es el cociente de dividir el n° de O.T. resueltas entre el n° de horas que se han dedicado a mantenimiento:

$$\text{Tiempo Medio} = \frac{N^{\circ} \text{ de OT resueltas}}{N^{\circ} \text{ de horas dedicadas a mantenimiento}}$$

Índices de coste:

Aunque los costes no parecen en principio un indicador habitual para mantenimiento, nada está más alejado de esa realidad. El coste, junto con la disponibilidad, son los dos parámetros que el responsable de mantenimiento maneja constantemente, y eso es porque la información que le aportan es determinante en su gestión.

15. Coste de la Mano de Obra por secciones.

Si la empresa se divide en zonas o secciones, es conveniente desglosar este coste para cada una de las zonas o secciones. Si éstas tienen personal de mantenimiento permanente, el coste será el del personal adscrito a cada una de ellas. Si se trata de un departamento central, el coste por secciones se calculará a partir de las horas empleadas en cada una de las intervenciones.

16. Costo Medio de Mano de Obra de Mantenimiento.

Es el cociente de dividir el coste total de la mano de obra entre el n^o total de horas empleadas en mantenimiento:

$$\text{Coste de Hora Medio} = \frac{\text{Coste Total de la mano de obra de mantenimiento}}{\text{N}^{\circ} \text{ de horas de mantenimiento}}$$

17. Coste de materiales.

Se pueden hacer tantas subdivisiones como se crea conveniente: por secciones, por tipo (eléctrico, mecánico, consumibles, repuestos genéricos, repuestos específicos, etc.).

18. Coste de subcontratos.

También pueden hacerse las subdivisiones que se considere oportunas. Algunas subdivisiones comunes suelen ser:

- Subcontratos a fabricantes y especialistas.
- Subcontratos de inspecciones de carácter legal.
- Subcontratos a empresas de mantenimiento genéricas.

19. Índice de Mantenimiento Programado.

Es la suma de todos los medios auxiliares que ha sido necesario alquilar o contratar: grúas, carretillas elevadoras, alquiler de herramientas especiales, etc.

Con todos los índices referentes a costes puede prepararse una Tabla de Costes, como la que se muestra en la figura adjunta. En ella pueden visualizarse con rapidez todos gastos de mantenimiento de la planta, divididos en conceptos y en secciones. Presentarlos de esta manera facilitará su lectura y la toma de decisiones consecuente.

Tabla 2: Ejemplo de Tabla de Costes de Mantenimiento

Secciones	Mano de Obra	Nº Horas	Materiales	Subcontratos	Medios Aux	TOTAL ES
A						
B						
C						
D						
TOTAL ES						

Fuente: Renove Tecnología S.L (2016).

Elaboración propia

Índices de proporción de tipo de mantenimiento:

20. Índice de Mantenimiento Programado.

Porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Programado sobre horas totales.

$$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento programado}}{\text{Horas Totales dedicadas a mantenimiento}}$$

21. Índice de Correctivo.

Porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Correctivo sobre horas totales.

$$IMC = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento crrectivo}}{\text{Horas Totales dedicadas a mantenimiento}}$$

Una variante de este indicador es el cálculo del IMC sobre número de órdenes de trabajo correctivas sobre el número total de órdenes de trabajo.

El IMC es un indicador tremendamente útil cuando se está tratando de implementar un plan de mantenimiento preventivo en una planta en la que no existía tal plan.

22. Índice de Emergencias.

Porcentaje de horas invertidas en realización de O.T. de prioridad máxima:

$$IME = \frac{\text{Horas OT prioridad máxima}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$$

2.3. Marco Conceptual

C:

– **Calidad.**

Calidad es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren capacidad de satisfacer necesidades, gustos y preferencias, y de cumplir con expectativas en el consumidor. Tales propiedades o características podrían estar referidas a los insumos utilizados, el diseño, la presentación, la estética, la conservación, la durabilidad, el servicio al cliente, el servicio de postventa, etc.

– **Cinco S (5S).**

Metodología que consiste en cinco prácticas en el lugar de trabajo (separar, ordenar, limpiar, estandarizar y sostener) que propician los controles visuales y la producción esbelta.

– **Costo De Calidad.**

Aquéllos incurridos en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de calidad de una organización, aquellos costos de la organización comprometidos en los procesos de mejoramiento continuo de la calidad, y los costos de sistemas, productos y servicios frustrados o que han fracasado al no tener en el mercado el éxito que se esperaba.

– **Costo de Mano de Obra.**

Es el costo que se incurre al utilizar fuerza de trabajo y es uno de los elementos del proceso productivo más complejos de gestionar. Su gestión se centra en determinar y controlar los tiempos de trabajo, valorar los consumos del factor humano.

– **Costo De Reproceso.**

Es el costo que se da por unidades inaceptables que se vuelven a procesar para que puedan ser consideradas como productos terminados y aceptables.

D:

– **Disponibilidad.**

Es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo, asumiendo que los recursos externos necesarios se han proporcionado.

– **Desecho.**

Material sobrante que se obtiene cuando se fabrica un producto. Su precio de venta es más bajo en comparación con el producto principal.

– **Desperdicio.**

Son unidades de producción inaceptables que se desechan o venden a precios reducidos, ya que no cumplen con los estándares de producción.

I:

– **Insumo.**

Lo disponible para el uso y el desarrollo de la vida humana, desde lo que encontramos en la naturaleza, hasta lo que creamos nosotros mismos. Existen 2 tipos de insumos: de capital y de trabajo.

L:

– **Lay out.**

La disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente. La finalidad fundamental de la distribución en planta consiste en organizar estos elementos de manera que se asegure la fluidez del flujo de trabajo, materiales, personas e información a través del sistema productivo.

– **Lean Manufacturing.**

Es un modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ellos los mínimos recursos necesarios es decir ajustados.

M:

– **Mantenimiento preventivo.**

Inspección y reparación periódica diseñadas para mantener un equipo confiable.

– **Mapeo de proceso.**

Es todas las acciones que agregan o no valor requeridas para producir un producto: desde la materia prima, hasta llegar a las manos del cliente, es decir el mapeo de proceso se enfoca más en flujo de la producción.

– **Materia Prima.**

Es la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo. Las materias primas que ya han sido manufacturadas, pero todavía no constituyen definitivamente un bien de consumo se denominan productos semielaborados, productos semi - acabados o productos en proceso.

– **Proceso de Producción.**

Es el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar las características de las materias primas. Para la obtención de un determinado producto serán necesarias operaciones individuales de modo que puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la obtención de los recursos necesarios y las actividades realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina o herramienta.

– **Producción esbelta.**

Actividades integradas, diseñadas para lograr un volumen alto, una producción de alta calidad con el uso de inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y bienes terminados.

R:

– **Residuo Industrial.**

Cualquier sustancia o producto resultante de un proceso industrial o de producción, transformación, utilización, consumo o de limpieza del que el productor o poseedor se quiere desprender.

S:

– **Sistemas esbeltos.**

Sistemas de operaciones que maximizan el valor agregado por cada una de las actividades de una compañía, mediante la reducción de los recursos innecesarios y la supresión de los retrasos en las operaciones.

T:

- **TPM**
- Mantenimiento productivo total (del inglés de total productive maintenance, TPM) es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.

CAPÍTULO 3:

DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1. Generalidades de la Empresa.

3.1.1. Descripción General de la Empresa.

CAMPOSOL es la empresa agroindustrial líder en el Perú, el mayor exportador de palta hass y pronto el mayor productor de arándanos en el mundo. Está involucrada en el cultivo, procesamiento y comercialización de productos agrícolas y marinos de la mejor calidad tales como paltas, arándanos, uvas, mangos, mandarinas, espárragos, langostinos, conchas de abanico y otros productos, que son exportados a Europa, Estados Unidos de América y Asia. CAMPOSOL es una empresa integrada verticalmente con sede en el Perú. Es el tercer empleador del país, con más de 15 mil trabajadores en temporada alta de producción, y está comprometida con el desarrollo sostenible a través de políticas y proyectos de responsabilidad social destinados a aumentar el valor compartido para todos sus grupos de interés.

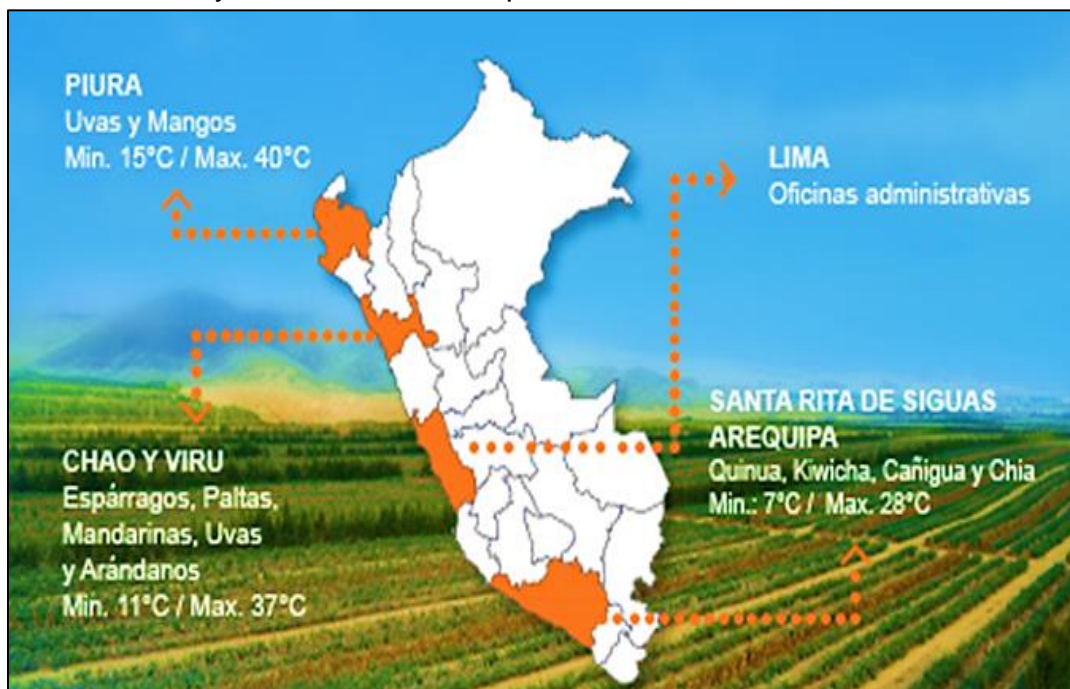
Tabla 3: Datos de la Empresa

CONCEPTO	DETALLE
RUC	20340584237
Razón Social	CAMPOSOL S.A.
Tipo Contribuyente	Sociedad Anónima.
Tipo Empresa	Agroindustrial
Actividad (es) Económica (s)	1. Cultivo de productos agrícolas con la combinación en la cría de animales (explotación mixta).
Fecha de Inscripción	31/01/1997.
Dirección del Domicilio Fiscal	Av. El Derby Nro. 250 Urb. El Derby de Monterrico (Piso 4) Lima - Lima - Santiago de Surco.
Actividad de Comercio Exterior	Exportador

Fuente: SUNAT.

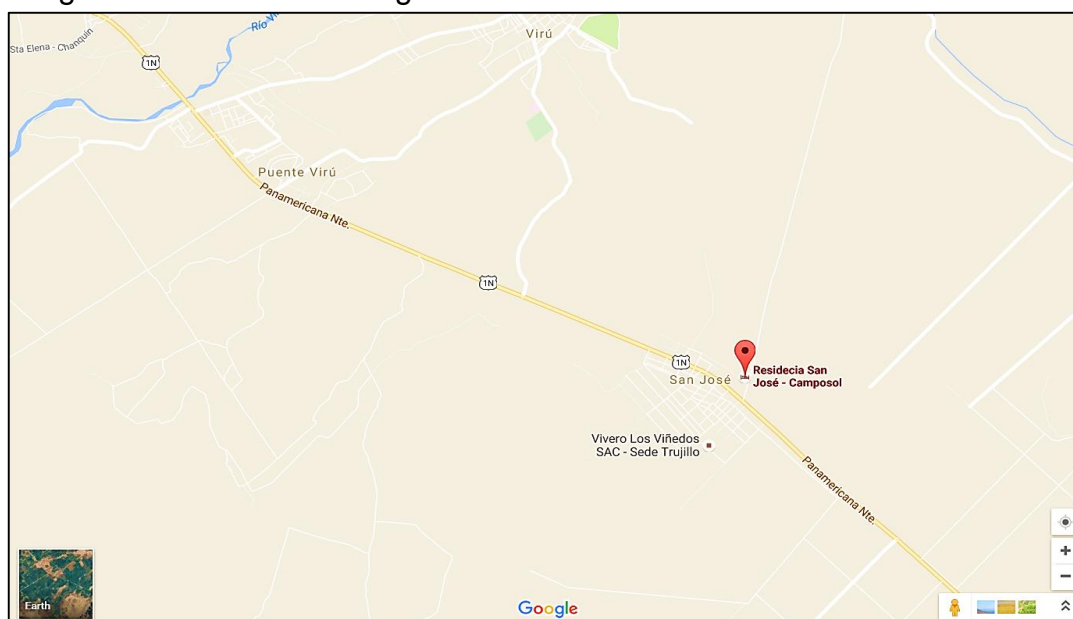
Elaboración propia

Figura 15: Ámbito y ubicación de la empresa



Fuente: Empresa Camposol
 Elaboración propia

Figura 16: Ubicación Geográfica de CAMPOSOL SA - Virú - Chao



Fuente: Google Maps
 Elaboración propia

3.1.2. Representantes Legales de la Empresa.

La empresa cuenta con un staff de empresarios y profesionales del rubro económico y agroindustrial, reconocidos empresarios del Perú ubicados en el departamento de La Libertad y de Lima, cuyos cargos y nombre se detalla a continuación:

Tabla 4: Representantes Legales - CAMPOSOL S.A.

Documento	Nro. Documento	Nombre	Cargo	Fecha Desde
DNI	07480823	Huamani Ayala Hugo Rubén	APODERADO	20/02/2009
DNI	10223178	Dyer Coriat Samuel Barnaby	GERENTE GENERAL	05/12/2011
DNI	10299982	Melgar De La Puente Mario Carlo	GERENTE	25/03/2015
DNI	10310393	Morales Garces Pedro Javier	GERENTE	09/04/2014
DNI	10540344	Enciso Rivera Rocio Milagros	GERENTE	07/01/2013
DNI	10544281	Couturier Llerena Maria Cristina	APODERADO	20/01/2014
DNI	40129914	Guerra Fernandez Juan Pablo	APODERADO	17/09/2012
DNI	40669155	Venegas Alfaro Patricia Lorena	APODERADO	05/05/2016
DNI	40685471	Dyer Coriat Piero Martin	GERENTE	19/03/2008
DNI	43945131	Arrieta Pongo Alejandro Leoncio	GERENTE	13/11/2014
DNI	45444985	Zegarra Valverde Jorge Americo	APODERADO	09/10/2014

Fuente: SUNAT.

Elaboración propia

3.1.3. Número de Trabajadores registrados de la Empresa.

Según los reportes emitidos y registrados en la SUNAT, se registra entre el 2015 – 07 y 206 – 06, la siguiente información:

Tabla 5: Información de Trabajadores y/o Prestadores de Servicio

Período	Nº de Trabajadores	Nº de Pensionistas	Nº de Prestadores de Servicio
2015-10	14 230	0	41
2015-11	13 776	0	29
2015-12	13 741	0	29
2016-01	15 948	0	33
2016-02	12 967	0	14
2016-03	12 378	0	37
2016-04	11 573	0	36
2016-05	9 511	0	27
2016-06	10 496	0	34

Fuente: SUNAT.
Elaboración propia

3.1.4. Direccionamiento Estratégico.

3.1.4.1 Visión.

Ser uno de los cinco líderes mundiales en proveer alimentos saludables a las familias del mundo

3.1.4.2 Misión.

Entregar al mundo alimentos saludables con calidad garantizada, buscando el bienestar de las personas y el entorno a través de la innovación, desarrollo y cuidado en todos los detalles de sus procesos.

3.1.5. Competidores del Sector Agroindustrial.

Según el periodo 2015 las principales empresas del sector agroindustrial según su volumen de exportación, CAMPOSOL registra \$ 179, 303.5 millones de dólares en el 2015 ubicándola en la primera empresa con mayor volumen de exportación en su sector industrial, como se muestra en la siguiente tabla:

Competidores del Sector Agroindustrial.

Tabla 6: Ranking de Principales Exportadores en el sector Agroindustrial (Valor FOB en miles de dólares) Periodo: Enero - Diciembre 2015

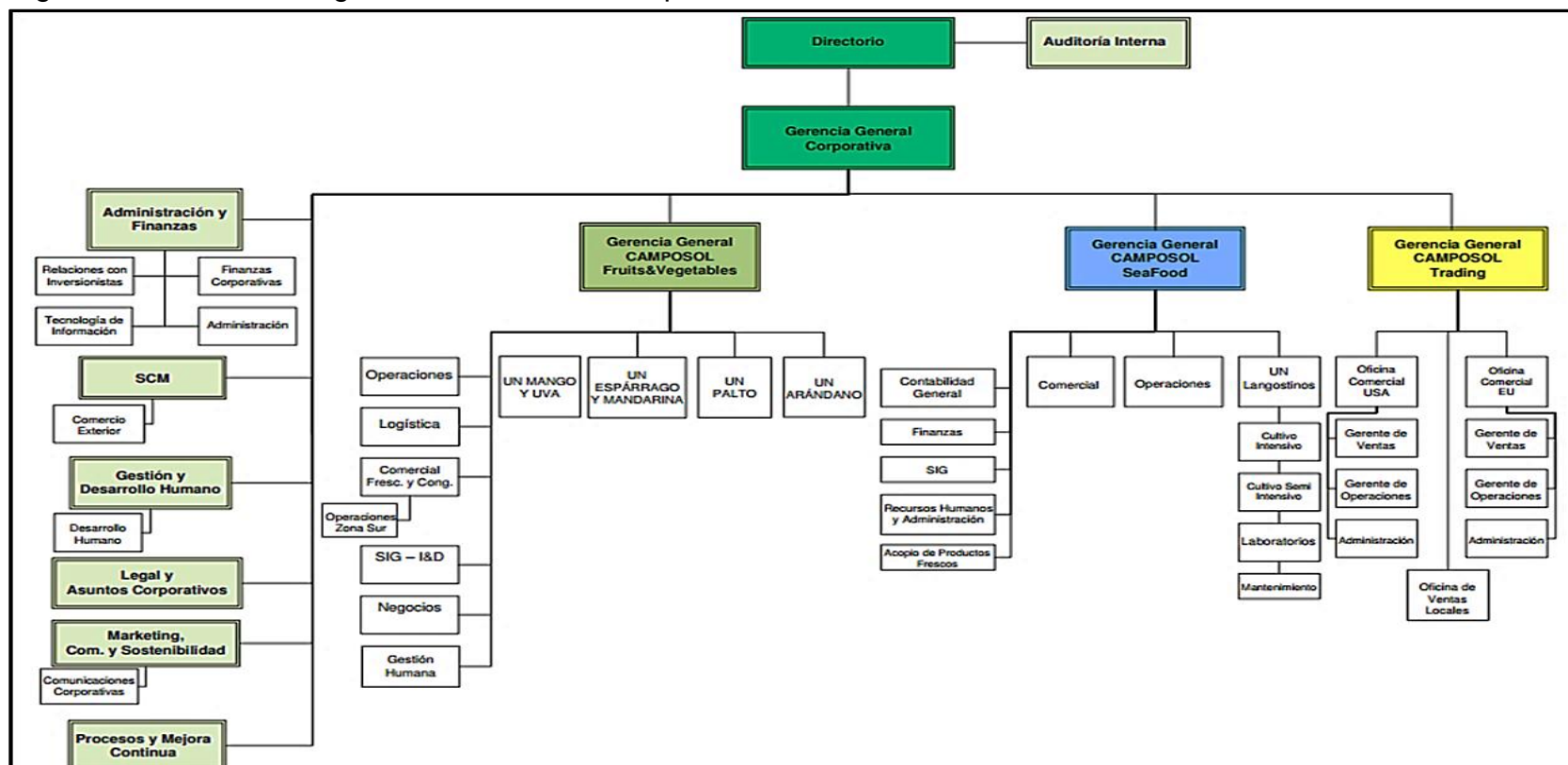
RANKING SECTOR	RANKING	EXPORTADOR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
1	33	CAMPOSOL S.A.	10,520.8	14,326.2	15,192.7	5,973.4	14,155.7	15,626.5	20,744.1	14,286.0	14,659.4	19,806.3	18,905.8	15,106.6	179,303.5
2	42	SOCIEDAD AGRICOLA VIRU S.A.	13,093.6	6,959.6	8,594.7	6,937.0	9,672.4	11,297.1	7,027.0	6,679.7	11,714.4	19,368.0	15,657.5	17,949.7	134,950.8
3	46	COMPLEJO AGROINDUSTRIAL BETA S.A.	18,422.4	6,829.6	7,469.1	5,189.3	1,985.2	5,144.9	8,112.3	5,732.4	9,546.9	10,674.1	14,072.2	24,956.4	118,134.8
4	48	DANPER TRUJILLO S.A.C.	6,365.6	10,751.7	11,161.8	6,013.7	7,008.4	7,131.3	7,385.6	9,495.2	10,612.6	11,081.3	12,077.1	13,003.2	112,087.4
5	59	SOCIEDAD AGRICOLA DROKASA S.A.	6,011.9	38.8	0.0	1,588.8	3,619.2	9,596.4	16,906.6	11,568.4	2,242.6	8,189.4	9,377.2	13,079.2	82,218.4
6	65	GANDULES INC SAC	5,043.2	4,533.3	5,781.6	4,707.4	5,507.2	5,048.9	3,984.2	5,182.8	8,520.8	9,101.2	8,292.7	8,042.4	73,745.6
7	76	OLAM AGRO PER S.A.C.	1,394.6	1,609.8	1,608.2	1,224.8	3,143.0	4,767.0	6,679.8	8,531.2	7,703.4	9,577.1	7,639.4	8,940.9	62,819.2
8	77	SOCIEDAD AGRICOLA RAPEL S.A.C.	1,601.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	147.6	8,033.6	25,394.0	24,180.7	59,357.7
9	100	AGROINDUSTRIAS AIB S. A	1,384.8	4,160.2	3,535.9	1,803.8	3,322.5	3,179.2	2,778.6	3,347.4	4,812.6	5,003.0	5,591.7	6,624.1	45,543.8
10	118	GREEN PERU S. A	2,726.2	3,571.7	2,786.6	3,258.0	2,647.2	2,395.1	3,384.2	1,645.2	2,531.5	3,429.7	2,946.4	4,129.2	35,450.9
11	126	AGRICOLA DON RICARDO S.A.C.	6,506.6	27.7	0.0	40.1	139.9	266.5	1,831.4	1,695.6	1,589.2	3,735.2	6,757.5	10,238.1	32,827.7
12	136	AGRICOLA CERRO PRIETO S.A.	149.8	0.0	446.4	2,062.8	15,060.8	9,604.8	173.3	857.7	1,989.4	0.0	384.9	296.2	31,026.2
13	154	AGRO VICTORIA S.A.C.	8,481.5	7,140.3	1,091.0	1,153.7	2,000.3	125.6	0.0	0.0	0.0	0.0	730.3	5,666.3	26,389.1
14	155	AGRICOLA CHAPI S.A.	5,890.6	852.8	119.2	827.6	287.1	554.3	1,630.9	2,170.0	3,869.3	2,838.0	4,094.8	3,159.4	26,294.1
15	165	INDUSTRIAS DEL ESPINO S.A.	2,793.8	713.4	889.9	1,237.4	3,044.5	2,512.8	3,753.6	1,536.4	1,250.7	1,881.3	2,424.0	2,440.7	24,478.4
TOTAL			99,739.6	65,929.6	65,898.1	49,722.6	78,720.8	82,021.8	88,423.4	78,494.5	87,207.0	126,668.1	150,367.7	178,650.4	1,151,843.5

Fuente: SUNAT.
Elaboración propia

3.1.6. Estructura Organizacional.

3.1.6.1 Estructura Orgánica General de la Empresa.

Figura 17: Estructura Orgánica General de la Empresa

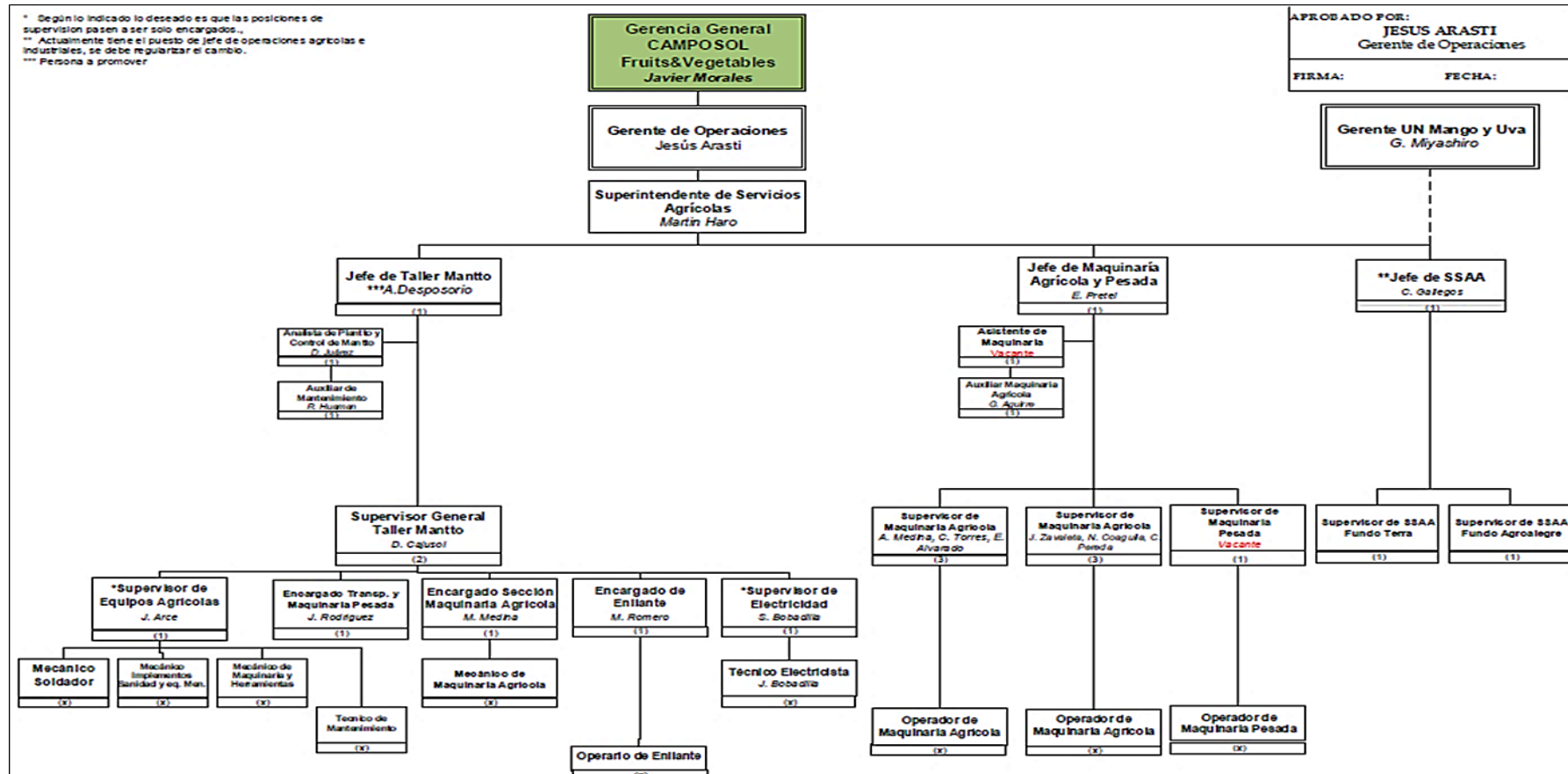


Fuente: CAMPOSOL S.A.

Elaboración propia

3.1.6.2 Estructura Orgánica del área de Mantenimiento de la Empresa.

Figura 18: Estructura Orgánica del área de Mantenimiento de la Empresa



Fuente: La empresa
 Elaboración propia

3.2. Recursos Humanos del área de Mantenimiento.

El número de trabajadores en la empresa CAMPOSOL S.A. es superior a los 12000. Sin embargo, en el área de Mantenimiento Taller sólo se cuenta con 30 personas, de los cuales 4 pertenecen en el área administrativa.

Tabla 7: Personal área Mantenimiento Taller

INICIAL			
ÁREA	ÍTEM	APELLIDOS Y NOMBRES	
ADMINISTRATIVOS	Supervisión Y Asistentes	1 Cajusol Chepe Dalider	
		2 Desposorio Pulido Alan	
		3 Juárez Mamani Daniel	
		4 Huamán Cuevas Rosa María	
TÉCNICOS	Maquinaria Agrícola	5 Medina Aranda Miguel	
		6 Valverde Burgos Paul	
		7 Altamirano Ruiz Felipe	
		8 Flores Castillo Elvis	
		9 Rodríguez Baltazar Julio	
		10 León Paredes Valentín	
		11 Anticona Alvarado Guillermo	
		12 Marquina Vera Marcial	
		13 Angulo Vásquez David	
		14 Bobadilla Rojas Jean Piere	
		15 Calderón Castillo Marcos	
		16 Torres Leyva Jose	
		17 Saucedo Mejía Arturo	
	18 Sánchez Paredes Víctor		
	19 Hurtado Rosario Walter		
	20 Flores Lavado Miguel		
	21 Calderón Chávez Leoncio		
		Electricista	22 Ahumada Zamora Carlos
			23 Desposorio Reyes Julio
		Implementos Agrícolas Y Estructuras Metálicas	24 Cesar Cárdenas Roque
			25 Bobadilla Avila Santos Erick
		26 Arce Galicia Arturo	
		27 Chiroque Díaz Teófilo	
	Torno	28 Méndez Cortez Percy	
	Enllante	29 Romero Ventura Martin	
	Pintura	30 Vásquez Marreros Segundo	

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

Tabla 8: Horario de Trabajo área de Mantenimiento Taller

Empleados	N° de Trabajadores	Horario De Trabajo
Administrativos	4	8 am - 1 pm / 2 pm – 6 pm
Técnicos	26	Turnos rotativos: 7am – 3 pm 3pm – 11pm 11pm – 7 am
TOTAL	30	

Fuente: La empresa

Elaboración: Propia.

3.2.1. Layout de Área Mantenimiento Taller.

Figura 19: Fundo Mar Verde



Fuente: Google maps

Elaboración propia

Figura 20: Mapa Geográfica – Área Mantenimiento Taller



Fuente: Google Maps.

Elaboración propia

Figura 21: Plano Taller de Mantenimiento - CAMPOSOL S.A.



Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

3.3. Lista de Maquinaria disponible de la Empresa.

La empresa dispone de 77 máquinas (tractores) dividido en maquinaria Semi pesada, liviana, alta y mediana; la cual está a cargo del área de mantenimiento taller y comprende el objeto de estudio de la presente investigación, en las tablas 9, 10, 11 y 12 se describe dicha maquinaria.

3.3.1 Maquinaria Semi Pesada.

Tabla 9: Lista de Maquinaria - Semi Pesada

Código	Nombre
1001027	TRACTOR J.D. 6605 N° 27
1001029	TRACTOR J.D. 6605 N° 29
1001089	TRACTOR MF-297 N° 89
1001090	TRACTOR MF-297 N° 90
1001092	TRACTOR MF-297 N° 92
1001094	TRACTOR MF-297 N° 94
1001095	TRACTOR MF-297 N° 95
1001096	TRACTOR MF-297 N° 96
1001097	TRACTOR MF-297 N° 97
1001098	TRACTOR MF-297 N° 98
1001099	TRACTOR MF-297 N° 99
1001100	TRACTOR MF-297 N° 100
1001101	TRACTOR MF-297 N° 101
1001102	TRACTOR MF-297 N° 102
1001103	TRACTOR MF-297 N° 103
1001104	TRACTOR MF-297 N° 104
1001105	TRACTOR MF-297 N° 105
1001106	TRACTOR MF-297 N° 106
1001107	TRACTOR MF-297 N° 107
1001134	TRACTOR JD-6130J N° 134
1001135	TRACTOR JD-6130J N° 135
1001136	TRACTOR JD-6130J N° 136
1001137	TRACTOR JD-6130J N° 137
1001149	TRACTOR JD-6130J N° 149
1001150	TRACTOR JD-6130J N° 150
1001151	TRACTOR JD-6130J N° 151
1001152	TRACTOR JD-6130J N° 152
TOTAL	27

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

3.3.2 Maquinaria Liviana.

Tabla 10: Lista de Maquinaria - Liviana

Código	Nombre
1001032	TRACTOR NARROW J.D. 5525 N° 32
1001033	TRACTOR NARROW J.D. 5525 N° 33
1001034	TRACTOR NARROW J.D. 5525 N° 34
1001035	TRACTOR NARROW C. J.D. 5525 N° 35
1001053	TRACTOR MF-275 N° 53
1001054	TRACTOR MF-275 N° 54
1001079	TRACTOR MF-283 N° 79
1001080	TRACTOR MF-283 N° 80
1001081	TRACTOR MF-283 N° 81
1001082	TRACTOR MF-283 N° 82
1001118	TRACTOR MF-275 N° 118
1001119	TRACTOR MF-275 N° 119
1001120	TRACTOR MF-275 N° 120
1001121	TRACTOR MF-275 N° 121
1001122	TRACTOR MF-275 N° 122
1001123	TRACTOR MF-275 N° 123
1001124	TRACTOR MF-275 N° 124
1001125	TRACTOR MF-275 N° 125
1001126	TRACTOR MF-275 N° 126
1001127	TRACTOR MF-275 N° 127
1001128	TRACTOR MF-275 N° 128
1001138	TRACTOR MF-275 N° 138
1001139	TRACTOR MF-275 N° 139
1001140	TRACTOR MF-275 N° 140
1001141	TRACTOR MF-275 N° 141
1001142	TRACTOR MF-275 N° 142
1001143	TRACTOR MF-275 N° 143
1001144	TRACTOR MF-283 N° 144
1001145	TRACTOR MF-283 N° 145
1001146	TRACTOR MF-283 N° 146
1001147	TRACTOR MF-283 N° 147
TOTAL	31

Fuente: La empresa
Elaboración Propia

3.3.3 Maquinaria Alta.

Tabla 11: Lista de Maquinaria - Alta

Código	Nombre
1001037	TRACTOR HI CROP J.D. 5525 N° 37
1001038	TRACTOR HI CROP J.D. 5525 N° 38
1001039	TRACTOR HI CROP J.D. 5715 N° 39
1001040	TRACTOR HI CROP J.D. 5715 N° 40
1001041	TRACTOR HI CROP J.D. 5715 N° 41
1001042	TRACTOR HI CROP J.D. 5715 N° 42
TOTAL	6

Fuente: La empresa
Elaboración Propia

3.3.4 Maquinaria Mediana.

Tabla 12: Lista de Maquinaria - Mediana

Código	Nombre
1001057	TRACTOR MF-292 N° 57
1001058	TRACTOR MF-292 N° 58
1001059	TRACTOR MF-292 N° 59
1001063	TRACTOR MF-292 N° 63
1001064	TRACTOR MF-292 N° 64
1001072	TRACTOR MF-292 N° 72
1001074	TRACTOR MF-292 N° 74
1001078	TRACTOR MF-292 N° 78
1001083	TRACTOR MF-292 N° 83
1001084	TRACTOR MF-292 N° 84
1001086	TRACTOR MF-292 N° 86
1001148	TRACTOR JD-6110J N° 148
1001153	TRACTOR MF-6711R N° 153
TOTAL	13

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

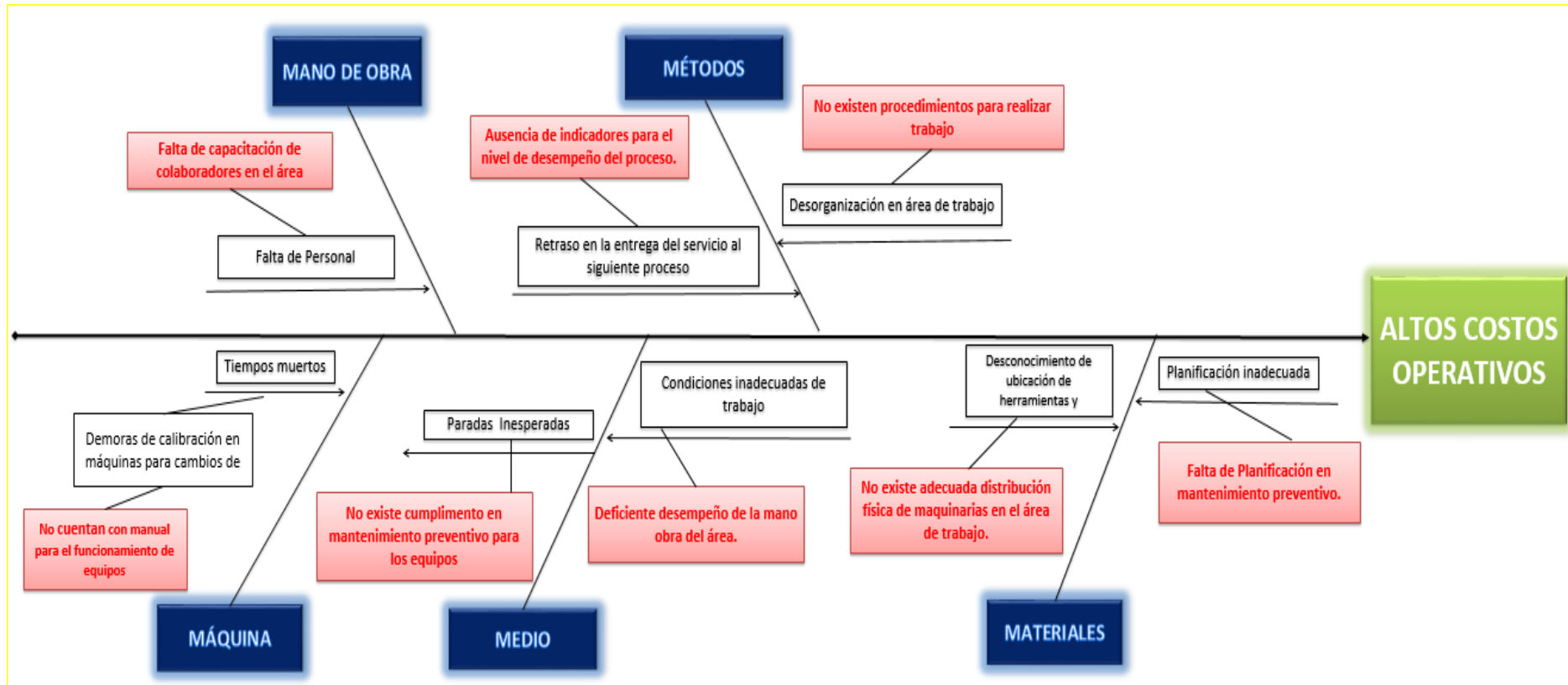
3.4. Diagnostico actual del área del Taller de Mantenimiento de la Empresa.

El capítulo inició con la descripción de la empresa, generalidades del personal y principales maquinarias disponibles del área, en este ítem se describirá la situación actual del área de mantenimiento taller de la empresa.

3.4.1. Análisis Causa – Efecto Diagrama de Ishikawa.

El diagrama Causa-Efecto es una manera lógica de clasificar, organizar y presentar gráficamente las causas que originan una determinada situación. Por esta razón, es por lo que se eligió representar los resultados obtenidos en el paso anterior en este diagrama. Como también se ha comentado, las causas que aparecen en el diagrama son las debatidas en la segunda fase de la Tormenta de ideas.

Figura 22: Diagrama de Ishikawa de las Principales causas de la Investigación



Fuente: La empresa
 Elaboración Propia.

3.4.2. Conceptualización de las Causas.

Para definir las causas más críticas en la investigación, se empleó la utilización de un método sistemático “**La Encuesta**”. Se procedió a entrevistar a los trabajadores netamente del área de mantenimiento, que están relacionados con las actividades diarias del área. Se entrevistó a un total de 30 trabajadores. Luego de recolectar la información se realizó un pequeño estudio utilizando la matriz de priorización (Ver tabla N° 13), utilizando un puntaje ya estandarizado:

Luego del análisis y cálculo de la puntuación al utilizar la matriz de priorización obtuvimos el siguiente cuadro, donde se detalla la descripción de las causas raíces con su puntuación respectiva (ver anexo 01).

Tabla 13: Listado de Causas Raíces

CR	Descripción De La Causa Raíz	Frecuencia Priorización
CR1	Falta de capacitación de colaboradores en el área.	82
CR2	Ausencia de indicadores para el nivel de desempeño del proceso.	90
CR3	No existen procedimientos para realizar trabajo.	44
CR4	No cuentan con manual para el funcionamiento de equipos.	41
CR5	No existe cumplimiento en mantenimiento preventivo para los equipos.	85
CR6	Deficiente desempeño de la mano obra del área.	70
CR7	No existe adecuada distribución física de maquinarias en el área de trabajo.	48
CR8	Falta de Planificación en mantenimiento preventivo.	80

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

3.4.3. Diagrama de Pareto de las principales causas del problema.

Esta etapa se apoya en una de las herramientas pertenecientes al conjunto de herramientas de las que dispone la filosofía de calidad como es el TPM. En esta ocasión, esta herramienta que se va a utilizar se empleará para este aspecto. Para incrementar la disponibilidad de maquinaria, como se menciona a lo largo de todo el proyecto, es una cuestión que debe estar presente en todos los miembros del área y para conseguir esto es preciso disponer de herramientas y utilizarlas para tal fin. De este modo, se creyó oportuno utilizar como herramienta para esta etapa el diagrama de Pareto, se pretendía dar forma a los datos recogidos en la etapa de observación de los cuestionarios recogidos de los trabajadores del área de mantenimiento de taller.

Nos ayuda a identificar las principales causas de los desperdicios que se apreciaban en el proceso que se estaba estudiando.

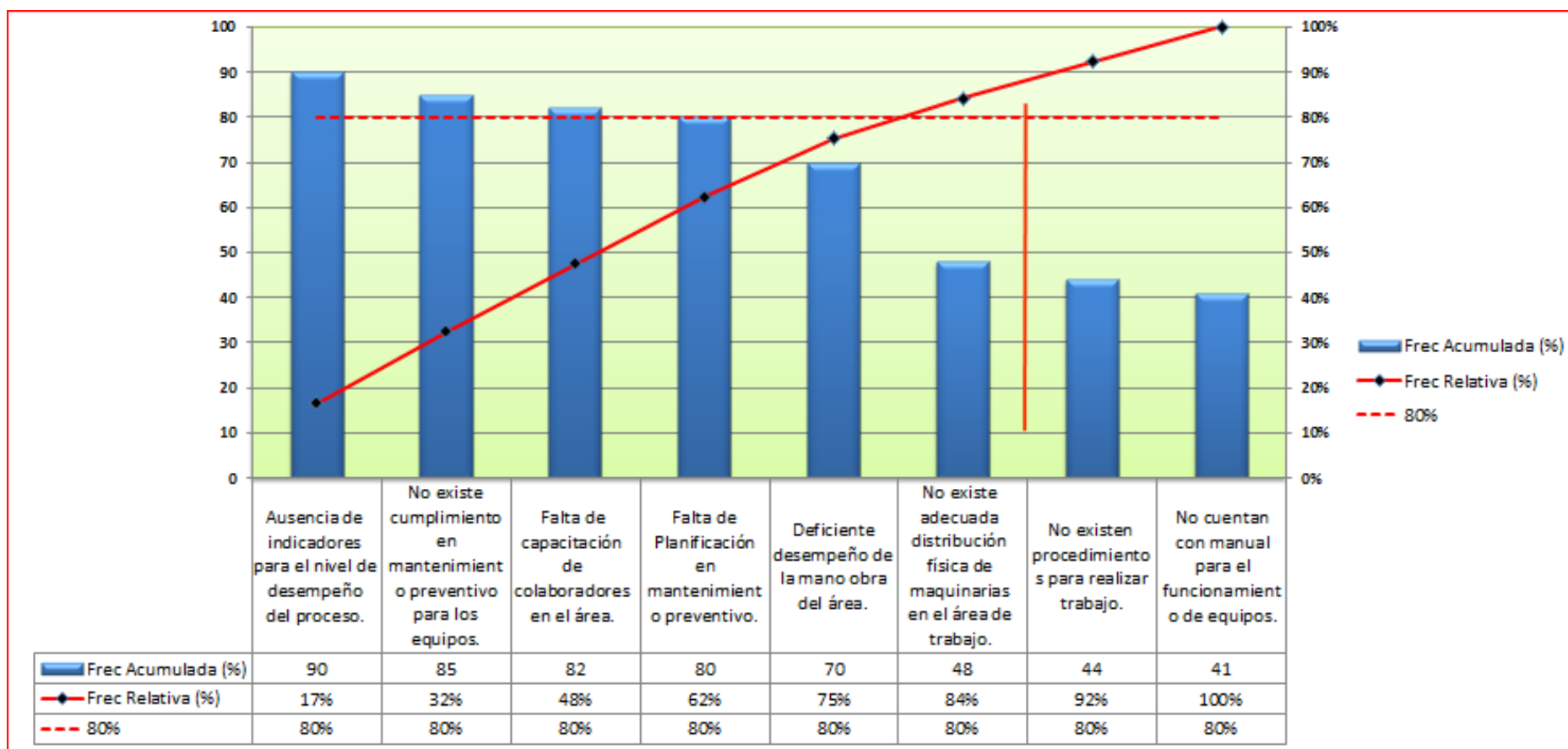
Tabla 14: Frecuencia de Causas Raíces

CR	DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ	Frec Prio.	Frec Rela. %	Frec Acum%	80-20
CR2	Ausencia de indicadores para el nivel de desempeño del proceso.	90	17%	90	80%
CR5	No existe cumplimiento en mantenimiento preventivo para los equipos.	85	32%	175	80%
CR1	Falta de capacitación de colaboradores en el área.	82	48%	257	80%
CR8	Falta de Planificación en mantenimiento preventivo.	80	62%	337	80%
CR6	Deficiente desempeño de la mano obra del área.	70	75%	407	80%
CR7	No existe adecuada distribución física de maquinarias en el área de trabajo.	48	84%	455	80%
CR3	No existen procedimientos para realizar trabajo.	44	92%	499	80%
CR4	No cuentan con manual para el funcionamiento de equipos.	41	100%	540	80%

Fuente: La empresa

Elaboración Propia.

Figura 23: Diagrama de Pareto de los Principales Problemas



Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

3.4.4. Historial de Mantenimientos Correctivos del área Taller Mantenimiento de la Empresa (Variable Independiente).

Tabla 15: Datos del área de Taller de mantenimiento vigentes desde el año 2015

N° DE TÉCNICOS	COSTO MENSUAL/ TÉCNICO	PROMEDIO DE DÍAS LABORALES / MES	COSTO POR HH	COSTO POR PARALIZACIÓN (S./hr)
17	S/. 2,000.00	25.17	S/. 9.93	S/. 49.94

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

Tabla 16: Historial de mantenimientos correctivos durante el año 2015

COSTOS DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS DURANTE EL 2015							
MES	COSTO TOTAL MATERIALES	HORAS DE OPERATIVIDAD	HH EMPLEADAS EN MANTENIMIENTO CORRECTIVO	COSTO MANO DE OBRA	TIEMPO TOTAL DE PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO (Hr)	COSTO POR PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
ENERO	S/.91,556.82	9929.47	1770.65	S/.17,586.91	3546.24	S/.177,081.49	S/.286,225.22
FEBRERO	S/.116,409.48	12690.6	2361.47	S/.23,455.20	4532.36	S/.226,323.40	S/.366,188.08
MARZO	S/.63,557.65	6254.66	2098.35	S/.20,841.78	4578.14	S/.228,609.42	S/.313,008.85
ABRIL	S/.69,936.74	6757.73	2066.37	S/.20,524.14	4173.57	S/.208,407.22	S/.298,868.09
MAYO	S/.81,980.47	8158.54	1967.68	S/.19,543.90	3708.29	S/.185,173.46	S/.286,697.83
JUNIO	S/.45,003.52	7405.39	1528.16	S/.15,178.39	3367.45	S/.168,153.62	S/.228,335.52
JULIO	S/.77,023.01	4863.89	1865.46	S/.18,528.61	3524.56	S/.175,998.90	S/.271,550.52
AGOSTO	S/.42,264.98	7754.03	1794.61	S/.17,824.89	3765.21	S/.188,015.76	S/.248,105.63
SEPTIEMBRE	S/.53,479.29	5195.98	1746.58	S/.17,347.83	3214.64	S/.160,523.05	S/.231,350.17
OCTUBRE	S/.32,593.80	4476.2	1594.12	S/.15,833.53	3163.63	S/.157,975.86	S/.206,403.20
NOVIEMBRE	S/.23,546.36	4361.92	1741.28	S/.17,295.19	3356.47	S/.167,605.33	S/.208,446.88
DECIEMBRE	S/.32,546.57	5333.16	1613.24	S/.16,023.44	3864.61	S/.192,979.30	S/.241,549.31
TOTAL	S/. 729,898.69	83,181.57	22,147.97	S/. 219,983.81	44,795.17	S/. 2,236,846.81	S/. 3,186,729.31

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

Tabla 17: Historial de mantenimientos correctivos durante el año 2016

COSTOS DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS DURANTE EL 2016							
MES	COSTO TOTAL MATERIALES	HORAS DE OPERATIVIDAD	HH EMPLEADAS	COSTO TOTAL MANO DE OBRA	TIEMPO TOTAL DE PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO (Hr)	COSTO POR PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO (S/.)	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
ENERO	S/.34,634.56	5,762.65	1,854.36	S/.18,418.36	3450.45	S/.172,298.22	S/.208,787.14
FEBRERO	S/.38,541.69	6,011.47	2,248.90	S/.22,337.11	4356.14	S/.217,523.85	S/.258,314.44
MARZO	S/.51,693.46	9,583.66	2,046.51	S/.20,326.88	4356.21	S/.217,527.35	S/.271,267.32
ABRIL	S/.39,438.62	6,501.34	1,937.65	S/.19,245.63	3986.48	S/.199,064.88	S/.240,441.15
MAYO	S/.34,798.21	5,634.03	1,863.29	S/.18,507.05	3865.24	S/.193,010.76	S/.229,672.26
JUNIO	S/.29,695.34	4,712.28	1,647.13	S/.16,360.05	3415.2	S/.170,538.01	S/.201,880.48
JULIO	S/.32,135.94	8,204.22	1,976.59	S/.19,632.40	3729.19	S/.186,217.10	S/.220,329.63
AGOSTO	S/.27,638.75	5,126.28	1,934.67	S/.19,216.03	3830.96	S/.191,298.99	S/.220,872.41
SEPTIEMBRE	S/.44,815.36	9,314.11	1,789.46	S/.17,773.74	3326.47	S/.166,107.28	S/.212,712.10
OCTUBRE	S/.31,549.67	7,310.23	1,537.49	S/.15,271.06	2965.15	S/.148,064.77	S/.181,151.93
NOVIEMBRE	S/.28,458.33	6,523.33	1,734.65	S/.17,229.34	3265.15	S/.163,045.27	S/.193,238.25
DICIEMBRE	S/.45,712.71	8,183.56	1,726.42	S/.17,147.60	3765.39	S/.188,024.75	S/.235,463.88
TOTAL	S/. 439,112.64	82,867.16	22,297.12	S/. 221,465.24	44,312.03	S/. 2,212,721.22	S/. 2,674,130.98

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

3.4.5. Indicadores actuales del área Taller Mantenimiento de la Empresa (Variable Independiente).

Tabla 18: Indicadores actuales del área Taller de Mantenimiento año 2015

2015																
Maquinaria	Cant.	Horas de Operatividad	N° de Paradas por causa de avería	Horas de paralización a causa de averías	Horas de M.C.	Horas de M.P.	Horas totales de Mantenimiento	N° Operarios asignados a Mantenimiento maquinaria Agrícola	Horas Hombre disponibles para maquinaria agrícola	MTBF	MTTR	Do	IMC	Eficiencia de M.O. de mantenimiento	I M P	Costo de Hora medio
Semi Pesados	27	30269.63	981.00	21970.79	22147.97	0.00	22147.97	17	41077.44	30.86	22.40	0.58	1	0.54	0	11.05
Livianos	31	28234.51	655.00	14653.17						43.11	22.37	0.66				
Altos	6	5819.52	90.00	1165.82						64.66	12.95	0.83				
Medianos	13	18857.91	414.00	7005.39						45.55	16.92	0.73				
TOTAL	77	83181.57	2140.00	44795.17						38.87	20.93	0.65				

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

Tabla 19: Indicadores actuales del área Taller de Mantenimiento año 2016

2016																
Maquinaria	Cant.	Horas de Operatividad	N° de Paradas por causa de avería	Horas de paralización a causa de averías	Horas de M.C.	Horas de M.P.	Horas totales de Mantenimiento	N° Operarios asignados a Mantenimiento maquinaria Agrícola	Horas Hombre disponibles para maquinaria agrícola	MTBF	MTTR	Do	IMC	Eficiencia de M.O. de mantenimiento	IMP	Costo de Hora medio
Semi Pesados	27	31,608.80	912.00	24,414.30	22297.12	0	22297.12	17	41077.44	34.66	26.77	0.56	1.00	0.54	0	10.98
Livianos	31	27,180.00	634.00	14,061.85						42.87	22.18	0.66				
Altos	6	5,649.96	64.00	948.10						88.28	14.81	0.86				
Medianos	13	18,428.40	444.00	4,887.78						41.51	11.01	0.79				
TOTAL	77	82867.16	2054.00	44312.03						40.34	21.57	0.6516				

Fuente: La empresa

Elaboración Propia.

3.4.6. Costos de Operaciones (Variable Dependiente)

Los costos de Operaciones de Mantenimiento, se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de Operaciones} = \text{Costo de Mtto. preventivo} + \text{Costo de Mtto. correctivo}$$

Así calculamos los costos de Operaciones de Mantenimiento para los años 2015 y 2016 con información obtenida de las tablas 16 y 17 respectivamente.

$$\text{Coste de Operaciones 2015} = S/.0.00 + S/.3,186,729.31 = \mathbf{S/.3,186,729.31}$$

$$\text{Coste de Operaciones 2016} = S/.0.00 + S/.2,674,130.98 = \mathbf{S/.2,674,130.98}$$

3.4.7. Resumen de Indicadores Actuales de las Causas Raíces.

Tabla 20: Indicadores de causas raíz, valores actuales 2016 y valores meta

CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSAS RAICES	Indicador	Ratio	Valor Actual	Meta	Herramienta TPM	Tiempo Estimado	Pilar TPM
CR2	Ausencia de indicadores para el nivel de desempeño del proceso.	MTBF (Tiempo Medio entre Fallos)	$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas totales operativas del periodo de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$	40.34	70.79	Rediseño de procesos VSM Just in time	1 MES	-Mejoras Enfocadas
		MTTR (Tiempo Medio de Reparación)	$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paro por avería}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$	21.57	10.00		1 MES	-Mantenimiento Planificado -Prevención del Mantenimiento
		Do (Disponibilidad Operacional)	$D_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	65.16%	76.64%		3 SEMANAS	
CR5	No existe cumplimiento en mantenimiento preventivo para los equipos.	IMC (Índice de Correctivo)	$IMC = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$	100%	72.40%	Rediseño de procesos VSM Diagrama de flujo Diagrama de Gantt	2 SEMANAS	-Mejoras Enfocadas -Mantenimiento de Calidad -Mantenimiento Planificado

CR1	Falta de capacitación de colaboradores en el área.	Eficiencia de Mano de Obra de Mantenimiento	$\text{Eficiencia de MO de Mantenimiento} = \frac{\text{Horas Trabajadas según órdenes de mantenimiento}}{\text{Horas total trabajadas}}$	54.28%	94.94%	Capacitación del recurso humano Diagrama de Gantt	1 SEMANA	-Formación y Adiestramiento -Gestión de Seguridad y Entorno
CR8	Falta de Planificación en mantenimiento preventivo.	IMP (Índice de Mantenimiento Programado)	$\text{IMP} = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento programado}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$	-	27.90%	(KEIKAKU HOZEN) Diagrama de Gantt	2 SEMANAS	-Mantenimiento Planificado
CR6	Deficiente desempeño de la mano obra del área.	Coste Hora Medio (Proporción de coste de la Mano de Obra de Mantenimiento)	$\text{Coste Hora Medio} = \frac{\text{Coste total de la mano de obra de mantenimiento}}{\text{Nº de horas de mantenimiento}}$	10.98	6.28	Capacitación del recurso humano Diagrama de Gantt	1 SEMANA	-Formación y Adiestramiento -Mantenimiento Autónomo

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

CAPÍTULO 4:

SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1. Solución de la Propuesta de Mejora

En esta sección se diseña el programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) con el soporte de las herramientas indicadas en la tabla 20; las cuales dan solución a una o más causas raíces principales.

Para la implantación de la fase preparatoria del TPM en una empresa, se ha estimado una media 1 a 2 años, considerando que se ha seguido los 12 pasos siguientes.

1°Paso – Compromiso de la alta gerencia

La alta gerencia debe estar consciente y segura de cumplir los siguientes puntos y así obtener el éxito en la implantación del TPM:

- Se verificará personalmente el nivel de comprensión de los colaboradores, a través de visitas a las áreas.
- Se verificará por la correcta divulgación de los conceptos de TPM.
- Se cuidará para que sean desarrolladas siempre con actitudes positivas.
- Se brindará elogios por el esfuerzo del trabajo realizado.
- Se compromete a mostrarse interesado por los problemas y ofrecer ayuda a los grupos.
- Usará las críticas moderadamente y que sean siempre para incentivar el trabajo.
- Cuando se presenten preguntas, hablará abierta y francamente sobre los problemas tratando de motivar el grupo en la búsqueda de soluciones.

Figura 24 -1: Etapas de la implantación del TPM



Fuente: Internet

2° Paso – Campaña de difusión del método

Se capacitará al personal de todas las áreas internas del área de Taller Mantenimiento para que todos puedan cooperar y participar de las actividades pertinentes. Además de esto, se recomienda una campaña con carteles y otros medios de divulgación.

Figura 25 -2: Cronograma de capacitaciones

CAPACITACIÓN PERSONAL DE MANTENIMIENTO	NOMBRE DE LA CAPACITACIÓN	CARGO COLABORADORES	N° DE SERVIDORES ASISTENTES	N° HORAS	CRONOGRAMA												TIPO CAPACITACIÓN	COSTO DEL CURSO	NRO. GRUPOS	INVERSIÓN TOTAL	ENTIDAD QUE REALIZARÁ LA CAPACITACIÓN			
					2017																			
					ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	ENERO								
CAPACITACIÓN PERSONAL DE MANTENIMIENTO	Liderazgo, trabajo en equipo y mejora continua	Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	8																In house	S/ 3,200.00	1.00	S/ 2,400.00	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
	Seguridad e impacto ambiental en el uso de tractores	Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	16																In house	S/ 4,800.00	1.00	S/ 4,800.00	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
	Control de Costos y Presupuesto	Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	16																In house	S/ 4,800.00	1.00	S/ 4,800.00	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
	Mecánica básica	Operadores Maquinaria Agrícola y Pesada	26	32																In house	S/ 8,000.00	1.00	S/ 8,000.00	SENATI
		Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	32																				
	Seguridad Industrial (Riesgos y seguridad en maquinaria agrícola)	Operadores Maquinaria Agrícola y Pesada	26	16																In house	S/ 3,200.00	1.00	S/ 3,200.00	FERREYROS
		Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	16																				
	Operación y mantenimiento de maquinaria	Operadores Maquinaria Agrícola y Pesada	26	16																In house	S/ 3,200.00	1.00	S/ 3,200.00	FERREYROS
		Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	16																				
	TOTAL HORAS				168	TOTAL															S/ 26,400.00			

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

3° Paso – Definición del comité de coordinación y nombramiento de los responsables para la gestión del programa y formación de los grupos de trabajo.

Se establecerá un comité de coordinación de implantación (de preferencia jefes de departamentos) que a su vez nombrarán sus equipos de trabajo en cada área.

Como el éxito dependerá enormemente de la selección, tanto del jefe, del comité, como de los encargados de la implantación, estos deben ser seleccionados en el ámbito de las personas más responsables para desarrollar esas funciones.

Tabla 21 -1: Comité de Organización.

COMITÉ DE ORGANIZACIÓN			
ÁREA		ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES
ADMINISTRATIVOS	Supervisión Y Asistentes	1	Cajusol Chepe Dalider
		2	Desposorio Pulido Alan
TÉCNICOS	Maquinaria Agrícola	5	Medina Aranda Miguel
	Electricista	9	Bobadilla Avila Santos Erick
	Implementos Agrícolas Y Estructuras Metálicas	10	Arce Galicia Arturo
	Torno	12	Méndez Cortez Percy
	Enllante	13	Romero Ventura Martin
	Pintura	14	Vásquez Marreros Segundo

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

4° Paso – Política básica y metas.

Se definirá las metas a ser obtenidas como: porcentajes de reducción de fallas, porcentajes de incremento de la disponibilidad, porcentajes de aumento de la productividad, etc. Estas metas se deben establecer tomando como referencia los valores actuales.

Tabla 22 -2: Indicadores de causas raíz, valores actuales 2016 y valores meta

CR	DESCRIPCIÓN DE LA CAUSAS RAICES	INDICADOR	VALOR ACTUAL	META
CR2	Ausencia de indicadores para el nivel de desempeño del proceso.	MTBF (Tiempo Medio entre Fallos)	40.34	70.79
		MTTR (Tiempo Medio de Reparación)	21.57	10.00
		Do (Disponibilidad Operacional)	65.16%	76.64%
CR5	No existe cumplimiento en mantenimiento preventivo para los equipos.	IMC (Índice de Correctivo)	100%	72.40%
CR1	Falta de capacitación de colaboradores en el área.	Eficiencia de Mano de Obra de Mantenimiento	54.28%	94.94%
CR8	Falta de Planificación en mantenimiento preventivo	IMP (Índice de Mantenimiento Programado)	-	27.90%
CR6	Deficiente desempeño de la mano obra del área.	Coste Hora Medio (Proporción de coste de la Mano de Obra de Mantenimiento)	10.98	6.28

Fuente: La empresa

Elaboración Propia.

5°Paso – Plan piloto.

Se restablecerá un plan piloto para el acompañamiento desde la preparación para la introducción del TPM hasta su implantación definitiva para posibilitar la verificación de los progresos obtenidos, establecer parámetros actuales y comparar con el desarrollo cambiando los esquemas, si fuese necesario.

6°Paso – Inicio de la implantación

Se planificará un evento para dar inicio a la implantación en el cual deberán participar todos los empleados. Los directores deberán pronunciar palabras de estímulo para el éxito del programa.

Se programará una visita a todas las áreas con preguntas directas a los empleados para verificar si comprendieron plenamente los objetivos a ser alcanzados a través del TPM.

7°Paso – Obtención de la eficiencia de los equipos e instalaciones.

El grupo seleccionará una línea de equipos donde se presente un “cuello de botella”, que genera pérdidas crónicas en la cual sea posible alcanzar la perfección a través de esfuerzos continuos.

8° Paso – Establecimiento del “Jishu-Hozen” (mantenimiento autónomo).

El “Jishu-Hozen” es un método de desarrollo que permite al mismo operador controlar su propio equipo.

El primer paso es la inspección de limpieza. Tiene como objetivo elevar la fiabilidad del equipo a través de tres actividades:

- Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos.
- Descubrir anomalías.
- Corregir pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo.

El segundo paso se compone de: medidas defensivas contra causas de suciedad y mejora del acceso a las áreas de difícil limpieza y lubricación.

El tercer paso Se busca crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza

El cuarto paso es la inspección general, para esto se debe capacitar a los operadores de cómo se debe hacer la inspección de cada componente del equipo.

El quinto paso es la inspección autónoma que tiene como finalidad que los operadores puedan realizar la inspección de sus equipos y puedan a la vez detectar problemas y corregir.

El sexto paso es la estandarización y está destinado a establecer y mantener las condiciones de control de los equipos.

El séptimo y último paso es el control totalmente autónomo y está destinado a dar continuidad a las actividades.

Figura 26 -3: Capacitación Personal de Taller Mantenimiento

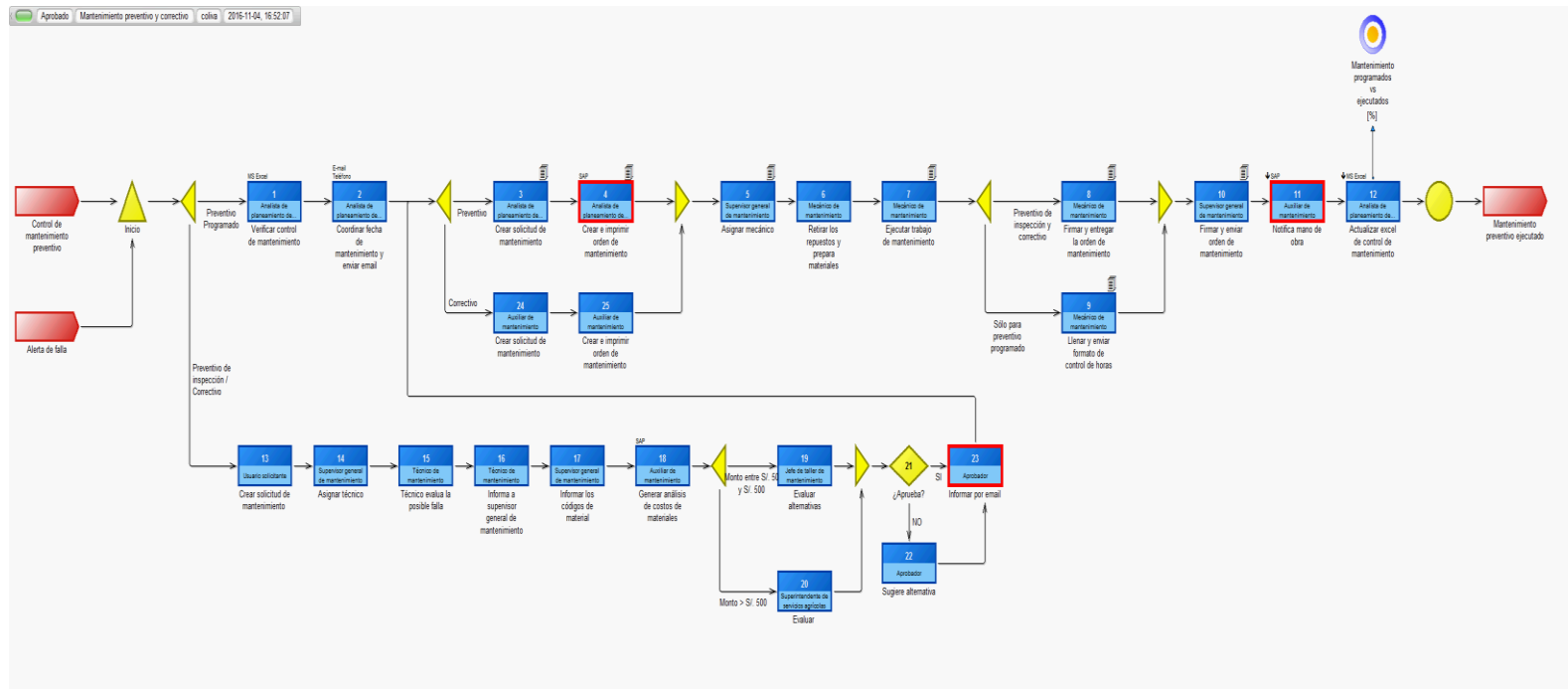


Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

9º Paso – Eficacia de los equipos por la ingeniería de producción (operación y mantenimiento).

Se desarrollará procedimiento de mantenimiento de equipos y fáciles de operar y mantener. Establecimientos de las condiciones para eliminar defectos de productos y facilitar los controles.

Figura 27 -4: Gestión del Mantenimiento preventivo y correctivo.



Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

10° Paso – Establecimiento del sistema para la obtención de la eficiencia global en las áreas de administración.

Desarrollo y aplicación del JIT (just in time). El JIT es una filosofía industrial de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución.

Análisis de criterios para reducir esperas (material, herramientas, traslados, transporte, etc.).

11° Paso – Establecimiento del sistema, buscando la promoción de condiciones ideales de seguridad, higiene y ambiente agradable de trabajo.

Análisis e implantación de “Recomendaciones de seguridad”.

Implantación de estímulos a la notificación de condiciones inseguras en el trabajo y de perjuicio al medio ambiente.

12° Paso – Aplicación plena del TPM e incremento de los respectivos niveles.

En este paso se hace una ampliación del TPM a los demás equipos del área, se definen nuevas metas y desafíos y se realiza una consultoría para la implantación de ajustes.

4.1.1. Clasificación Matriz de Criticidad

Como primer paso para mejorar el desempeño del proceso de mantenimiento.

CR5: No existe cumplimiento en mantenimiento preventivo para los equipos.

Debemos establecer los ítems más relevantes que maneja cada sistema del equipo Tractor en la Empresa Camposol S.A., para posteriormente proponer un modelo de gestión de inventarios que permita contar con los repuestos críticos cuando estos sean requeridos, evitando tiempos muertos y paralizaciones de los equipos al no contar con stock de repuestos; así a los 256 ítems que son los componentes básicos que se encuentran en la máquina (**Anexo 02: Listado de materiales y repuestos almacén de taller de mantenimiento**), se clasifiquen considerando el criterio de Clasificación Matriz de Criticidad. Antes de realizar la clasificación se han tomado las siguientes decisiones:

- Considerar solo a aquellos ítems que hayan registrado movimiento durante el año 2016.
- Agrupar a aquellos productos con las mismas características.

Como resultado de este análisis tenemos 256 ítems que tuvieron movimiento durante el año 2016 y se detallan en el anexo 2.

En el Anexo 3 se puede apreciar la aplicación de la clasificación ABC según el criterio de Matriz de Criticidad

Se presenta el siguiente cuadro resumen:

Tabla 23: Cuadro Resumen Clasificación MCR.

(Ver anexo 3- Cuadro detallado de inversión anual)

CLASE	ARTÍCULOS			INVERSIÓN		
	N° ARTÍCULOS	% RELATIVO	% RELATIVO ACUMULADO	INVERSIÓN ACUMULADA	% DE INVERSIÓN	% DE INVERSIÓN ACUMULADA
A	29	11%	11%	\$851,804.82	69.81%	69.81%
M	18	7%	18%	\$126,557.88	10.37%	80.19%
B	209	82%	100%	\$241,755.29	19.81%	100.00%
TOTAL	256	100%		\$1,220,117.99	100%	

Fuente: La empresa
Elaboración propia

Como se puede apreciar la MCR de tipo A está compuesta por el 11% de los artículos que representan el 69.81% de la inversión total; la MCR de tipo M está compuesta por el 7% de los artículos representan el 10.37% de la inversión total y la MCR de tipo B está compuesta por el 82% de los artículos que representan el 19.81% de la inversión total.

Como paso siguiente a la MCR de los ítems de los repuestos de mantenimiento, se agruparon por familias de acuerdo a su naturaleza y su practicidad para adquirirlos; quedando establecidas las siguientes familias de ítems:

- **Acople**
- **Aros**
- **Filtro**
- **Repuestos**
- **Retén**
- **Rodamientos**
- **Suministros y accesorios**

Asimismo, se distribuyeron los ítems por familias y por clases dando como resultado las siguientes tablas:

Tabla 24: Distribución de los artículos de TIPO A en Familias

FAMILIA	TIPO A	ARTÍCULOS		INVERSIÓN	
	DESCRIPCIÓN	N° ITEMS	%	US\$	%
1	ACOPLE	2	7%	\$25,149.28	2.95%
2	AROS	0	0%	\$0.00	0.00%
3	FILTRO	12	41%	\$308,777.95	36.25%
4	REPUESTOS	11	38%	\$433,540.10	50.90%
5	RETEN	0	0%	\$0.00	0.00%
6	RODAMIENTOS	0	0%	\$0.00	0.00%
7	SUMINISTROS Y ACCESORIOS	4	14%	\$84,337.49	9.90%
TOTAL		29	100%	\$851,804.82	100%

Fuente: La empresa

Elaboración propia

Tabla 25: Distribución de los artículos de TIPO M en Familias

FAMILIA	TIPO M	ARTÍCULOS		INVERSIÓN	
	DESCRIPCIÓN	N° ITEMS	%	US\$	%
1	ACOPLE	4	22%	\$28,030.39	22%
2	AROS	0	0%	\$0.00	0%
3	FILTRO	7	39%	\$48,867.59	39%
4	REPUESTOS	4	22%	\$27,459.06	22%
5	RETEN	0	0%	\$0.00	0%
6	RODAMIENTOS	2	11%	\$14,263.80	11%
7	SUMINISTROS Y ACCESORIOS	1	6%	\$7,937.03	6%
TOTAL		18	100%	\$126,557.87	100%

Fuente: La empresa

Elaboración propia

Tabla 26: Distribución de los artículos de Clase B en Familias

FAMILIA	TIPO B	ARTÍCULOS		INVERSIÓN	
	DESCRIPCIÓN	N° ITEMS	%	US\$	%
1	ACOPLE	31	15%	\$20,058.58	8%
2	AROS	12	6%	\$3,782.49	2%
3	FILTRO	28	13%	\$36,461.82	15%
4	REPUESTOS	52	25%	\$98,451.48	41%
5	RETEN	22	11%	\$29,481.38	12%
6	RODAMIENTOS	19	9%	\$28,842.12	12%
7	SUMINISTROS Y ACCESORIOS	45	22%	\$24,677.42	10%
TOTAL		209	100%	\$241,755.29	100%

Fuente: La empresa

Elaboración propia

Tabla 27: Tabla Resumen de Familias por clases

RESUMEN						
FAMILIA	A		M		B	
	ITEMS	MONTO	ITEMS	MONTO	ITEMS	MONTO
ACOPLE	2	\$25,149.28	4	\$28,030.39	31	\$20,058.58
AROS	0	\$0.00	0	\$0.00	12	\$3,782.49
FILTRO	12	\$308,777.95	7	\$48,867.59	28	\$36,461.82
REPUESTOS	11	\$433,540.10	4	\$27,459.06	52	\$98,451.48
RETEN	0	\$0.00	0	\$0.00	22	\$29,481.38
RODAMIENTOS	0	\$0.00	2	\$14,263.80	19	\$28,842.12
SUMINISTROS Y ACCESORIOS	4	\$84,337.49	1	\$7,937.03	45	\$24,677.42
TOTAL	29	\$851,804.82	18	\$126,557.87	209	\$241,755.29

Fuente: La empresa

Elaboración propia

Al analizar las tablas 22, 23, 24 y 25 se notó que existen familias de ítems que se encuentran inmersas en los tres Tipos o categorías (A, M, B); como la familia “Acople” presenta 2 ítems en el Tipo A, 4 ítems en el tipo M y 31 ítems en el tipo B; por tanto sería conveniente considerar a la totalidad de los ítems de la familia “Acople” en el tipo B, pues es la clase que presenta mayor afinidad y simplificará la gestión de abastecimiento.

Una vez establecidas las políticas que determinan las contrataciones se puede concluir que la empresa contratará a 9 proveedores de los cuales anualmente gestionará la renovación de 7 contrataciones que corresponden a las familias de las categorías Apalancamiento y No críticos, y cada tres años gestionará la renovación de 2 contrataciones que corresponden a las familias de la categoría Estratégicos, se resume lo indicado en la tabla 29.

Tabla 28: Agrupación de familias por categorías para formar lotes de contratación

PROVEEDOR	FAMILIA-CLASE	CATEGORÍA	PERIODO DE CONTRATACIÓN
1	REPUESTOS A	ESTRATÉGICOS	CONTRATACIÓN POR 3 AÑOS
2	SUMINISTROS Y ACCESORIOS A		
3	FILTRO A	APALANCAMIENTO	CONTRATACIÓN ANUAL
	FILTRO M		
	FILTRO B		
4	ACOPLE A	NO CRÍTICO	CONTRATACIÓN ANUAL
	ACOPLE M		
	ACOPLE B		
5	AROS B		
6	REPUESTOS M		
	REPUESTOS B		
7	RETEN B		
8	RODAMIENTOS M		
	RODAMIENTOS B		
9	SUMINISTROS Y ACCESORIOS M		
	SUMINISTROS Y ACCESORIOS B		

Fuente: Tabla 25

Elaboración propia

4.1.2. Análisis de Procesos

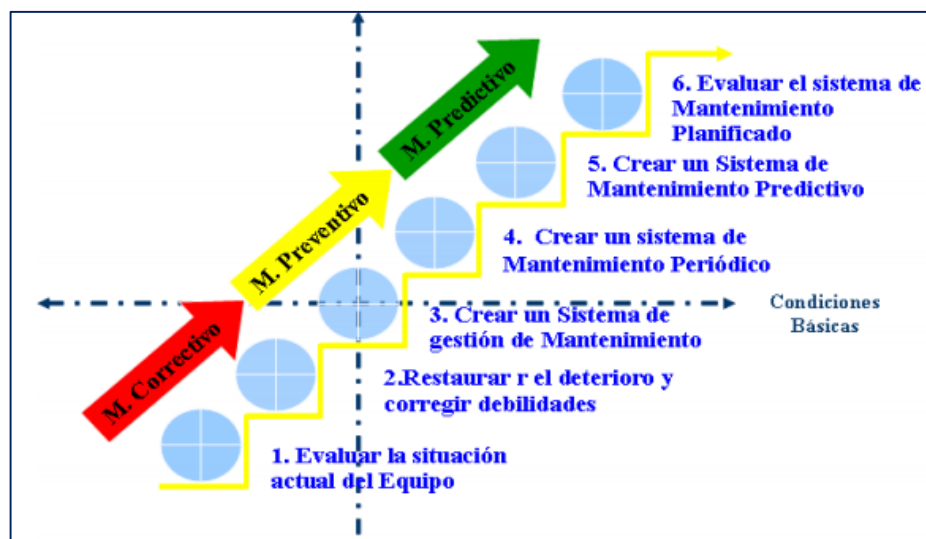
Habiendo establecido las políticas de abastecimiento adecuadas que mejorarán la disponibilidad de los artículos necesarios para realizar los mantenimientos tanto preventivos como correctivos. Como siguiente paso se establecieron los procesos adecuados de mantenimiento y planificación superando así:

CR8: Falta de Planificación en mantenimiento preventivo.

Mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en costes” (Suzuki, 1995, 145)

Para que el desarrollo del pilar de mantenimiento planeado sea llevado a cabo de manera eficaz y ágil, es necesario desarrollar sus actividades de forma ordenada y secuencial. Estas actividades, también conocidas como pasos, facilitan la preparación y se enfocan en el logro de los objetivos del pilar.

Figura 28 -5: Gestión del mantenimiento Condiciones Básicas.



Fuente: La Empresa
Elaboración propia

Pasos para el procedimiento del pilar de mantenimiento planeado

1- Evaluar el equipo y comprender las condiciones actuales

- Elaborar registros de los equipos
- Evaluar y priorizar los equipos
- Definir los niveles de averías.

2- Restaurar el deterioro y corregir debilidades

- Apoyo al Mantenimiento Autónomo
- Restaurar el deterioro forzado de equipo, cumplimiento de las condiciones básicas
- Corregir los puntos débiles.
- Prevenir las recurrencias de las fallas mayores.

3- Sistema de información

- Construir un sistema de control de materiales y repuestos.
- Controles del histórico/ planificación de los mantenimientos preventivo y predictivo
- Gestión de las preparaciones de los equipos
- Control de las piezas de repuesto, datos técnicos y unidades reserva
- Revisión de normas de inspección de mantenimiento

4- Sistema de mantenimiento periódico ó preventivo

- Seleccionar equipos y componentes para el Mantenimiento.
- Preparar Planes de Mantenimiento
- Flujo del sistema de mantenimiento periódico
- Formular estándares de Mantenimiento Periódico (materiales, trabajos, inspección)
- Preparación (piezas de repuesto, instrumentos, lubricantes, unidades reserva)
- Mantenimiento de mejoramiento (rediseño)

5- Sistema de mantenimiento predictivo

- Flujo del Sistema de Mantenimiento Predictivo
- Seleccionar los equipos y partes para el Mantenimiento Predictivo
- Desarrollar equipos y tecnología de diagnóstico
- Despliegue a otros equipos.

6- Evaluar la gestión

- Diagnóstico de Implementación.
- Evaluar el aumento de confiabilidad (nº averías, pequeñas paradas, MTBF)
- Evaluar el mejoramiento de la mantenibilidad (índice de mantenimiento periódico/ predictivo, MTTR)
- Mejoramiento en la distribución de recursos para el mantenimiento, reducción de costos.

La empresa Camposol S.A. como se presentó en la figura 16 dentro de su organigrama como dependencias de la Superintendencia de servicios agrícolas tiene dos áreas Taller y Maquinaria, la misión del área taller es mantener operativa a la maquinaria agrícola, en tanto el área de maquinaria tiene como misión administrar y operar la maquinaria; por tanto el área de maquinaria viene a ser el cliente interno del área de taller.

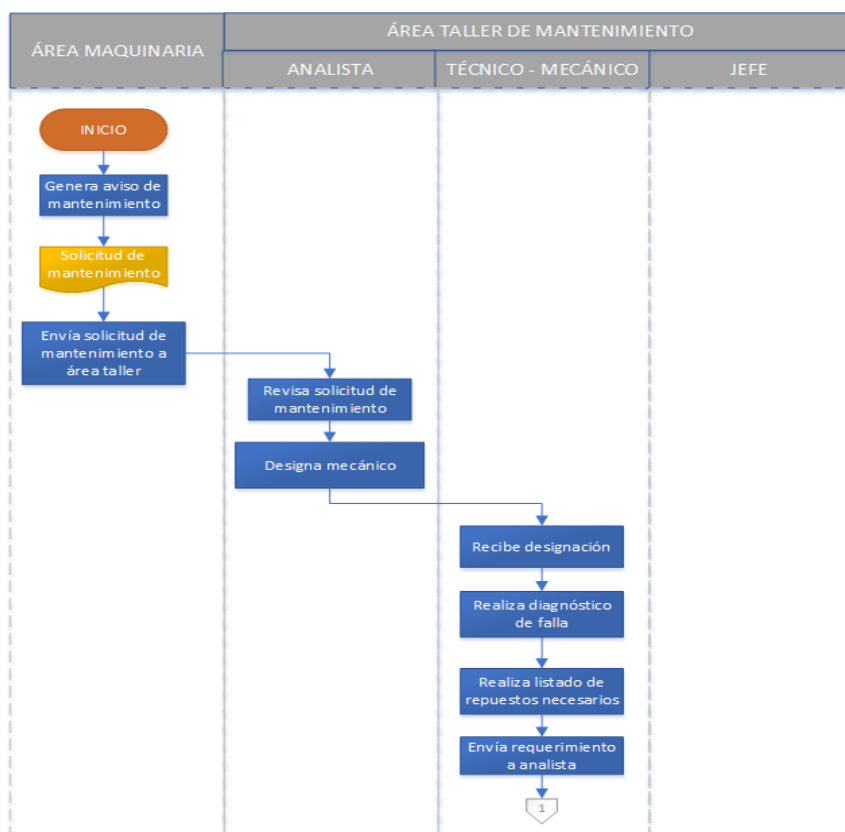
Cabe indicar que la empresa Camposol S.A. actualmente no realiza mantenimiento preventivo, como se presentó en las tablas 8 y 9 se cuenta con 30 trabajadores en el área de taller de los cuales 04 son trabajadores administrativos y 26 son técnicos – mecánicos de diversas especialidades, de los cuales 17 de estos se dedican exclusivamente a realizar el mantenimiento correctivo de la maquinaria.

Inicialmente se realizó el diagrama de flujo del sub proceso de mantenimiento preventivo como lo trabaja la empresa actualmente, y partiendo de este se plantearon mejoras adicionando los sub procesos de planeación y de mantenimiento preventivo.

Sub Proceso de Mantenimiento Correctivo actual

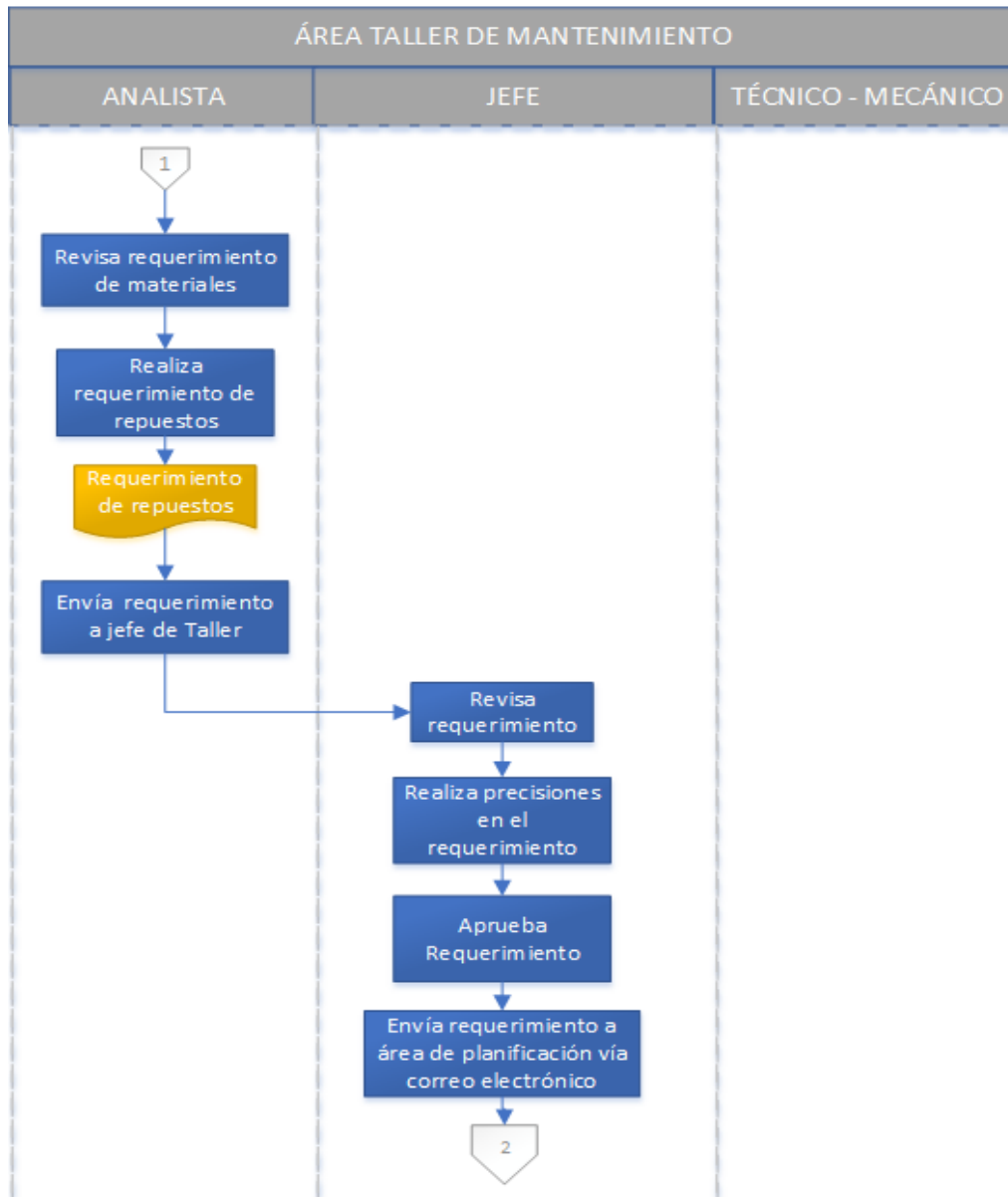
En las figuras 24, 25, 26, 27 y 28 se presentan los diagramas de flujo del mantenimiento preventivo cómo se gestiona actualmente en la empresa Camposol S.A.

Figura 29: Diagrama de flujo sub proceso de mantenimiento correctivo – Primera parte



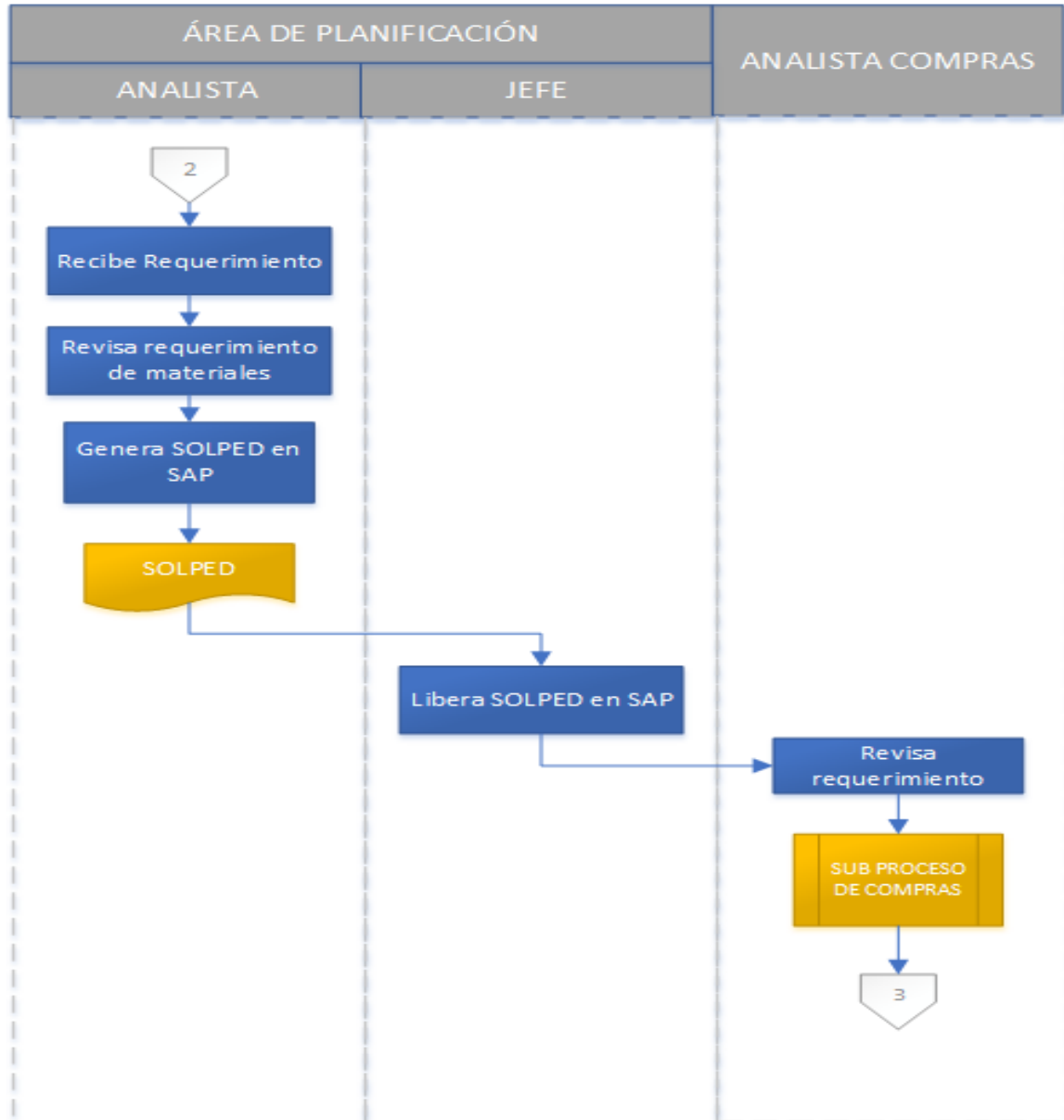
Fuente: La empresa
Elaboración propia

Figura 30: Diagrama de flujo subproceso de mantenimiento correctivo – Segunda parte



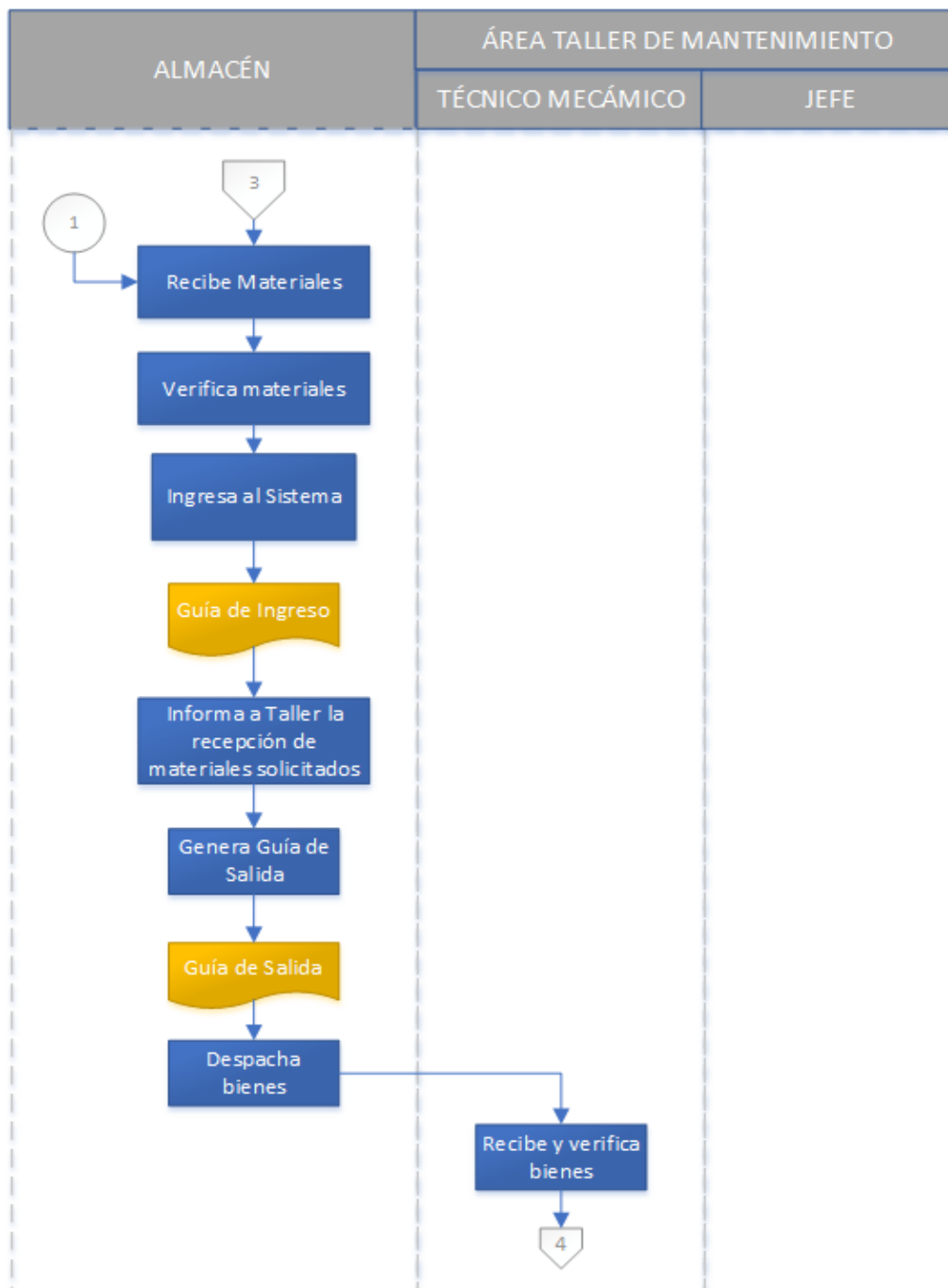
Fuente: La empresa
Elaboración propia

Figura 31: Diagrama de flujo subproceso de mantenimiento correctivo – Tercera parte



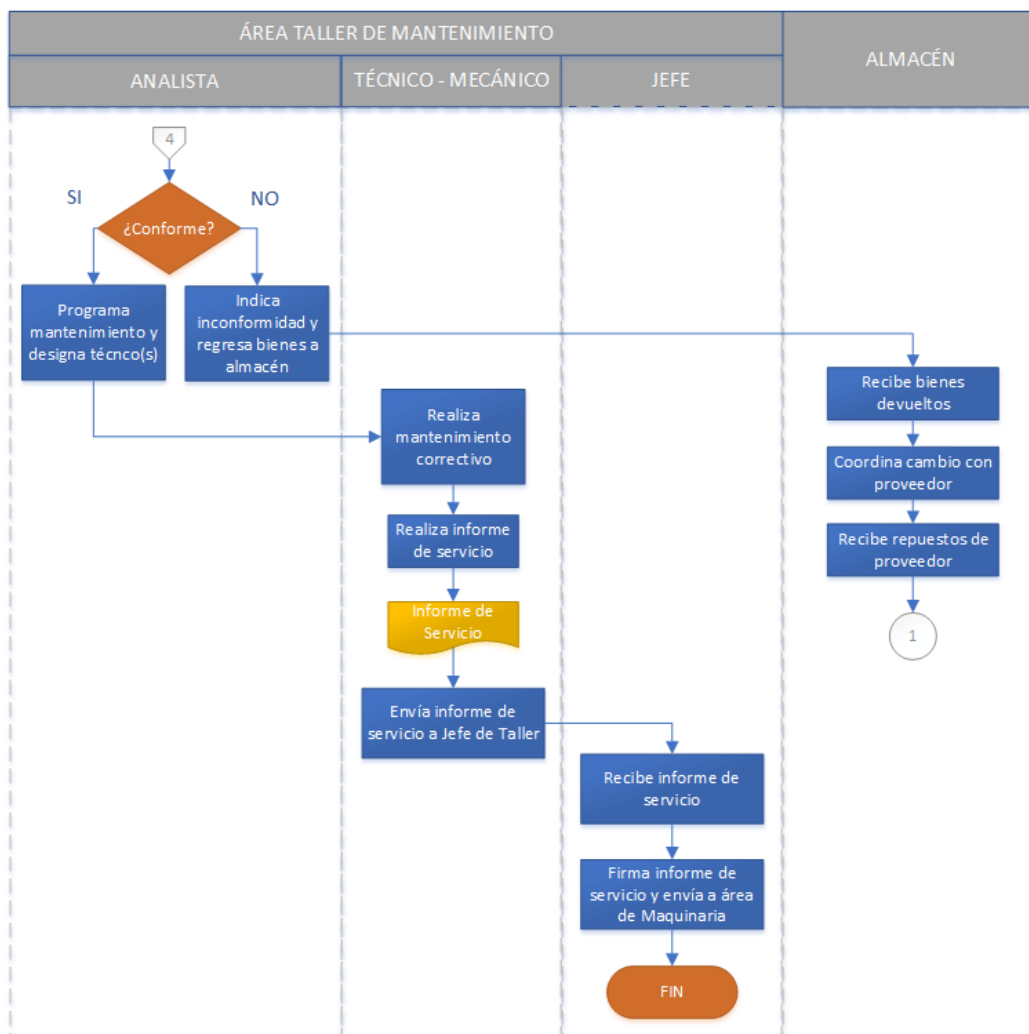
Fuente: La empresa
Elaboración propia

Figura 32: Diagrama de flujo subproceso de mantenimiento correctivo – Cuarta parte



Fuente: La empresa
Elaboración propia

Figura 33: Diagrama de flujo subproceso de mantenimiento correctivo – Quinta parte



Fuente: La empresa
Elaboración propia

Al analizar los diagramas de flujo del Sub proceso de mantenimiento correctivo que presenta Camposol S.A. se detectó que existen actividades que dependen del número de fallas que presenten las máquinas, en la tabla 30 se resumen las actividades de cada subproceso analizado, y en la tabla 32 se calcula el costo de la mano de obra administrativa del sub proceso analizado.

Tabla 29: Indicadores Subproceso de mantenimiento correctivo inicial

Indicadores Subprocesos de mantenimiento correctivo inicial									
Sub proceso analizado	N° Actividades								N° Documentos Generados
	Analista de Maquinaria	Analista de Taller	Técnico mecánico	Jefe de Taller	Analista de planificación	Jefe de planificación	Analista de compras	Jefe de almacén	
Subproceso de mantenimiento correctivo	2 / falla	6 / falla	9 / falla	6 / falla	3 / falla	1 / falla	1 / falla	6 / falla	7

Fuente: Figuras 24, 25, 26, 27 y 28.
Elaboración propia

Tabla 30: Historial de Horas y N° Fallas Maquinaria 2015 y 2016

2015			
Maquinaria	Horas Trabajadas	N° de Paradas por fallas	Horas de parada por avería
Semi Pesados	30,269.63	981.00	21,970.79
Livianos	28,234.51	655.00	14,653.17
Altos	5,819.52	90.00	1,165.82
Medianos	18,857.91	414.00	7,005.39
TOTAL	83,181.57	2,140.00	44,795.17
2016			
Maquinaria	Horas Trabajadas	N° de Paradas por fallas	Horas de parada por avería
Semi Pesados	31,608.80	912.00	24,414.30
Livianos	27,180.00	634.00	14,061.85
Altos	5,649.96	64.00	948.10
Medianos	18,428.40	444.00	4,887.78
TOTAL	82,867.16	2,054.00	44,312.03

Fuente: La empresa
Elaboración propia

En función a los indicadores obtenidos de los diagramas de flujo y los datos históricos de mantenimiento correctivo presentado en la tabla 30; en la tabla 32 se presenta el costo de mano de obra administrativa del subproceso de mantenimiento correctivo.

Figura 34 -1: Frecuencia de fallas por cada Sistema de Maquinaria. (2013-2016)

Nº	DESCRIPCION	Nº FALLA	T. PERDIDA	% FRECUENCIA	MTRR
1	MOTOR	1606	5300.4	18.22%	3.300
2	RUEDAS Y NEUMÁTICOS	1252	4072.5	14.00%	3.253
3	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	926	3205.5	11.02%	3.462
4	SISTEMA HIDRÁULICO DE LEVANTE	852	2948	10.13%	3.460
5	SISTEMA ELÉCTRICO	1058	2942	10.11%	2.781
6	CHASIS	739	2362	8.12%	3.196
7	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	128	1248	4.29%	9.750
8	ACCESORIOS	405	1025	3.52%	2.531
9	SISTEMA DE ARRANQUE Y ENCENDIDO	306	934.5	3.21%	3.054
10	CAJA DE CAMBIOS	155	887	3.05%	5.723
11	EMBRAGUE	189	868	2.98%	4.593
12	SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	225	717.5	2.47%	3.189
13	DIRECCIÓN	173	653	2.24%	3.775
14	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	53	548	1.88%	10.340
15	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	109	441.5	1.52%	4.050
16	FRENOS	86	329	1.13%	3.826
17	PANEL DE INSTRUMENTOS	76	237	0.81%	3.118
18	SISTEMA DE LUCES	43	90.5	0.31%	2.105
19	TANQUE	22	76	0.26%	3.455
21	DUCTOS	12	34	0.12%	2.833
20	TORNAMESA	7	34	0.12%	4.857
22	BOMBA DEFENSIVA	10	33.5	0.12%	3.350
23	SISTEMA DE AIRE DE ALIMENTACIÓN	7	32.5	0.11%	4.643
24	EJES	11	20.5	0.07%	1.864

Fuente: La empresa
Elaboración propia

Tabla 31: Costo de mano de obra administrativa Subproceso de mantenimiento correctivo

COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO						
Nro. de fallas de maquinaria registradas en periodo 2016					2,054.00	
Promedio de fallas al mes					171.17	
PUESTO	COSTO BRUTO MENSUAL	NRO DE ACTIVIDADES QUE PARTICIPA	FRECUENCIA (VECES AL MES)	NIVEL DE INTERVENCIÓN	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
JEFE DE TALLER	S/.7,000.00	6 / falla	1027.00	80.00%	S/.4,900.00	S/.58,800.00
JEFE DE PLANIFICACIÓN	S/.7,000.00	1 / falla	171.17	30.00%	S/.2,100.00	S/.25,200.00
JEFE DE ALMACÉN	S/.4,000.00	6 / falla	1027.00	100.00%	S/.4,000.00	S/.48,000.00
ANALISTA DE TALLER	S/.3,500.00	6 / falla	1027.00	200.00%	S/.7,000.00	S/.84,000.00
ANALISTA DE PLANIFICACIÓN	S/.3,500.00	3 / falla	513.50	50.00%	S/.1,750.00	S/.21,000.00
ANALISTA DE COMPRAS	S/.3,500.00	1 / falla	171.17	30.00%	S/.1,050.00	S/.12,600.00
ANALISTA DE MAQUINARIA	S/.3,500.00	2 / falla	342.33	60.00%	S/.2,100.00	S/.25,200.00
TÉCNICO MECÁNICO	S/.2,000.00	9 / falla	1540.50	922.77%	S/.18,455.44	S/.221,465.24
TOTAL					S/.41,355.44	S/.496,265.24

Fuente: Figuras 24, 25, 26, 27 y 28.
Elaboración propia

Propuesta de rediseño de Sub procesos de mantenimiento

Una vez analizado el sub proceso de mantenimiento correctivo que presenta actualmente la empresa Camposol S.A. se observó lo siguiente:

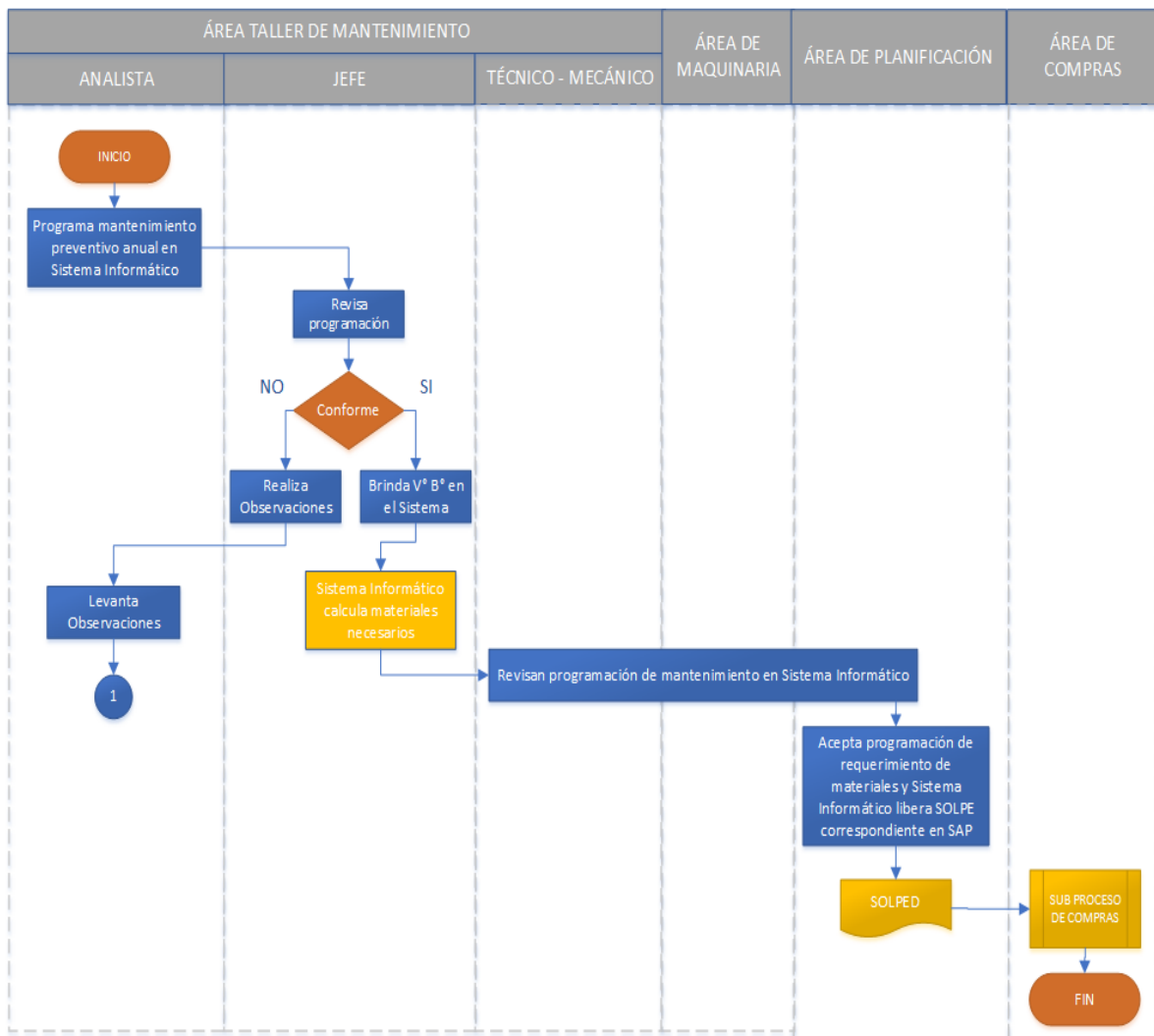
- El área de maquinaria es el primer actor del proceso y solicita al área de taller el mantenimiento correctivo de alguna máquina cuando se presenta el desperfecto.
- El área de taller presenta una actitud reactiva y gestiona los materiales necesarios para brindar el mantenimiento al equipo evaluado y se determinó que materiales o componentes se requieren.
- Al ser un evento no planificado se solicita autorización al área de planeamiento para realizar la adquisición de los materiales, componentes o repuestos necesarios para el mantenimiento correctivo.
- Como dato de la empresa se sabe que la gestión de la adquisición de materiales o componentes necesarios para un mantenimiento correctivo tarda en promedio entre 25 a 30 días.
- Como dato de la empresa en el año 2015 se registraron 2140 mantenimientos correctivos, que equivale a un promedio de 175.4 fallas por mes, esto ocasiona elevados costos de mantenimiento, baja disponibilidad de los equipos y excesiva carga para los técnicos mecánicos.
- No se cuenta con un sistema informático de mantenimiento que ayude a la gestión de mantenimiento, llevando estadísticas como una bitácora de mantenimiento, además es necesario controlar para corregir y planificar.

- Existen demasiadas aprobaciones para realizar el mantenimiento correctivo, pasando por el área de planificación, logística y taller. Por tanto para atenuar estas deficiencias, previo a formular el rediseño de procesos se planteó lo siguiente:
- Desarrollo de un módulo informático de gestión de mantenimiento que se integre al ERP SAP que maneja la empresa Camposol S.A. como ERP principal para sus temas productivos; este módulo informático permitirá llevar un control de las máquinas, historial de reparaciones, llevar un inventario de cada componente de una maquinaria con el detalle de su vida útil, fecha de adquisición y tiempo en que debe ser reemplazado; así se obtendrá información valiosa para planear las adquisiciones de los repuestos y estos se encuentren siempre a disposición reduciendo significativamente el tiempo muerto de las maquinarias averiadas.
- Asimismo, este módulo informático servirá para programar el mantenimiento preventivo de la maquinaria enviando alertas a los actores implicados de acuerdo a un cronograma pre establecido.
- Implementar el sub proceso de mantenimiento preventivo, definiendo un cronograma de acuerdo a la recomendación del fabricante para cada tipo de maquinaria de la empresa Camposol S.A., para así reducir el número de mantenimientos correctivos.
- Implementar el sub proceso de planificación de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, que incluye la designación de técnicos mecánicos, la gestión de materiales y componentes necesarios y las aprobaciones necesarias de acuerdo a un cronograma preestablecido.
- Proponer al área de abastecimiento la contratación a largo plazo de los ítems que corresponden al almacén de mantenimiento de acuerdo a las políticas propuestas en las tablas 28 y 29, que

permitirá reducir costos de gestión, reducir los tiempos de entrega y menores costos de adquisición por economía de escala.

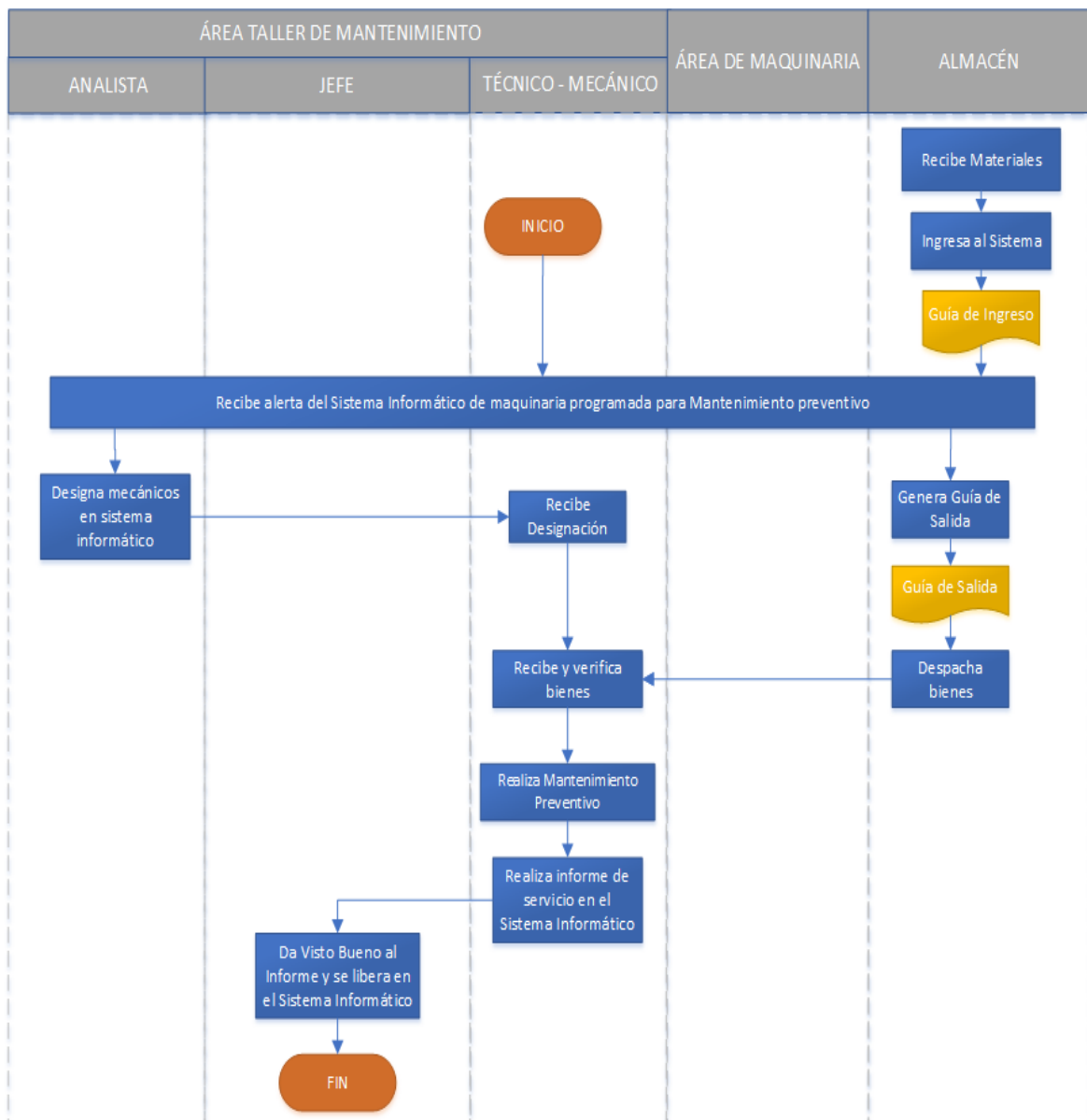
De la figura 29 a la 33 se presentan los procesos de rediseñados teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente señaladas.

Figura 35: Diagrama de flujo subproceso de planificación de mantenimiento preventivo propuesto



Fuente: La empresa
Elaboración propia

Figura 360: Diagrama de flujo subproceso de mantenimiento preventivo propuesto

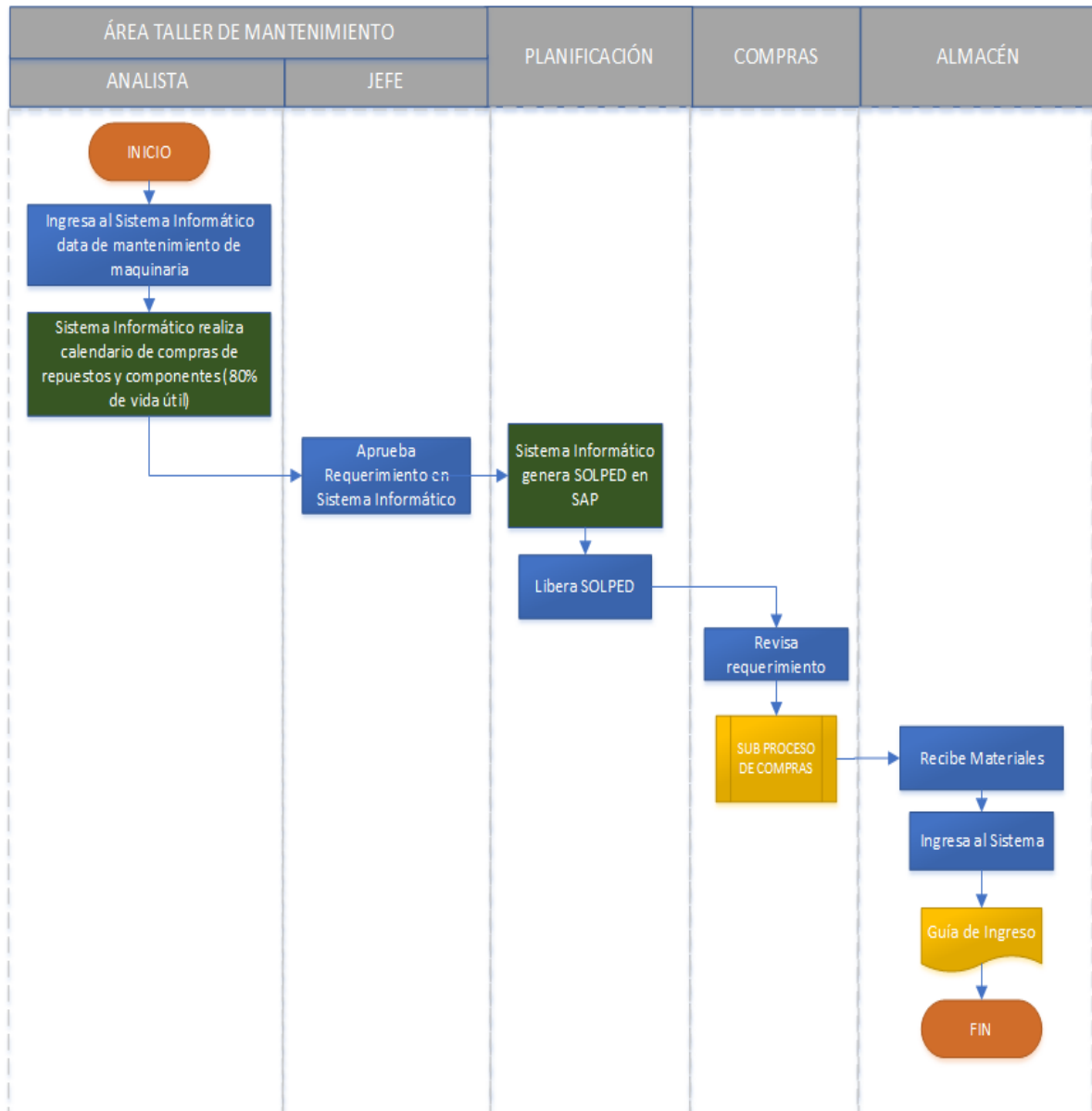


Fuente: La empresa
 Elaboración propia

Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo

Sub proceso de Planificación de materiales

Figura 37: Diagrama de flujo subproceso de planificación de materiales para mantenimiento correctivo - propuesto

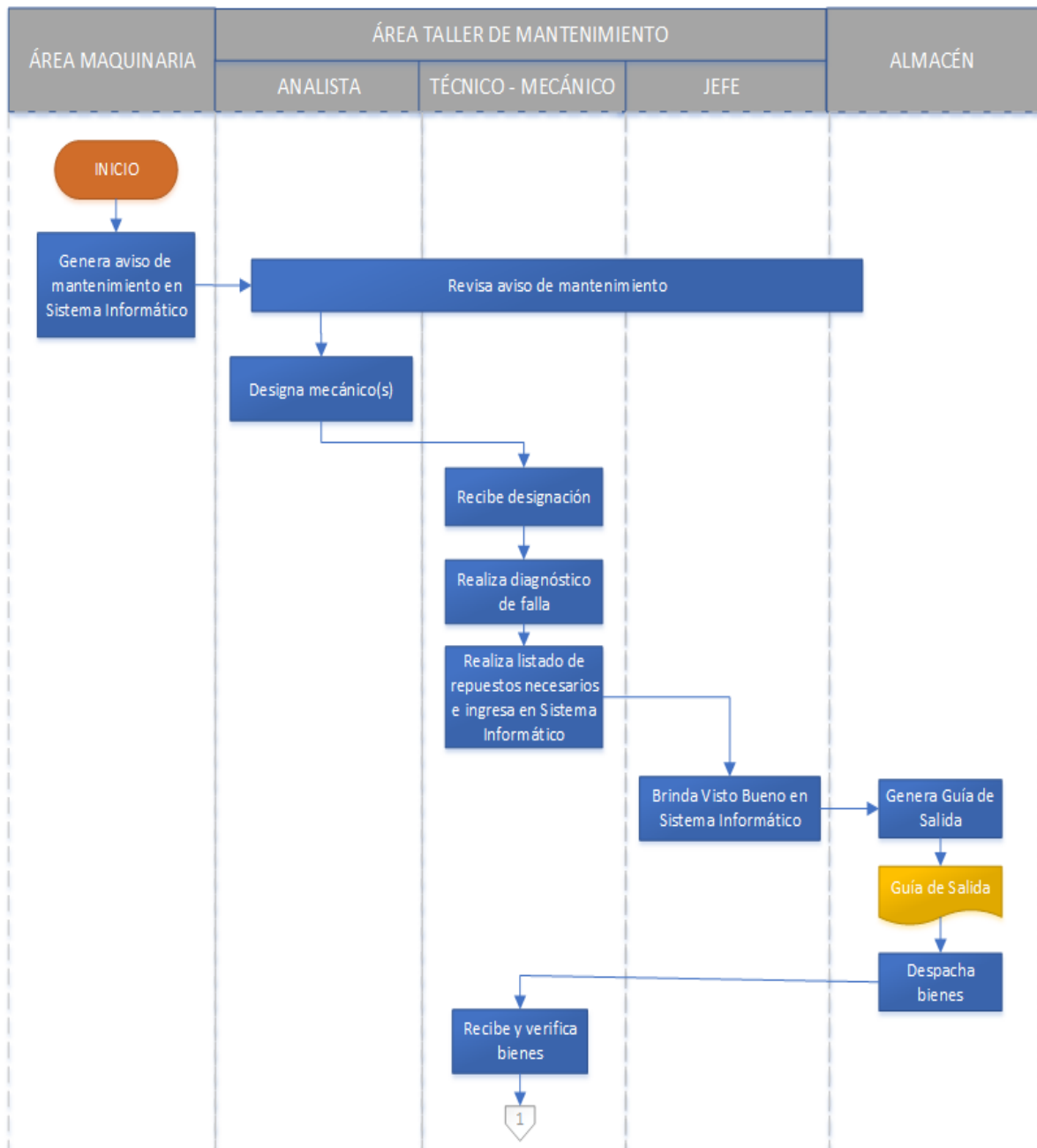


Fuente: La empresa
Elaboración propia

Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo

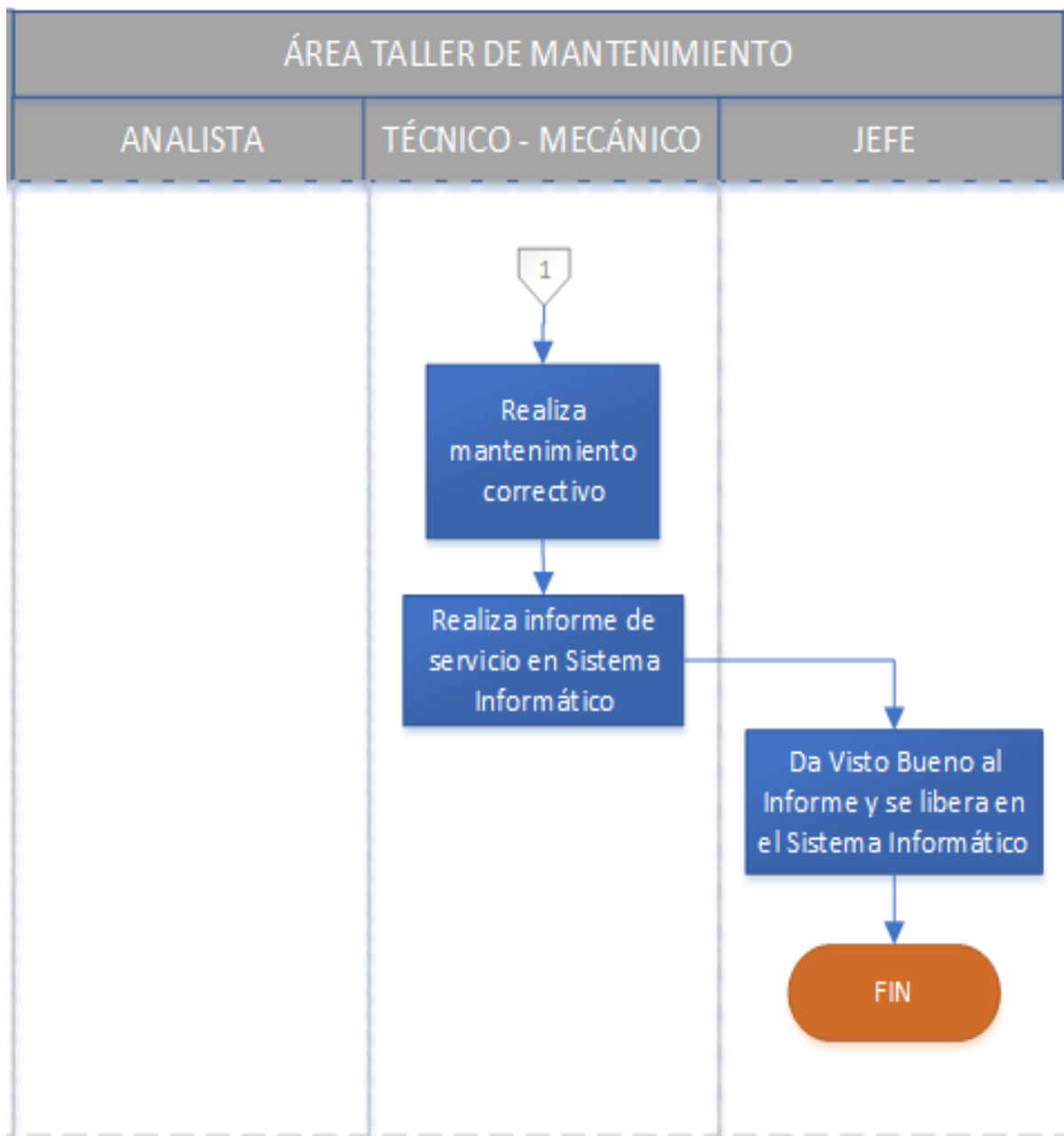
Sub proceso de mantenimiento correctivo propuesto

Figura 38: Diagrama de flujo subproceso de mantenimiento correctivo propuesto – primera parte



Fuente: La empresa
Elaboración propia

Figura 39: Diagrama de flujo subproceso de mantenimiento correctivo propuesto – segunda parte



Fuente: La empresa
Elaboración propia

Tabla 320: Indicadores de subprocesos propuestos

Sub proceso analizado	N° Actividades								N° Documentos generados
	Analista de Maquinaria	Analista de Taller	Técnico mecánico	Jefe de Taller	Analista de planificación	Jefe de planificación	Analista de compras	Jefe de almacén	
Subproceso de planificación de mantenimiento preventivo		1 / año		1 / año		1 / año			1
Subproceso de mantenimiento preventivo		1 / mes	4 / m.p.	1 / m.p.				2 / m.p. 2 / mes	2
Subproceso de planificación de materiales mantenimiento correctivo		1 / año		1 / mes		1 / mes	1 / mes	2 / mes	1
Subproceso de mantenimiento correctivo	1 / falla	1 / falla	6 / falla	2 / falla				2 / falla	1

Fuente: Figuras 29, 30, 31, 32 y 33
Elaboración propia

Tabla 33: Cálculo de número de mantenimientos preventivos

N° Tractores		77	
Promedio hr/día de trabajo		7.5	
Tiempo de trabajo recomendado para efectuar mantenimiento preventivo (hr)	horas de funcionamiento	días	mes
	500	66.67	3.03030303
N° Mantenimientos preventivos al año			308
N° Mantenimientos correctivos esperados al año (67% de mantenimientos correctivos ocurridos durante el 2016)			1,377.00
N° Total de Mantenimiento al año			1,685.00

Fuente: La empresa
Elaboración propia

En la tabla 31 se calculó el número de mantenimientos preventivos a realizarse a la maquinaria con que cuenta la empresa de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y a las horas de carga de trabajo a que estas son sometidas diariamente, resultando que la empresa deberá de programar 308 mantenimientos preventivos por año; asimismo se calculó la meta de 1377 mantenimientos correctivos al año, considerando que dichos mantenimientos se reduzcan en un 33% con respecto al año 2016 como resultado de la implementación de mantenimientos preventivos.

Considerando que para ingresar la data de la maquinaria actual con la información de sus componentes en el sistema informático se requiere haber revisado detenidamente cada maquinaria, se considera que al finalizar el primer trimestre se deberá de tener actualizada la data pues ya se habrá completado por lo menos 01 mantenimiento preventivo a cada maquinaria; y al contar con dicha información en el sistema planteado se podrá planificar el abastecimiento de repuestos de acuerdo al desgaste de los mismos y serán reemplazados en los próximos mantenimientos preventivos evitando así las interrupciones por fallas debido a roturas o desgaste de componentes y a la vez propiciará la reducción de los mantenimientos correctivos; por tanto se justifica que la cifra de 2054 mantenimientos correctivos durante el año 2016 disminuya a 1377 mantenimientos correctivos durante el año 2017 (proyección) Así mismo en los siguientes años se llegará a alcanzar la proporción estándar de mantenimientos de acuerdo a las buenas prácticas a nivel mundial: del total de mantenimientos que realiza la empresa el 20 % deberá de corresponder a mantenimientos correctivos y el 80% restante a mantenimientos preventivos, es decir 77 mantenimientos correctivos al año.

Tabla 34: Costo de mano de obra administrativa Subproceso de planificación de mantenimiento preventivo (propuesto)

COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
N° Mantenimientos preventivos al año					308	
N° Mantenimientos correctivos esperados al año (67% de mantenimientos correctivos del 2016)					1377	
PUESTO	COSTO BRUTO MENSUAL	NRO DE ACTIVIDADES QUE PARTICIPA	FRECUENCIA (VECES AL MES)	NIVEL DE INTERVENCIÓN	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
JEFE DE TALLER	S/. 7,000.00	1 / año	0.08	2.00%	S/.140.00	S/. 1,680.00
JEFE DE PLANIFICACIÓN	S/. 7,000.00	1 / año	0.08	2.00%	S/.140.00	S/. 1,680.00
ANALISTA DE TALLER	S/. 3,500.00	1 / año	0.08	2.00%	S/.70.00	S/. 840.00
TOTAL					S/.350.00	S/. 4,200.00

Fuente: Figura 29.
Elaboración propia

Tabla 35: Costo de mano de obra administrativa Subproceso de mantenimiento preventivo (propuesto)

COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
N° Mantenimientos preventivos al año					308	
N° Mantenimientos correctivos esperados al año (67% de mantenimientos correctivos del 2016)					1377	
PUESTO	COSTO BRUTO MENSUAL	NRO DE ACTIVIDADES QUE PARTICIPA	FRECUENCIA (VECES AL MES)	NIVEL DE INTERVENCIÓN	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
JEFE DE TALLER	S/. 7,000.00	1 / m.p.	25.67	10.00%	S/.700.00	S/. 8,400.00
JEFE DE ALMACÉN	S/. 4,000.00	2 / m.p. 2 / mes	53.33	20.00%	S/.800.00	S/. 9,600.00
ANALISTA DE TALLER	S/. 3,500.00	1 / mes	1.00	2.00%	S/.70.00	S/.840.00
TÉCNICO MECÁNICO	S/. 2,000.00	4 / m.p.	102.67	235.81%	S/. 4,716.20	S/. 56,594.40
TOTAL					S/. 6,286.20	S/. 75,434.40

Fuente: Figura 30.
Elaboración propia

Tabla 36: Costo de mano de obra administrativa Subproceso de planificación de materiales para mantenimiento correctivo (propuesto)

COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO						
N° Mantenimientos preventivos al año					308	
N° Mantenimientos correctivos esperados al año (67% de mantenimientos correctivos del 2016)					1377	
PUESTO	COSTO BRUTO MENSUAL	NRO DE ACTIVIDADES QUE PARTICIPA	FRECUENCIA (VECES AL MES)	NIVEL DE INTERVENCIÓN	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
JEFE DE TALLER	S/. 7,000.00	1 / mes	1.00	2.00%	S/.140.00	S/. 1,680.00
JEFE DE PLANIFICACIÓN	S/. 7,000.00	1 / mes	1.00	5.00%	S/.350.00	S/. 4,200.00
JEFE DE ALMACÉN	S/. 4,000.00	2 / mes	2.00	5.00%	S/.200.00	S/. 2,400.00
ANALISTA DE TALLER	S/. 3,500.00	1 / año	0.08	2.00%	S/.70.00	S/.840.00
ANALISTA DE COMPRAS	S/. 3,500.00	1 / mes	1.00	5.00%	S/.175.00	S/. 2,100.00
TOTAL					S/.935.00	S/. 11,220.00

Fuente: Figura 31.
Elaboración propia

Tabla 37: Costo de mano de obra administrativa Subproceso de planificación de materiales para mantenimiento correctivo (propuesto)

COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO						
N° Mantenimientos preventivos al año					308	
N° Mantenimientos correctivos esperados al año (67% de mantenimientos correctivos del 2016)					1377	
PUESTO	COSTO BRUTO MENSUAL	NRO DE ACTIVIDADES QUE PARTICIPA	FRECUENCIA (VECES AL MES)	NIVEL DE INTERVENCIÓN	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
JEFE DE TALLER	S/. 7,000.00	2 / falla	68.50	85.00%	S/. 5,950.00	S/. 71,400.00
JEFE DE ALMACÉN	S/. 4,000.00	2 / falla	68.50	75.00%	S/. 3,000.00	S/. 36,000.00
ANALISTA DE TALLER	S/. 3,500.00	1 / falla	34.25	80.00%	S/. 2,800.00	S/. 33,600.00
ANALISTA DE MAQUINARIA	S/. 3,500.00	1 / falla	34.25	80.00%	S/. 2,800.00	S/. 33,600.00
TÉCNICO MECÁNICO	S/. 2,000.00	6 / falla	205.50	600.00%	S/. 12,000.00	S/. 144,000.00
TOTAL					S/. 26,550.00	S/. 318,600.00

Fuente: Figuras 32 y 33.
Elaboración propia

Tabla 38: Ahorro generado por la reducción en la mano de obra en procesos de mantenimiento.

COSTO DE MANO DE OBRA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO AÑO 2016	COSTO DE MANO DE OBRA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO CON PROCESOS PROPUESTOS	AHORRO DE COSTO DE MANO DE OBRA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO	VARIACIÓN
S/. 496,265.24	S/. 409,454.40	S/. 86,810.84	-17.49%

Fuente: Tablas 31, 32, 33, 34 y 35.
Elaboración propia

Tabla 39: Ahorro generado por la reducción en la mano de obra administrativa de procesos de mantenimiento.

COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO AÑO 2016	COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO CON PROCESOS PROPUESTOS	AHORRO DE COSTO DE MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA	VARIACIÓN
S/. 274,800.00	S/. 208,860.00	S/. 65,940.00	-24.00%

Fuente: Tablas 31, 32, 33, 34 y 35.
Elaboración propia

Tabla 40: Ahorro generado por la reducción en la mano de obra operativa de procesos de mantenimiento.

COSTO DE MANO DE OBRA OPERATIVA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO AÑO 2016	COSTO DE MANO DE OBRA OPERATIVA DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO CON PROCESOS PROPUESTOS	AHORRO DE COSTO DE MANO DE OBRA OPERATIVA	VARIACIÓN
S/. 221,465.24	S/. 200,594.40	S/. 20,870.84	-9.42%

Fuente: Tablas 31, 32, 33, 34 y 35.
Elaboración propia

4.1.3. Propuesta de Mantenimiento Preventivo

Según la propuesta de mejora presentada en el punto 4.1.3, se realizarán 308 mantenimientos preventivos durante el año 2017, con esto se supera la

CR2: Ausencia de indicadores para el nivel de desempeño del proceso.

CR5: No existe cumplimiento en mantenimiento preventivo para los equipos.

Para estas 2 causas raíz nos enfocamos en el Pilar de Mantenimiento Planificado y Prevención del Mantenimiento.

Pasos necesarios para establecer un programa efectivo de mantenimiento preventivo son:

1.- Determinar las metas y objetivos.

El primer paso para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es determinar exactamente —qué es lo que se quiere obtener del programa—. Usualmente el mejor inicio es trabajar sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos.

Si tiene alguna dificultad con sus metas puede tomar algunos "tips" de la lista de beneficios del programa de mantenimiento mencionado con anterioridad, mostramos ahora algunos ejemplos muy simples:

Incrementar la disponibilidad de los equipos en un 70%.

Reducir las fallas en un 70%.

Mejorar la utilización de la M. O. en un 90%.

Incrementar el radio del mantenimiento programado respecto al mantenimiento reactivo en una proporción 2 a 1.

2.- Establecer los requerimientos para el mantenimiento preventivo.

Que tan extenso es programa de mantenimiento preventivo.

a) Maquinaria y Equipo a incluir.

La mejor forma de iniciar esta actividad es determinar cuál es la maquinaria y equipo más crítico en la planta; Algunas veces esto es muy fácil y otras veces no —esto depende de lo que manufacture su compañía; piense en su lista y acuda a sus clientes (producción, cabezas de departamento, etc.) y pregúnteles— después de todo, ellos son las personas a quienes debe atender.

Haremos un su programa de mantenimiento preventivo un "sistema activo"; donde participen todos los departamentos.

Se implementará rutas de lubricación, realizar inspecciones y hacer ajustes y/o calibraciones, o cambiar partes en base a frecuencia y o uso. (Mantenimiento preventivo tradicional.)

Lecturas de temperatura / presión / volumen (que es; la condición de monitoreo y forma parte de mantenimiento predictivo por operadores.)

O cualquier otro subsistema

b) Declarar posición del mantenimiento preventivo.

Es importante que cualquier persona en la organización entienda exactamente qué consideró como el mayor propósito del programa de mantenimiento preventivo. No tiene que ser tan breve, es decir sin sentido, pero tampoco deberá ser tan extenso que cree confusión.

No desarrollar un enunciado claro y conciso, puede hacer su programa muy difícil, esto sucede frecuentemente.

c) Medición del mantenimiento preventivo.

Ponga particular atención en la medición del progreso, ya que es en donde muchos programas de mantenimiento preventivo fallan.

Si no se mide el progreso no se tendrá ninguna defensa, lo primero que se reduce cuando existen problemas de este tipo, es precisamente en el presupuesto del programa de mantenimiento preventivo.

También cuando requiere expandir el programa y no puede probar que está trabajando para obtener los resultados que predijo, no encontrará fondos u otros recursos necesarios.

Por último y de mucha importancia, si no mide los resultados no podrá afinar su programa; en concreto, si no hace de su sistema un sistema activo, esto puede lentamente destruir su programa. Así es como fueron concebidos otros programas pobres.

d.) Desarrollar un plan de entrenamiento.

No necesitamos mencionar demasiado sino solo la invariabilidad del requerimiento de un entrenamiento completo y consistente, determine estos requerimientos y desarrolle un plan comprensible para acoplarlo a la línea de tiempo establecida que desarrolló.

En la tabla 42 se presenta la programación de los mantenimientos preventivos a realizarse durante el año 2017, con ayuda del módulo informático planteado se podrá llevar el control de este cronograma, y el sistema alertará constantemente a los actores del proceso tanto de taller como de maquinaria para que a su vez programen sus actividades diarias con el conocimiento de las máquinas que estarán de para por mantenimiento.

Tabla 43- 0: Procedimiento de mantenimiento preventivo general

MANTENIMIENTO PREVENTIVO (GENERAL) - 2017			
Procedimiento	Tiempo total concedido (min)	Personal requerido	HH Requeridas
RETIRO DE MATERIALES DEL ALMACÉN	15	2	0.50
TRASLADO A UBICACIÓN DE MAQUINARIA (CAMPO)	30	2	1.00
SACAR MUESTRA DE ACEITE	15	2	0.50
DRENAR ACEITE MOTOR/TRANSM/HIDRAULICO	45	2	1.50
SACAR FILTROS	35	2	1.17
CALIBRAR BALANCINES	45	2	1.50
REGULAR MÍNIMO DE BOMBA	45	2	1.50
COLOCAR FILTROS	25	2	0.83
RELLENAR ACEITE MOTOR/TRANSM/HIDRAULICO	45	2	1.50
REVISAR EMBRAGUE Y FRENOS	60	2	2.00
VERIF Y CORREC DE CAÑERIAS/MANGUERAS	60	2	2.00
LIMPIEZA DE TANQUE	45	2	1.50
PRUEBA DE MÁQUINA	30	2	1.00
VERIFICACIÓN Y CORRECCIÓN DE CAÑERIAS/MANGUERAS/ SONIDO	30	2	1.00
Traslado de retorno al (Taller)	30	2	1.00
TIEMPO ESTÁNDAR MANT. PREVENTIVO (min)	555		
TIEMPO ESTÁNDAR MANT. PREVENTIVO (horas)	9.25		
HORAS HOMBRE REQUERIDAS	18.50		

Fuente: La empresa
Elaboración propia

Tabla 44-1: Procedimiento de mantenimiento preventivo general

MANTENIMIENTO PREVENTIVO (GENERAL) 2018			
Procedimiento	Tiempo total concedido (min)	Personal requerido	HH Requeridas
RETIRO DE MATERIALES DEL ALMACÉN	10	2	0.33
TRASLADO A UBICACIÓN DE MAQUINARIA (CAMPO)	25	2	0.83
SACAR MUESTRA DE ACEITE	12	2	0.40
DRENAR ACEITE MOTOR/TRANSM/HIDRAULICO	40	2	1.33
SACAR FILTROS	30	2	1.00
CALIBRAR BALANCINES	40	2	1.33
REGULAR MÍNIMO DE BOMBA	40	2	1.33
COLOCAR FILTROS	20	2	0.67
RELLENAR ACEITE MOTOR/TRANSM/HIDRAULICO	40	2	1.33
REVISAR EMBRAGUE Y FRENOS	55	2	1.83
VERIF Y CORREC DE CAÑERIAS/MANGUERAS	55	2	1.83
LIMPIEZA DE TANQUE	40	2	1.33
PRUEBA DE MÁQUINA	25	2	0.83
VERIFICACIÓN Y CORRECCIÓN DE CAÑERIAS/MANGUERAS/ SONIDO	20	2	0.67
Traslado de retorno al (Taller)	20	2	0.67
TIEMPO ESTÁNDAR MANT. PREVENTIVO (min)	472		
TIEMPO ESTÁNDAR MANT. PREVENTIVO (horas)	7.87		
HORAS HOMBRE REQUERIDAS	15.73		

Fuente: La empresa
Elaboración propia

En la tabla 40 se describe el procedimiento establecido para el mantenimiento preventivo general, el cual demanda de 18.50 horas hombre por mantenimiento preventivo y su tiempo estándar por mantenimiento es de 9.25 horas. Asimismo, en la tabla 41 se indican los materiales necesarios para efectuar el mantenimiento preventivo propuesto, indicando sus costos unitarios, así se tiene que el costo de materiales para realizar un mantenimiento preventivo suma S/. 957.99.

Tabla 45: Costo de mantenimiento preventivo general propuesto

Material requerido		Unidad	Costo Unitario	Sub total
Descripción	Cantidad			
MOBIL DELVAC MX ESP 15W 40	2.75	GLN	S/. 29.28	S/. 80.52
ACEITE M-LUBE HD 80W90 DRUM-L 208L E/S	4	GLN	S/. 33.50	S/. 134.00
ACEITE M-MOBILFLUID 424 DRUM-L 208L E/S	13	GLN	S/. 28.32	S/. 368.16
FILTRO ACEITE PERKINS [2654403]	1	UN	S/. 29.26	S/. 29.26
FILTRO ACEITE TRANSMISION [6223537M1]	1	UN	S/. 147.67	S/. 147.67
FILTRO PETROLEO [HDF-796][26566602]	1	UN	S/. 29.60	S/. 29.60
FILTRO AIRE PRIMARIO [6223618M1]	1	UN	S/. 87.89	S/. 87.89
FILTRO AIRE SECUNDARIO [6223619M1]	1	UN	S/. 78.39	S/. 78.39
TRAPO INDUSTRIAL ESPECIAL	1	KG	S/. 2.50	S/. 2.50
TOTAL				S/. 957.99

Fuente: La empresa
Elaboración propia

En la tabla 42 se resumen los datos relevantes del mantenimiento preventivo propuesto, resaltando el costo por paralización de maquinaria de S/. 49.94 por cada hora que una máquina se paraliza por avería; dicho costo representa el importe que la empresa CAMPOSOL S.A. asigna por hora de maquinaria dentro de su costeo de operaciones agrarias, y asimismo corresponde al importe que la empresa cobra por hora cuando alquila la maquinaria que no tiene carga de trabajo programada a un tercero; es decir S/. 49.94 por hora es el costo que percibe la empresa por cada hora de paralización de una máquina.

Tabla 46-0: Datos resumen de mantenimiento preventivo -2017

HH REQUERIDAS / MP	PROMEDIO DE DÍAS LABORALES / MES	COSTO MENSUAL/ TÉCNICO	COSTO POR HH	COSTO POR PARALIZACIÓN MAQUINARIA (S/ hr)	TIEMPO DE MANT. PREVENTIVO (HR)
18.5	25.17	S/. 2,000.00	S/. 9.93	S/. 49.94	9.25

Fuente: La empresa
Elaboración propia

Tabla 47: Datos resumen de mantenimiento preventivo -2018

HH REQUERIDAS / MP	PROMEDIO DE DÍAS LABORALES / MES	COSTO MENSUAL/ TÉCNICO	COSTO POR HH	COSTO POR PARALIZACIÓN (S/./hr)	TIEMPO DE MANT. PREVENTIVO (HR)
15.73	25.17	S/. 2,000.00	S/. 9.93	S/. 49.94	7.86

Fuente: La empresa
Elaboración propia

Tabla 482: Total Mantenimiento Proyectados al año 2017.

N° Tractores		77	
Promedio hr/día de trabajo		7.5	
Tiempo de trabajo recomendado para efectuar mantenimiento preventivo (hr)	horas de funcionamiento	días	mes
	500	66.67	3.03030303
N° Mantenimientos preventivos al año		308	
N° Mantenimientos correctivos esperados al año (20% de mantenimientos correctivos ocurridos durante el 2016)		411	
N° Total de Mantenimiento al año		719	

Tabla 493- 0 Costos proyectados de Mantenimiento preventivo año 2016

COSTOS DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS DURANTE EL 2016							
MES	COSTO TOTAL MATERIALES	HORAS DE OPERATIVIDAD	HH EMPLEADAS	COSTO TOTAL MANO DE OBRA	TIEMPO TOTAL DE PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO (Hr)	COSTO POR PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO (S/.)	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO
ENERO	S/.34,634.56	5,762.65	1,854.36	S/.18,418.36	3450.45	S/.172,298.22	S/.208,787.14
FEBRERO	S/.38,541.69	6,011.47	2,248.90	S/.22,337.11	4356.14	S/.217,523.85	S/.258,314.44
MARZO	S/.51,693.46	9,583.66	2,046.51	S/.20,326.88	4356.21	S/.217,527.35	S/.271,267.32
ABRIL	S/.39,438.62	6,501.34	1,937.65	S/.19,245.63	3986.48	S/.199,064.88	S/.240,441.15
MAYO	S/.34,798.21	5,634.03	1,863.29	S/.18,507.05	3865.24	S/.193,010.76	S/.229,672.26
JUNIO	S/.29,695.34	4,712.28	1,647.13	S/.16,360.05	3415.2	S/.170,538.01	S/.201,880.48
JULIO	S/.32,135.94	8,204.22	1,976.59	S/.19,632.40	3729.19	S/.186,217.10	S/.220,329.63
AGOSTO	S/.27,638.75	5,126.28	1,934.67	S/.19,216.03	3830.96	S/.191,298.99	S/.220,872.41
SEPTIEMBRE	S/.44,815.36	9,314.11	1,789.46	S/.17,773.74	3326.47	S/.166,107.28	S/.212,712.10
OCTUBRE	S/.31,549.67	7,310.23	1,537.49	S/.15,271.06	2965.15	S/.148,064.77	S/.181,151.93
NOVIEMBRE	S/.28,458.33	6,523.33	1,734.65	S/.17,229.34	3265.15	S/.163,045.27	S/.193,238.25
DICIEMBRE	S/.45,712.71	8,183.56	1,726.42	S/.17,147.60	3765.39	S/.188,024.75	S/.235,463.88
TOTAL	S/.439,112.64	82,867.16	22,297.12	S/.221,465.24	S/.44,312.03	S/.2,212,721.22	S/.2,674,130.98

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

Tabla 50- 1: Análisis de Costos reales por Conjunto año 2016

ANALISIS DE COSTOS REALES POR CONJUNTO	Costo Total Real (\$)
REGULADORES DE PRESIÓN	\$2,060.43
TANQUE	\$667.79
REGUALDORES DE PROFUNDIDAD	\$60.19
ACCESORIOS	\$27,959.51
BOMBA DEFENSIVA	\$23,533.00
SISTEMA DE TRANSMISIÓN	\$59,980.58
CUCHARÓN	\$64.44
DIRECCIÓN	\$4,798.79
CHASIS	\$100,650.90
SISTEMA DE SUSPENSIÓN	\$2,398.29
TORNAMESA	\$85.76
DUCTOS	\$2,777.39

SISTEMA DE CORTE (CU)	\$18,042.29
SISTEMA DE DESCARGA	\$88.29
PORTADISCOS Y DISCOS	\$1,783.43
EMBRAGUE	\$7,724.75
MECANISMO DE EXCAVACIÓN	\$205.46
MOTOR	\$151,240.98
SISTEMA DE ARRANQUE	\$3,194.27
SISTEMA DE INYECCIÓN	\$4,760.46
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	\$6,322.95
SISTEMA DE REFRIGERA	\$4,393.47
SISTEMA ELÉCTRICO	\$15,406.71
TAPICERÍA Y ACABADOS	\$0.00
GENERADOR	\$135.52
PANEL DE INSTRUMENTO	\$760.41
IMPLEMENTO (RIPER)	\$16.59
Total	\$439,112.64

Fuente: La empresa
Elaboración Propia.

Tabla 51- 2: Costos proyectados de Mantenimiento preventivo año 2017

COSTOS PROYECTADOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS 2017									
MES	NRO MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS	COSTO MATERIALES POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO	COSTO MENSUAL DE MATERIALES PARA M.P.	COSTO MANO DE OBRA POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO	HH REQUERIDAS POR MES	COSTO MANO DE OBRA POR MES POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO	TIEMPO MENSUAL DE PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO (Hr)	COSTO POR PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO (S/.)	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (S/.)
ENERO	26	S/.957.99	S/.24,907.74	S/.183.75	481.00	S/.4,777.51	240.5	S/.12,009.37	S/.41,694.62
FEBRERO	26	S/.957.99	S/.24,907.74	S/.183.75	481.00	S/.4,777.51	240.5	S/.12,009.37	S/.41,694.62
MARZO	25	S/.957.99	S/.23,949.75	S/.183.75	462.50	S/.4,593.76	231.25	S/.11,547.47	S/.40,090.98
ABRIL	26	S/.957.99	S/.24,907.74	S/.183.75	481.00	S/.4,777.51	240.5	S/.12,009.37	S/.41,694.62
MAYO	26	S/.957.99	S/.24,907.74	S/.183.75	481.00	S/.4,777.51	240.5	S/.12,009.37	S/.41,694.62
JUNIO	25	S/.957.99	S/.23,949.75	S/.183.75	462.50	S/.4,593.76	231.25	S/.11,547.47	S/.40,090.98
JULIO	26	S/.957.99	S/.24,907.74	S/.183.75	481.00	S/.4,777.51	240.5	S/.12,009.37	S/.41,694.62
AGOSTO	26	S/.957.99	S/.24,907.74	S/.183.75	481.00	S/.4,777.51	240.5	S/.12,009.37	S/.41,694.62
SEPTIEMBRE	25	S/.957.99	S/.23,949.75	S/.183.75	462.50	S/.4,593.76	231.25	S/.11,547.47	S/.40,090.98
OCTUBRE	26	S/.957.99	S/.24,907.74	S/.183.75	481.00	S/.4,777.51	240.5	S/.12,009.37	S/.41,694.62
NOVIEMBRE	26	S/.957.99	S/.24,907.74	S/.183.75	481.00	S/.4,777.51	240.5	S/.12,009.37	S/.41,694.62
DICIEMBRE	25	S/.957.99	S/.23,949.75	S/.183.75	462.50	S/.4,593.76	231.25	S/.11,547.47	S/.40,090.98
TOTAL	308		S/.295,060.92		5,698.00	S/.56,595.15	2,849.00	S/.142,264.82	S/.493,920.89

Fuente: La empresa
Elaboración propia

Tabla 523 -3: Costos proyectados de Mantenimiento preventivo año 2018

COSTOS PROYECTADOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS 2018									
MES	NRO MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS	COSTO MATERIALES POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO	COSTO MENSUAL DE MATERIALES PARA M.P.	COSTO MANO DE OBRA POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO	HH REQUERIDAS POR MES	COSTO MANO DE OBRA POR MES POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO	TIEMPO MENSUAL DE PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO (Hr)	COSTO POR PARALIZACIÓN POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO (S/.)	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (S/.)
ENERO	25	S/.957.99	S/. 23,949.75	S/.156.24	393.25	S/. 3,905.94	196.5	S/. 9,812.23	S/. 37,667.92
FEBRERO	26	S/.957.99	S/. 24,907.74	S/.156.24	408.98	S/. 4,062.18	204.36	S/. 10,204.72	S/. 39,174.63
MARZO	25	S/.957.99	S/. 23,949.75	S/.156.24	393.25	S/. 3,905.94	196.5	S/. 9,812.23	S/. 37,667.92
ABRIL	25	S/.957.99	S/. 23,949.75	S/.156.24	393.25	S/. 3,905.94	196.5	S/. 9,812.23	S/. 37,667.92
MAYO	26	S/.957.99	S/. 24,907.74	S/.156.24	408.98	S/. 4,062.18	204.36	S/. 10,204.72	S/. 39,174.63
JUNIO	25	S/.957.99	S/. 23,949.75	S/.156.24	393.25	S/. 3,905.94	196.5	S/. 9,812.23	S/. 37,667.92
JULIO	25	S/.957.99	S/. 23,949.75	S/.156.24	393.25	S/. 3,905.94	196.5	S/. 9,812.23	S/. 37,667.92
AGOSTO	26	S/.957.99	S/. 24,907.74	S/.156.24	408.98	S/. 4,062.18	204.36	S/. 10,204.72	S/. 39,174.63
SEPTIEMBRE	25	S/.957.99	S/. 23,949.75	S/.156.24	393.25	S/. 3,905.94	196.5	S/. 9,812.23	S/. 37,667.92
OCTUBRE	25	S/.957.99	S/. 23,949.75	S/.156.24	393.25	S/. 3,905.94	196.5	S/. 9,812.23	S/. 37,667.92
NOVIEMBRE	26	S/.957.99	S/. 24,907.74	S/.156.24	408.98	S/. 4,062.18	204.36	S/. 10,204.72	S/. 39,174.63
DICIEMBRE	25	S/.957.99	S/. 23,949.75	S/.156.24	393.25	S/. 3,905.94	196.5	S/. 9,812.23	S/. 37,667.92
TOTAL	304		S/. 291,228.96		4,781.92	S/. 47,496.23	2,389.44	S/. 119,316.69	S/. 458,041.87

Fuente: La empresa
Elaboración propia

En la tabla 43-2 se presentan los costos asociados al mantenimiento preventivo planteado para el año 2017, es valiosa esta información para obtener el impacto económico de la aplicación del mantenimiento preventivo.

Así en la tabla 44 también se proyectan los costos asociados a los mantenimientos correctivos del año 2017, como se indicó anteriormente se proyecta que en el 2017 el número de mantenimientos correctivos disminuyan en un 80% con respecto a la cantidad de dichos mantenimientos durante el año 2016; como producto del despliegue de mantenimientos preventivos y toda la gestión de procesos planteada en los puntos anteriores.

El costo de mantenimiento correctivo para el 2017 se compone de tres costos proyectos: Costo de mano de obra de Mantenimiento Correctivo, Costo de materiales para mantenimiento correctivo y costo de paralización producto de mantenimiento correctivo, para calcular el primer costo se aplicó regla de tres simple sobre la base de los mantenimientos del año 2016 y se obtuvo el costo de mano de obra proporcional a los 411 mantenimientos proyectados para el 2017 (Tabla 42 -2), este cálculo corresponde a una proyección conservadora por cuanto en la práctica se espera que para el 2017 los técnico presenten una mejor performance en su trabajo pues se los capacitará constantemente en sus funciones, además se agilizarán los procesos administrativos, se contará con los repuestos necesarios como resultado de la mejora en la gestión de abastecimiento de los ítems de almacén de repuestos y se contará con un sistema informático que brindará data sobre los equipos averiados (antigüedad de componentes, fecha de último mantenimiento, etc.).

Con respecto al costo de materiales para mantenimiento correctivo durante el 2017, se considera que el volumen total de materiales utilizados durante el 2016 como son repuestos, componentes, suministros, lubricantes, etc., permanecerá invariable, pues se mantienen la misma cantidad de maquinaria (77 unidades).

Sin embargo muchos de estos materiales serán administrados durante el mantenimiento preventivo gracias a la información del desgaste de los componentes de cada maquinaria que brindará el sistema informático, y así al momento de realizar el correspondiente mantenimiento preventivo se aprovechará para hacer el cambio de las piezas que se encuentren al borde de cumplir su vida útil, evitando futuras paralizaciones por averías; por tanto el costo de materiales para mantenimiento correctivo en el año 2017 será igual al costo de materiales para mantenimiento correctivo durante el año 2016 menos el costo de materiales para mantenimiento preventivo proyectado para el año 2017.

Por último para calcular el costo de paralización por mantenimiento correctivo para el año 2017 también se realizó mediante la regla de tres simple tomando como base el costo de paralización por mantenimiento correctivo durante el año 2016 y se obtuvo el costo de paralización proporcional a las 1377 paralizaciones proyectadas para el 2017, siendo también una proyección conservadora, sobre todo considerando que la disponibilidad de repuestos será mayor que en el año 2016 y por tanto se reducirán los tiempos muertos.

Tabla 53: Costo de mantenimientos correctivos proyectados del año 2017

COSTOS DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS PROYECTADOS 2017				
COSTO DE MANO DE OBRA	COSTO M.O. MANT. CORRECTIVO 2016	N° MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS 2016	N° MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS PROYECTADOS AL 2017 (20% DE N° DE FALLAS DEL 2016)	COSTO M.O. MANT. CORRECTIVO PROYECTADO 2017
	S/. 221,465.24	2,054.00	1377.00	S/. 148,470.12
COSTO ANUAL MATERIALES	COSTO MATERIALES MANT. CORRECTIVO 2016	COSTO MATERIALES MANT. PREVENTIVO PROYECTADO 2017		COSTO MATERIALES MANT. CORRECTIVO PROYECTADO 2017
	S/. 439,112.64	S/. 295,060.92		S/. 144,051.72
COSTO DE PARALIZACIÓN	COSTO DE PARALIZACIÓN POR MANT. CORRECTIVO 2016	N° MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS 2016	N° MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS PROYECTADOS AL 2017	COSTO DE PARALIZACIÓN POR MANT. CORRECTIVO PROYECTADO 2017
	S/. 2,212,721.22	2,054.00	1377.00	S/. 1,483,406.58
S/. 2,674,130.98				
COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PROYECTADO 2017				S/. 1,775,928.42

Fuente: La empresa

Elaboración propia

Así considerando las proyecciones de las tablas 43 y 44 y la información de mantenimiento correctivo durante el año 2016 que se detalla en la tabla 17; se calcula el impacto económico de la implementación de mantenimiento preventivo y se presenta en la tabla 45.

Tabla 54: Ahorro derivado de la implementación de mantenimiento preventivo

COSTO DE MANTENIMIENTO 2016	COSTO DE MANTENIMIENTO PROYECTADO 2017		AHORRO	VARIACIÓN
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
S/. 2,674,130.98	S/. 493,920.89	S/. 1,775,928.42	S/. 404,281.67	-15.12%
S/. 2,674,130.98	S/. 2,269,849.31			

Fuente: Tablas 17, 43 y 44
Elaboración propia

4.1.4. Matriz de capacitación

Para gestionar las

CR1: Falta de capacitación de colaboradores en el área

CR6: Deficiente desempeño de la mano obra del área.

Para estas 2 causas raíz nos enfocamos en el Pilar de Mantenimiento Autónomo.

El desarrollo del Mantenimiento Autónomo, sigue una serie de etapas o pasos, los cuales pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de traba

Se diseñó la matriz de capacitación que a continuación se presenta, la cual incluye temas de capacitación tanto operativos, técnicos y de gestión para los 30 colaboradores del área de taller de mantenimiento, se distribuyó las horas de capacitación a lo largo del año 2017 entre los meses de abril a noviembre, la inversión total anual en capacitación para el área de taller de mantenimiento será de S/. 26,400.00.

Los cursos serán certificados y diseñados a medida de las necesidades de capacitación del personal de taller de mantenimiento, así se espera superar las causas raíz de falta de capacitación y deficiente desempeño del recurso humano.

En la tabla 49 se presenta la matriz de capacitación propuesta.

Tabla 55: Matriz de capacitación área de mantenimiento

PROCESO	GESTIÓN DE DESARROLLO HUMANO													CÓDIGO	MC001-2017						
														VERSIÓN	001						
FORMATO	MATRIZ DE CAPACITACIÓN													PÁGINA	1						
														VIGENTE DESDE	01/01/2017						
CAPACITACIÓN PERSONAL DE MANTENIMIENTO	NOMBRE DE LA CAPACITACION	CARGO COLABORADORES	N° DE SERVIDORES ASISTENTES	N° HORAS	CRONOGRAMA - 2017												TIPO CAPACITACIÓN	COSTO DEL CURSO	NRO. GRUPOS	INVERSIÓN TOTAL	ENTIDAD QUE REALIZARÁ LA CAPACITACIÓN
					ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE					
	Liderazgo, trabajo en equipo y mejora continua	Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	8													In house	S/. 3,200.00	1.00	S/. 2,400.00	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
	Seguridad e impacto ambiental en el uso de tractores	Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	16													In house	S/. 4,800.00	1.00	S/. 4,800.00	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
	Control de Costos y Presupuesto	Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	16													In house	S/. 4,800.00	1.00	S/. 4,800.00	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
	Mecánica básica	Operadores Maquinaria Agrícola y Pesada	26	32													In house	S/. 8,000.00	1.00	S/. 8,000.00	SENATI
		Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	32																	
	Seguridad Industrial (Riesgos y seguridad en maquinaria agrícola)	Operadores Maquinaria Agrícola y Pesada	26	16													In house	S/. 3,200.00	1.00	S/. 3,200.00	FERREYROS
		Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	16																	
	Operación y mantenimiento de maquinaria	Operadores Maquinaria Agrícola y Pesada	26	16													In house	S/. 3,200.00	1.00	S/. 3,200.00	FERREYROS
		Supervisores Maquinaria Agrícola y Pesada	4	16																	
	TOTAL HORAS				168	TOTAL														S/. 26,400.00	

4.1.5. Módulo Informático de mantenimiento

Una de las herramientas para mejorar los procesos de mantenimiento de la empresa Camposol S.A. es el desarrollo de un módulo informático de gestión de mantenimiento, dicho módulo se realizará de manera in house y se integrará al ERP SAP que posee la empresa; su principal función será la de integrar los procesos de mantenimiento tanto correctivo como preventivo con los diversos actores intervinientes en estos; brindando alertas virtuales y reportes.

El módulo se desarrollará en un periodo total de 3 meses y el costo de su desarrollo e implantación será de S/. 200,000.00; asimismo incurrirá en un costo de mantenimiento anual de S/. 15,000.00

La implementación de este sistema de mantenimiento requiere además contar con una base de datos centralizada que será consultada en línea por los usuarios del sistema; por tanto se requerirá adquirir un servidor de alta performance; se propone la adquisición de 01 Servidor Proliant HPE Gen9 a un precio de S/. 32,500.00

Asimismo, se requerirá potenciar las PCs de personal involucrado en el proceso de mantenimiento, por tanto, se propone la adquisición de 04 PCs de escritorio marca HP de procesador Core i5 a un importe unitario de S/. 4,125.00 así por las 4 PCs se invertirá S/. 16,500.00

En la tabla 50 se presenta el reporte de mantenimiento de maquinaria que emitirá el módulo informático, este reporte presentará a solicitud del usuario un listado general de la maquinaria con que cuenta la empresa con sus respectivos atributos relacionados a mantenimiento, asimismo dicho reporte se podrá filtrar por código para conocer detalle de alguna máquina en específico.

En la tabla 48 se presenta otro reporte, el cual se filtra por máquina específica y presenta el detalle de mantenimiento de cada componente de la máquina filtrada, asimismo el historial de mantenimiento y uso de los componentes.

Como política de la empresa para minimizar los tiempos del mantenimiento correctivo, se realizará la gestión de adquisiciones de los componentes de alguna maquinaria que se encuentren al 80% de su vida útil, así se podrá contar con la disponibilidad de los repuestos al presentarse la falla o se podrá realizar el cambio de los mismos dentro del siguiente mantenimiento preventivo programado.

Tabla 56: Reporte de mantenimiento de maquinaria

IT	TIPO MAQUINARIA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	AUTOR AVISO	DENOMINACIÓN DEL OBJETO TÉCNICO	FECHA DE INICIO DE MANT.	HORA INICIO DE MANT.	FECHA FIN DE MANT.	HORA FIN DE MANT.	DURACIÓN DE PARADA (HR)
1	Maquinaria - Semi Pesada	1001027	TRACTOR J.D. 6605 N° 27	D. C.	M. CORRECTIVO	05.01.2017	11:00	05.01.2017	14:36	3.6
2	Maquinaria - Semi Pesada	1001029	TRACTOR J.D. 6605 N° 29	D. J.	M. PREVENTIVO	10.01.2017	20:00	11.01.2017	05.00	9.00
3	Maquinaria - Semi Pesada	1001089	TRACTOR MF-297 N° 89	R. H.	M. CORRECTIVO	19.01.2017	12:26	09.01.2017	16:28	4.03
4	Maquinaria - Semi Pesada	1001090	TRACTOR MF-297 N° 90							
5	Maquinaria - Semi Pesada	1001092	TRACTOR MF-297 N° 92							
6	Maquinaria - Semi Pesada	1001094	TRACTOR MF-297 N° 94							
7	Maquinaria - Semi Pesada	1001095	TRACTOR MF-297 N° 95							
8	Maquinaria - Semi Pesada	1001096	TRACTOR MF-297 N° 96							
9	Maquinaria - Semi Pesada	1001097	TRACTOR MF-297 N° 97							
10	Maquinaria - Semi Pesada	1001098	TRACTOR MF-297 N° 98							
11	Maquinaria - Semi Pesada	1001099	TRACTOR MF-297 N° 99							
12	Maquinaria - Semi Pesada	1001100	TRACTOR MF-297 N° 100							
13	Maquinaria - Semi Pesada	1001101	TRACTOR MF-297 N° 101							
14	Maquinaria - Semi Pesada	1001102	TRACTOR MF-297 N° 102							
15	Maquinaria - Semi Pesada	1001103	TRACTOR MF-297 N° 103							
16	Maquinaria - Semi Pesada	1001104	TRACTOR MF-297 N° 104							
17	Maquinaria - Semi Pesada	1001105	TRACTOR MF-297 N° 105							
18	Maquinaria - Semi Pesada	1001106	TRACTOR MF-297 N° 106							
19	Maquinaria - Semi Pesada	1001107	TRACTOR MF-297 N° 107							
20	Maquinaria - Semi Pesada	1001134	TRACTOR JD-6130J N° 134							

PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS
COSTOS DE OPERACIONES DEL TALLER DE MANTENIMIENTO AGRÍCOLA
EN LA EMPRESA CAMPOSOL S.A.

21	Maquinaria - Semi Pesada	1001135	TRACTOR JD-6130J N° 135							
22	Maquinaria - Semi Pesada	1001136	TRACTOR JD-6130J N° 136							
23	Maquinaria - Semi Pesada	1001137	TRACTOR JD-6130J N° 137							
24	Maquinaria - Semi Pesada	1001149	TRACTOR JD-6130J N° 149							
25	Maquinaria - Semi Pesada	1001150	TRACTOR JD-6130J N° 150							
26	Maquinaria - Semi Pesada	1001151	TRACTOR JD-6130J N° 151							
27	Maquinaria - Semi Pesada	1001152	TRACTOR JD-6130J N° 152							
28	Maquinaria - Liviana	1001032	TRACTOR NARROW J.D. 5525 N° 32							
29	Maquinaria - Liviana	1001033	TRACTOR NARROW J.D. 5525 N° 33							
30	Maquinaria - Liviana	1001034	TRACTOR NARROW J.D. 5525 N° 34							
31	Maquinaria - Liviana	1001035	TRACTOR NARROW C. J.D. 5525 N° 35							
32	Maquinaria - Liviana	1001053	TRACTOR MF-275 N° 53							
33	Maquinaria - Liviana	1001054	TRACTOR MF-275 N° 54							
34	Maquinaria - Liviana	1001079	TRACTOR MF-283 N° 79							
35	Maquinaria - Liviana	1001080	TRACTOR MF-283 N° 80							
36	Maquinaria - Liviana	1001081	TRACTOR MF-283 N° 81							
37	Maquinaria - Liviana	1001082	TRACTOR MF-283 N° 82							
38	Maquinaria - Liviana	1001118	TRACTOR MF-275 N° 118							
39	Maquinaria - Liviana	1001119	TRACTOR MF-275 N° 119							
40	Maquinaria - Liviana	1001120	TRACTOR MF-275 N° 120							
41	Maquinaria - Liviana	1001121	TRACTOR MF-275 N° 121							
42	Maquinaria - Liviana	1001122	TRACTOR MF-275 N° 122							
43	Maquinaria - Liviana	1001123	TRACTOR MF-275 N° 123							
44	Maquinaria - Liviana	1001124	TRACTOR MF-275 N° 124							
45	Maquinaria - Liviana	1001125	TRACTOR MF-275 N° 125							

46	Maquinaria - Liviana	1001126	TRACTOR MF-275 N° 126							
47	Maquinaria - Liviana	1001127	TRACTOR MF-275 N° 127							
48	Maquinaria - Liviana	1001128	TRACTOR MF-275 N° 128							
49	Maquinaria - Liviana	1001138	TRACTOR MF-275 N° 138							
50	Maquinaria - Liviana	1001139	TRACTOR MF-275 N° 139							
51	Maquinaria - Liviana	1001140	TRACTOR MF-275 N° 140							
52	Maquinaria - Liviana	1001141	TRACTOR MF-275 N° 141							
53	Maquinaria - Liviana	1001142	TRACTOR MF-275 N° 142							
54	Maquinaria - Liviana	1001143	TRACTOR MF-275 N° 143							
55	Maquinaria - Liviana	1001144	TRACTOR MF-283 N° 144							
56	Maquinaria - Liviana	1001145	TRACTOR MF-283 N° 145							
57	Maquinaria - Liviana	1001146	TRACTOR MF-283 N° 146							
58	Maquinaria - Liviana	1001147	TRACTOR MF-283 N° 147							
59	Maquinaria - Alta	1001037	TRACTOR HI CROP J.D. 5525 N° 37							
60	Maquinaria - Alta	1001038	TRACTOR HI CROP J.D. 5525 N° 38							
61	Maquinaria - Alta	1001039	TRACTOR HI CROP J.D. 5715 N° 39							
62	Maquinaria - Alta	1001040	TRACTOR HI CROP J.D. 5715 N° 40							
63	Maquinaria - Alta	1001041	TRACTOR HI CROP J.D. 5715 N° 41							
64	Maquinaria - Alta	1001042	TRACTOR HI CROP J.D. 5715 N° 42							
65	Maquinaria - Mediana	1001057	TRACTOR MF-292 N° 57							
66	Maquinaria - Mediana	1001058	TRACTOR MF-292 N° 58							
67	Maquinaria - Mediana	1001059	TRACTOR MF-292 N° 59							
68	Maquinaria - Mediana	1001063	TRACTOR MF-292 N° 63							
69	Maquinaria - Mediana	1001064	TRACTOR MF-292 N° 64							
70	Maquinaria - Mediana	1001072	TRACTOR MF-292 N° 72							
71	Maquinaria - Mediana	1001074	TRACTOR MF-292 N° 74							
72	Maquinaria - Mediana	1001078	TRACTOR MF-292 N° 78							

PROPUESTA DE MEJORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA DISMINUIR LOS
COSTOS DE OPERACIONES DEL TALLER DE MANTENIMIENTO AGRÍCOLA
EN LA EMPRESA CAMPOSOL S.A.

73	Maquinaria - Mediana	1001083	TRACTOR MF-292 N° 83							
74	Maquinaria - Mediana	1001084	TRACTOR MF-292 N° 84							
75	Maquinaria - Mediana	1001086	TRACTOR MF-292 N° 86							
76	Maquinaria - Mediana	1001148	TRACTOR JD-6110J N° 148							
77	Maquinaria - Mediana	1001153	TRACTOR MF-6711R N° 153							

Fuente: Sistema de Mantenimiento

Elaboración propia

Tabla 57: Reporte del sistema de control de componentes por maquinaria

Seleccionar Maquinaria					
Descripción		Modelo:		Año:	
Componente	Vida Útil (años)	Tiempo transcurrido (años)	Vida útil residual (años)	% de vida útil transcurrido	Fecha de último mantenimiento
Motor					
Caja de cambios					
Embrague					
Brazo hidráulico					
Barra de tiro					
Rueda directrices					
Ruedas motrices					
...					

Fuente: Sistema de Mantenimiento
Elaboración propia

4.1.6. Indicadores finales

ÁREA		ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	
ADMINISTRATIVOS	Supervisores y Asistentes	1	Cajusol Chepe Dalider	
		2	Desposorio Pulido Alan	
		3	Juárez Mamani Daniel	
		4	Huamán Cuevas Rosa María	
TÉCNICOS	Maquinaria Agrícola	5	Medina Aranda Miguel	
		6	Valverde Burgos Paul	
		7	Altamirano Ruiz Felipe	
		8	Flores Castillo Elvis	
		9	Rodríguez Baltazar Julio	
		10	León Paredes Valentín	
		11	Anticona Alvarado Guillermo	
		12	Marquina Vera Marcial	
	13	Angulo Vásquez David		
		Electricista	14	Bobadilla Ávila Santos Erick
		Implementos Agrícolas Y Estructuras Metálicas	15	Arce Galicia Arturo
			16	Chiroque Díaz Teófilo
		Torno	13	Méndez Cortez Percy
		Enllante	14	Romero Ventura Martin
		Pintura	15	Vásquez Marreros Segundo

Fuente: Sistema de Mantenimiento
Elaboración propia

Tabla 58: Indicadores finales de acuerdo a proyecciones al año 2017

PROYECCIÓN 2017																
Maquinaria	Cantidad	Horas de Operatividad	N° de Paradas por causa de avería	Horas de paralización a causa de averías	Horas de M.C.	Horas de M.P.	Horas totales de Mantenimiento	N° Operarios asignados a Mantenimiento o maquinaria Agrícola	Horas Hombre disponibles para maquinaria agrícola	MTBF	MTTR	Do	IMC	Eficiencia de M.O. de mantenimiento	IMP	Costo de Hora medio
TOTAL	77	97,472.44	1377	29,706.75	14,947.97	5,698.00	20,645.97	9	21746.88	70.79	21.57	0.77	0.72	0.949	0.28	6.28

Fuente: La empresa / Elaboración propia

Tabla 59: Indicadores finales de acuerdo a proyecciones al año 2018

PROYECCIÓN 2018																
Maquinaria	Cantidad	Horas de Operatividad	N° de Paradas por causa de avería	Horas de paralización a causa de averías	Horas de M.C.	Horas de M.P.	Horas totales de Mantenimiento	N° Operarios asignados a Mantenimiento o maquinaria Agrícola	Horas Hombre disponibles para maquinaria agrícola	MTBF	MTTR	Do	IMC	Eficiencia de M.O. de mantenimiento	IMP	Costo de Hora medio
TOTAL	77.0	108587.8	1445.9	27706.8	13346.4	6381.8	19728.2	10.0	23040.0	75.10	19.16	0.80	0.68	0.86	0.32	6.96

Fuente: La empresa / Elaboración propia

Tabla 60: Mejora de Indicadores TPM

MEJORA DE INDICADORES TPM					
INDICADOR TPM	INICIAL 2016	FINAL 2017	DIFERENCIA	VARIACIÓN	PROY 2018
MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) en horas	40.34	70.79	30.44	75.46%	75.10
MTRR (Tiempo Medio para Reparación) en horas	21.57	21.57	0.00	0.00%	19.16
Do (Disponibilidad Operacional)	65.16%	76.64%	11.48%	17.62%	79.67%
IMC (Índice de Correctivo)	100%	72.40%	-27.60%	-27.60%	67.65%
Eficiencia de Mano de Obra de Mantenimiento	54.28%	94.94%	40.66%	74.90%	95.63%
IMP (Índice de Mantenimiento Programado)	-	27.60%	27.60%	0	32.35%
Coste \$ / Hora (Tarifa de Alquiler de Tractor)	\$16.22	\$15.04	\$1.18	-7.27%	\$15.01
Coste Hora Medio (Proporción de coste de la Mano de Obra de Mantenimiento)	S/.10.98	S/./6.28	-S/./4.70	-42.82%	S/./6.96
CM (Costo de Mantenimiento)	S/. 2,674,130.98	S/. 2,269,849.31	-S/. 404,281.67	-15.12%	S/. 1,888,054.88

Fuente: Tablas 49 y 50
Elaboración propia

CAPÍTULO 5:

EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

5.1. Medición del Ahorro de la propuesta de mejora

5.1.1. Inversión a realizar

- **Inversión en capacitaciones**

La inversión en capacitaciones se detalla en la tabla 46: Matriz de capacitación y asciende a S/. 26,400.00

Inversión anual: S/. 26,400.00

- **Inversión en Módulo Informático**

La inversión en el módulo informático se describe en el punto 4.1.6

Periodo de Planeación e Implementación de Proyecto: 03 meses.

Inversión en desarrollo de software: S/. 200,000.00

Mantenimiento anual: S/. 15,000.00

Servidor Proliant HPE Gen9 (01 und): S/. 32,500.00

PC de escritorio HP Core i5 (04 und): S/. 16,500.00

5.1.2. Ahorros obtenidos

Con la propuesta realizada se han obtenido ahorros de diversas fuentes que analizaremos de forma independiente:

- **Ahorro en Procesos**

Después de realizar el rediseño de los procesos de mantenimiento se obtuvo un ahorro en la mano de obra administrativa que se detalla en la tabla 37 y asciende a S/. 65,940.00

- **Ahorro en Costo de Operaciones del taller de Mantenimiento**

El costo de operaciones del taller de mantenimiento corresponde a un indicador de TPM evaluado; como se indica en la tabla 51 Mejora de Indicadores TPM; gracias al Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) propuesto, el costo de operaciones de mantenimiento generará un ahorro anual de S/. 404,281.67.

5.2. Evaluación Económica

5.2.1. Evaluación de la propuesta

Se calculará el Valor Actual Neto y el TIR de la propuesta considerando la inversión frente a los ahorros esperados.

Los flujos de efectivo son los siguientes:

Tabla 61: Costos de Inversión y ahorros proyectados a 05 años

ITEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES						
EQUIPOS DE OFICINA						
PC Escritorio Ci5 HP (04 und)	S/.16,500.00					
Servidor Proliant HPE Gen9 (01 und)	S/.32,500.00					
INVERSIÓN DE ACTIVOS INTANGIBLES						
DESARROLLO DE SOFTWARE						
Sistema informático Mant.	S/.200,000.00					
SERVICIOS						
Mantenimiento y Soporte de Sistema		S/.15,000.00	S/.15,000.00	S/.15,000.00	S/.15,000.00	S/.15,000.00
Capacitación a Personal		S/.26,400.00	S/.26,400.00	S/.26,400.00	S/.26,400.00	S/.26,400.00
TOTAL DE EGRESOS	S/.249,000.00	S/.41,400.00	S/.41,400.00	S/.41,400.00	S/.41,400.00	S/. 41,400.00
Análisis de indicador propuesta de implementación del sistema						
INDICADORES	ANTES	DESPUÉS	INDICADORES	ANTES	AHORRO	DESPUÉS
Costo de mano de obra administrativa	S/. 274,800	S/. 208,860.00	Utilidad marginal	S/. 2,948,931	S/. 470,221.67	S/. 2,478,709.31
Costo anual de mantenimiento	S/. 2,674,131	S/. 2,269,849.31				
ANUAL						
AHORROS PROYECTADOS						
AHORRO PROYECTADO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	
	S/. 470,221.67	S/. 470,221.67	S/. 470,221.67	S/. 470,221.67	S/. 470,221.67	

Fuente: La empresa
Elaboración propia

Tabla 62: Flujo de Caja libre

FLUJO DE CAJA LIBRE INCREMENTAL							
DESCRIPCIÓN	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	TOTAL
Ingresos		S/. 470,221.67	S/. 470,221.67	S/. 470,221.67	S/. 470,221.67	S/. 470,221.67	
Costos		S/. 41,400.00	S/. 41,400.00	S/. 41,400.00	S/. 41,400.00	S/. 41,400.00	
UTILIDAD BRUTA		S/. 428,821.67	S/. 428,821.67	S/. 428,821.67	S/. 428,821.67	S/. 428,821.67	
Gasto de Administración y Venta							
UTILIDAD O PÉRDIDA OPERATIVA		S/. 428,821.67	S/. 428,821.67	S/. 428,821.67	S/. 428,821.67	S/. 428,821.67	
Inversiones	S/. 249,000.00						
Activo Fijo	S/. 49,000.00						
Intangible	S/. 200,000.00						
FLUJO DE CAJA LIBRE	-S/.249,000.00	S/.428,821.67	S/.428,821.67	S/.428,821.67	S/.428,821.67	S/.428,821.67	
ACTUALIZACIÓN DE FLUJOS		S/.383,904.80	S/.343,692.75	S/.307,692.71	S/.275,463.48	S/.246,610.10	S/.1,557,363.84
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO	-S/.249,000.00	S/.383,904.80	S/.343,692.75	S/.307,692.71	S/.275,463.48	S/.246,610.10	S/.1,308,363.84

Fuente: La empresa
Elaboración propia

Para calcular los flujos de caja libre se utilizó como Costo medio ponderado de Capital (WACC) 11.70%, dicho WACC se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$WACC = \%D \times i \times (1 - TAX) + \%P \times COK \text{ proyecto}$$

Dónde:

%D: Porcentaje de la inversión inicial cubierto mediante deuda bancaria = 100 %

%P: Porcentaje de la inversión inicial cubierto mediante patrimonio = 0%

i: Costo de Deuda = 18 % anual

TAX: Porcentaje equivalente de impuestos = 35%

COK proyecto = Costo de Oportunidad del proyecto

Considerando que el financiamiento se dará íntegramente con deuda bancaria, por tanto %P = 0, la fórmula de WACC quedaría:

$$WACC = \%D \times i \times (1 - TAX) + 0 \times COK \text{ proyecto}$$

$$WACC = \%D \times i \times (1 - TAX)$$

$$WACC = 1 \times 0.18 \times (1 - 0.35)$$

$$WACC = 11.7 \%$$

Con el dato del WACC (11.7%) se actualizaron los flujos de caja libre, y se calcularon los indicadores financieros que se detallan en las tablas 52 y 53.

Tabla 63: Indicadores financieros de flujos proyectados a **5 años**

WACC	11.70%
VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS DE CAJA	S/. 1,557,363.84
VALOR ACTUAL NETO	S/. 1,308,363.84
TASA INTERNA DE RETORNO	171.04%
ÍNDICE DE RENTABILIDAD	6.25

Fuente: Tablas 52 y 53

Elaboración propia

Tabla 64: Indicadores financieros de flujo proyectado a **1 año**

WACC	11.70%
VALOR PRESENTE DE LOS FLUJOS DE CAJA	S/. 383,904.80
VALOR ACTUAL NETO	S/. 134,904.80
TASA INTERNA DE RETORNO	72.22%
ÍNDICE DE RENTABILIDAD	1.54

Fuente: Tablas 52 y 53

Elaboración propia

El índice de rentabilidad o también conocido como la relación beneficio/costo nos indica que por cada sol invertido en la implementación de la solución propuesta se obtendrá un beneficio de S/. 6.25, si se considera que los ahorros y condiciones proyectadas se mantendrán constantes por los próximos 5 años.

Sin embargo, considerando una proyección a corto plazo y evaluamos la propuesta luego del **primer año de implementación**, se obtiene un índice de rentabilidad de 1.54 que se interpreta que por cada sol invertido en la implementación de la solución propuesta se obtendrá un beneficio de S/. 1.54 Asimismo, se obtiene una TIR de 171.04% considerando un horizonte de 5 años y una **TIR de 72.22%** si sólo se considera el retorno al final del primer año de implementación.

La empresa en la actualidad no aplica gestión de mantenimiento preventivo ni la filosofía TPM; al considerar el costo de oportunidad en que se incurre con las paradas intempestivas de maquinaria, costos muertos y alto costo administrativo de gestión, al aplicar la solución propuesta basada principalmente en herramientas de calidad TPM como tormenta de ideas, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz de indicadores para control, monitoreo y mejora continua; se implementará en la empresa un programa de mantenimiento preventivo que tiene como objetivo minimizar las averías, y en el primer año de implementado se busca reducir un 33 % de las paralizaciones intempestivas en la maquinaria que ocasionen gastos; esta reducción al 33 % de las paralizaciones en la maquinaria supone grandes ahorros a la empresa.

CAPÍTULO 6:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Luego de haber realizado el diseño del Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) aplicado al taller de mantenimiento de maquinaria agrícola de la empresa Camposol S.A., se puede indicar que se logró cumplir a cabalidad con los objetivos de la investigación propuestos; asimismo se valida la hipótesis establecida con base a los resultados obtenidos en mejora de indicadores TPM y ahorro generado con la aplicación de la propuesta. Así la aplicación del Programa de Mantenimiento Productivo Total propuesto tiene un VAN de S/. 134,904.80 proyectado al primer año de aplicación, una TIR de 72.22% y un índice de rentabilidad de S/. 1.54 por tanto se evidencia que el Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) diseñado, tiene un alto impacto positivo en beneficio de la empresa.
- De manera similar a los antecedentes revisados, (Portilla Díaz, 2014) demuestra la mejora de sus indicadores TPM iniciales proyectados como resultado de la aplicación del Programa de TPM que diseño, es importante en particular este antecedente, pues tiene números similares al presente trabajo en cuanto a la inversión requerida y el resultado (VAN); en cuanto al contenido del programa también tienen muchas similitudes pues (Portilla Díaz, 2014) propuso un rediseño total de los procesos actuales; es decir aplicó cambios a profundidad debido a que la empresa no aplicaba mantenimientos preventivos sólo respondía a las incidencias con mantenimientos correctivos de manera similar a Camposol S.A. en su taller de mantenimiento de maquinaria agrícola; de esto se puede inferir que el impacto positivo de aplicar TPM en una empresa que no gestiona el mantenimiento es alto; caso contrario a esto se presenta en el trabajo de (Silva Burga, 2005) que aplicó la filosofía TPM en el área de planta de la empresa Aceros Arequipa, específicamente en la sección de máquinas enderezadoras, la realidad que encontró (Silva Burga, 2005) fue que la empresa contaba con un software de gestión, los trabajadores eran capacitados, mantenía un

registro actualizado e los mantenimientos (historial de mantenimiento); tenía un cronograma de mantenimientos preventivos (01 mantenimiento mensual por máquina) establecidos, sin embargo no se cumplía estrictamente con este cronograma por fallas en la coordinación interna entre áreas y había ocurrencias de fallas que paralizaban la planta; se mejoró el procedimiento administrativo y se formaron equipos de trabajo con metas y capacitaciones constantes orientadas a buscar las cero paralizaciones (objetivo de TPM) así se redujeron las paralizaciones por fallas, sin embargo el impacto económico de la propuesta no fue muy grande (VAN S/. 17,065.92) en comparación con otras aplicaciones similares como la de (Portilla Díaz, 2014) o esta investigación en Camposol S.A.; así notamos que implantar la filosofía TPM en una empresa que ya realiza gestión de mantenimiento, no tiene un impacto económico tan significativo como el que se lograría en una empresa que carece de todo nivel de gestión al respecto.

- En cuanto al trabajo de (Izaguirre Diego, 2014) que implementó un modelo de TPM en una empresa Siderúrgica, este estuvo orientado a la ayuda tecnológica para mejorar la gestión, pues incide bastante en la implementación de un software de mantenimiento integrado al ERP SAP que ya se tenía en la empresa, obteniendo resultados favorables para la empresa; del mismo modo el trabajo de (Chau Lam, 2010) que busca minimizar las paralizaciones de equipos empleados en el movimiento de tierras aplicando la filosofía TPM, realiza un diagnóstico de los procesos actuales de la empresa, cuantifica los recursos necesarios para mantenimiento y luego plantea un rediseño de procesos con resultados positivos al reducir los tiempos muertos favoreciendo a la empresa al brindarle mayor eficiencia en sus operaciones de mantenimiento.

- También se planteó el desarrollo de un software de gestión de mantenimiento que se integre al ERP SAP que tiene la empresa y que será de gran ayuda para el control de mantenimiento, para la planificación de los recursos materiales y de mano de obra, para la gestión administrativa y monitoreo de indicadores TPM; ; así se infiere que la aplicación de una herramienta tecnológica como es un software de gestión tiene impacto positivo en la gestión empresarial, en este caso particular en la gestión de mantenimiento.
- Particularmente en la empresa CAMPOSOL S.A. tiene un elevado costo de oportunidad, pues su maquinaria siempre tiene demanda, pues cuando no se encuentra operando para las necesidades de la empresa, estas son alquiladas a otras empresas del rubro generando ingresos a la empresa; así una hora de paralización de la maquinaria agrícola significa una pérdida para la empresa de US\$ 15.00 (costo de oportunidad) es así que el Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) tiene un alto impacto positivo favorable a la empresa al minimizar las paralizaciones de la maquinaria agrícola.
- La aplicación del TPM tiene como objetivo alcanzar cero averías, sin embargo ese objetivo final se logra cuando la empresa aplica la herramienta de gestión por varios periodos hasta lograr los indicadores óptimos, como toda herramienta de calidad se aplica el mejoramiento continuo y cada periodo se irá mejorando con respecto al anterior; para este caso en particular el objetivo a alcanzar en el primer periodo es de una reducción del 33% de las fallas históricas, es decir se espera para el año 2017 se presenten 1377 fallas que se irán reduciendo año a año apuntando al objetivo final del modelo TPM de cero averías.

CAPÍTULO 7:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- a) Al concluir el presente trabajo de investigación se logró diseñar el programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y tuvo como resultado proyectado la reducción de los costos de operaciones del taller de mantenimiento de maquinaria agrícola de la empresa Camposol S.A.; así se validó la hipótesis planteada y se cumplió con el objetivo general de la investigación.

- b) Se realizó un diagnóstico inicial de los procesos relacionados a la gestión de mantenimiento, aplicando diagramas de flujo, calculando costos de gestión y se determinaron los valores iniciales de los indicadores TPM de la maquinaria agrícola de Camposol S.A. (77 tractores), como datos relevantes se tiene que los costos anuales por materiales de mantenimiento en el año 2016 ascienden a S/. 439,112.64, el costo de mano de obra directa relacionado a mantenimiento en el 2016 es de S/. 221,465.24 y el costo por paralización de maquinaria, equivalente a 44,312.03 hr de paralización asciende a S/. 2,212,272.22, haciendo un costo total de operaciones de mantenimiento de S/. 2,674,130.98 en el año 2016; estos datos evidencian que la empresa necesitaba de manera urgente gestionar de mejor manera el mantenimiento de su maquinaria; además todos sus costos de mantenimiento corresponden íntegramente a mantenimiento correctivo, pues no existían practica de mantenimiento preventivo, por tanto, el presente trabajo de investigación cumplió un rol vital para disminuir los costos de operaciones de mantenimiento de la empresa.

- c) Se diseñó el Programa de Mantenimiento Preventivo Total (TPM) de la empresa aplicando las herramientas TPM que al pertenecer a un modelo de calidad presenta un esquema de mejora continua que apunta a lograr las “cero averías”,
- d) Se aplicaron herramientas de apoyo como la tormenta de ideas para realizar el análisis de las causas raíz, el diagrama de Pareto para priorizar las causas y para determinar los repuestos críticos, la clasificación MCR.
- e) Asimismo se empleó los diagramas de flujo para mapear los procedimientos relacionados a la gestión de mantenimiento y permitió analizar detenidamente para formular un rediseño que elimina actividades repetitivas y que no generaban valor, se propuso el desarrollo de un sistema informático para gestionar los procesos de mantenimiento diseñados y forma parte importante del programa propuesto; para involucrar al personal en la filosofía TPM se planteó una matriz de capacitación para todos los colaboradores del área de mantenimiento y taller de la empresa en temas de gestión y técnicos relacionados a sus actividades y se definió el cronograma de mantenimiento preventivo para el año 2017; toda esta propuesta en su conjunto constituye el Programa de Mantenimiento Productivo (TPM) diseñado.
- f) Se definieron los indicadores iniciales de TPM que sirvió para medir el impacto luego de proyectar los resultados del Programa de Mantenimiento Productivo Total; como resultado final se evidenció la mejora obtenida mediante los indicadores del TPM, mejorando significativamente:

➤ El tiempo medio entre fallas (MTBF) de 40.34 horas a 70.79 horas;
➤ El Tiempo medio para reparar (MTTR) como indicador permanece invariable en 21.57 horas;
➤ Sin embargo, las horas de paralización por fallas disminuyen de 44,312.03 horas a 29,706.75 horas
➤ Y el número de paradas se reduce de 2054 en el año 2016 a 1377 proyectado al 2017.
➤ La Disponibilidad Operacional (Do) aumentó de 65.16% a 76.64%;
➤ El índice de mantenimiento correctivo (IMC) disminuyó de 100% a 72.40%.
➤ La eficiencia de mano de obra de mantenimiento aumentó de 54.28% a 94.94%;
➤ El índice de Mantenimiento Preventivo (IMP) creció de 0% a 76.60%;
➤ El costo de hora medio se redujo de S/. 10.98 a S/. 6.28;
➤ El coste \$ / Hora (Tarifa de Alquiler de Tractor), se redujo en un 7.27 % dando una tarifa actual de \$15.04 \$/hora
➤ Y por último el Costo de operaciones de Mantenimiento; que constituye la variable dependiente del estudio, se redujo de S/. 2, 674,130.98 a S/. 2, 269,849.31, ahorrando S/. 404,281.67
➤ Asimismo, se rediseñaron los procesos de mantenimiento haciendo estos más eficientes, obteniendo así una reducción en el costo de mano de obra administrativa relacionada a procesos de mantenimiento de S/. 274,800.00 a S/. 208,860.00, ahorrando S/. 64,940.00

Por último, se midió el impacto económico del Programa de Mantenimiento Preventivo Total para la maquinaria agrícola de la empresa Camposol S.A., obteniendo como VAN un valor de S/. 134,904.80 y una TIR de 72.22%, la cual es muy superior al valor WACC de 11.7%; por tanto, confirma la factibilidad económica de la aplicación de la propuesta presentada.

7.2. Recomendaciones

- a. Se recomienda comprometer a la alta gerencia o directivos de la empresa con los objetivos del TPM, así se logrará el apoyo necesario para implementar adecuadamente el modelo y su mejora continua.
- b. Es vital para el éxito de la aplicación del modelo TPM la coordinación entre las áreas involucradas en el proceso de mantenimiento, como son producción, mantenimiento y logística; las tres áreas deberán de comprometerse y esforzarse por lograr que la implementación del TPM cumpla con los objetivos trazados por la empresa.
- c. También es importante la capacitación constante tanto del personal de mantenimiento cumpliendo la matriz de capacitación planteada en el presente trabajo, pues además de actualizar conocimientos de gestión referentes a sus labores diarias que les servirá para desempeñar sus funciones con mayor eficiencia, también es una gran fuente motivadora, y hace que el personal se sienta identificado con la empresa.
- d. Se debe medir los indicadores TPM de manera continua, controlándolos mediante un gráfico de control para evaluar la mejora continua, detectar posibles retrocesos y establecer acciones correctivas.
- e. La empresa debe enfocar los egresos necesarios para la aplicación del modelo propuesto correspondiente al desarrollo del módulo de gestión de mantenimiento y en capacitaciones al personal; como una inversión que le será muy rentable en la medida que todo el personal involucrado se comprometa a la consecución de los objetivos de la empresa, principalmente el de mejorar la rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Pilar Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
- Remigio Alberto, Yépez Vaca (2008). "Diseño de un Sistema de Control de Producción basado en la Filosofía Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta para incrementar la productividad en el proceso productivo de la Empresa Arena Confecciones". [En línea]. Repositorio.ute.edu.ec. Recuperado el 20 de Julio del 2016, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5307/1/35861_1.pdf
- Danny Fabián, Bravo Indacochea (2009), "Diseño de un Plan de Mejoras en una industria de Plástico aplicando técnicas de Manufactura Esbelta para aumentar la Productividad del Sistema Productivo", [En línea]. Recuperado el 20 de Julio del 2016, de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwinoOvlsZrOAhXRNx4KHVCQDx0QFggaMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.dspace.espol.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F13403%2F1%2FPLAN%2520DE%2520MEJORAS%2520APLICANDO%2520MANUFACTURA%2520ESBELTA.doc&usq=AFQjCNHXBdRs5Ic8P9RJV05trkxjaWBSaQ&sig2=MDTsVjzTJMs4A4sZBbQTxQ&bvm=bv.128617741,d.dmo>
- José Miguel, Ramos Flores (2012), "Análisis y Propuesta de Mejora de la Productividad de una Línea de Fideos en una Empresa de consumo masivo mediante el uso de Herramientas de Manufactura Esbelta". [En línea]. tesis.pucp.edu.pe/repositorio. Recuperado el 20 de Julio del 2016, de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1652/RAMOS_FLORES_JOSE_FIDEOS_MANUFACTURA_ESBELTA.pdf?sequence=1

- Samir Alexander, Mejía Carrera (2013), “Análisis y Propuesta de Mejora del Proceso Productivo de una Línea de confecciones de ropa interior en una Empresa Textil mediante el uso de Herramientas de Manufactura Esbelta”. [En línea]. tesis.pucp.edu.pe/repositorio. Recuperado el 20 de Julio del 2016, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4922>
- Edwin Germaín, Díaz Roldán. (2013). “La Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad de procesamiento de mineral en la Planta De Chancado Secundario de la Mina Lagunas del Norte - Barrick”. Ingeniero Industrial. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Wilson Jaime, Becerra Miñano. (2013). “Propuesta De Desarrollo De Lean Manufacturing En La Reducción De Costos Por Reprocesos En El Área De Pintado De La Empresa Factoría Bruce S. A.”. Ingeniero Industrial. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Villaseñor, A. y Galindo, E. (2009). Manual de Lean Manufacturing. México: Tecnológico de Monterrey.
- Hernández Juan Carlos. (2013). Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación / Madrid
- Womack, James y Jones, Daniel, (2010), Lean Thinking - Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa, España, Ediciones Gestión 2000.
- Krajewski & Ritzman (2012), Administración de Operaciones, México, Editorial Prentice Hall.
- Heizer & Render (2013), Principios de Administración de Operaciones, Madrid – España, Editorial Prentice Hall.
- Chase, Aquilano (2012), Administración de la Producción y Operaciones, México, Editorial Mc Graw – Hill.
- Pérez Fernández de Velasco, J. (2012). Gestión por procesos. Madrid: Esic.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). Calidad total y productividad. México: McGraw Hill.

- Indicadores En Mantenimiento. Renove Tecnología S.L. Madrid. [En línea]. Recuperado el 25 de Julio del 2016 de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>

ANEXOS

Anexo 01: Tabla de Priorización de Causas

RESUMEN DE MATRIZ DE PRIORIZACION - EMPRESA CAMPOSOL S.A

: EMPRESA CAMPOSOL S.A

EMPRESA : EMPRESA CAMPOSOL S.A

Área : MANTENIMIENTO

Problema : Baja Productividad de Mano de Obra

NIVEL	CALIFICACIÓN	CASUSAS RAÍZ							
Alto	3	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8
Regular	2								
Bajo	1								
Items	DETALLES	Falta de capacitación de colaboradores en el área	Ausencia de indicadores para el nivel de desempeño del proceso.	No existen procedimientos para realizar trabajo.	No cuentan con manual para el funcionamiento de equipos.	No existe cumplimiento en mantenimiento preventivo para	Deficiente desempeño de la mano obra del área.	No existe adecuada distribución física de maquinarias en el área de trabajo.	Falta de Planificación en mantenimiento preventivo.
1	AHUMADA ZAMORA CARLOS	2	3	1	1	3	3	2	2
2	ALTAMIRANO RUIZ FELIPE	3	3	2	2	3	2	1	2
3	ANGULO VASQUEZ DAVID	3	3	2	2	3	3	1	3
4	ARCE GALICIA ARTURO	3	3	1	2	2	2	2	3
5	BOBADILLA AVILA SANTOS ERICK	3	3	2	2	3	2	1	2
6	BOBADILLA ROJAS JEAN PIERE	3	3	1	2	3	2	2	2
7	CAJUSOL CHEPE DALIDER	3	3	2	1	2	2	1	3
8	CALDERON CASTILLO MARCOS	2	3	1	2	3	2	1	2
9	CALDERON CHAVEZ LEONCIO	2	3	1	1	3	2	2	2
10	CHIROQUE DIAZ TEOFILO	3	3	2	2	2	1	2	3
11	DE LA CRUZ PANIAGUA JUAN	2	3	1	1	3	3	1	3
12	DESPOSORIO REYES JULIO	3	3	2	1	3	2	2	3
13	ESPINOZA FLORINDEZ ALFREDO	3	3	2	2	3	2	2	2
14	FLORES LAVADO MIGUEL	2	3	1	1	3	3	2	3
15	HUAMAN CUEVAS ROSA MARIA	3	3	2	1	2	2	1	3
16	HURTADO ROSARIO WALTER	3	3	2	2	3	2	2	3
17	JUAREZ MAMANI DANIEL	3	3	1	1	3	3	2	3
18	LEON PAREDES VALENTIN	2	3	2	1	3	2	2	3
19	MARQUINA VERA MARCIAL	3	3	2	1	3	2	2	3
20	MEDINA ARANDA MIGUEL	2	3	1	1	3	3	1	2
21	MENDEZ CORTEZ PERCY	3	3	1	1	3	3	2	3
22	RODRIGUEZ BALTAZAR JULIO	3	3	1	1	3	2	1	3
23	ROMERO VENTURA MARTIN	3	3	2	1	3	2	1	3
24	SANCHEZ PAREDES VICTOR	3	3	1	1	2	3	2	3
25	SANCHEZ VIGO FRANCISCO	2	3	2	1	3	2	2	2
26	SAUCEDO MEJIA ARTURO	3	3	1	2	3	3	2	3
27	TORRES GUTIERREZ PEDRO	3	3	1	1	3	2	1	2
28	TORRES LEYVA JOSE	3	3	1	1	3	3	2	3
29	VALVERDE BURGOS PAUL	3	3	1	1	3	3	2	3
30	VASQUEZ MARREROS SEGUNDO	3	3	2	2	3	2	1	3
Calificación Total		82	90	44	41	85	70	48	80
								Numero de encuestados	30

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 02: Listado de materiales y repuestos almacén de taller de mantenimiento

IT	CÓDIGO SAP	MATERIAL	UME
1	67991	ACOPLE L=84 [3611473M1]	PZA
2	28096	ACOPLE RAPID HEMB[3772942M1][6219370M91]	PZA
3	42283	AMORTIGUADOR DE PUERTA [6217483M1]	PZA
4	12115	ANILLO [3176337M1] [V80603100]	PZA
5	12121	ANILLO [3611557M1]	PZA
6	51711	ANILLO [3699909M1]	PZA
7	12123	ANILLO BBA ISYP [897493M1]	PZA
8	54808	ANILLO DENTADO [027925P1]	PZA
9	54810	ANILLO DENTADO [027926P1]	PZA
10	12126	ANILLO EMB LEV HID [3412380M1]	PZA
11	12127	ANILLO ENGR REDUCT [3176342M1]	PZA
12	47562	ANILLO ESTRIADO [1686459M1]	PZA
13	12128	ANILLO ESTRIADO 1R [1686458M1]	PZA
14	12129	ANILLO MUÑON DELAN [3587936M1]	PZA
15	12130	ANILLO OIL [034615P1]	PZA
16	12131	ANILLO SEGURO [831581M1,831581M2]	PZA
17	12295	ANILLO TRABA [195363M1]	PZA
18	12134	ANILLO TRABA CA [358969X1]	PZA
19	55492	ARANDELA [1677742M2]	PZA
20	12140	ARANDELA [1753751M1]	PZA
21	12147	ARANDELA [195874M1]	PZA
22	12465	ARANDELA [3176348M1]	PZA
23	12159	ARANDELA [3612141M1]	PZA
24	12149	ARANDELA [3613267M1]	PZA
25	12143	ARANDELA ESPARCAD [6282261M1 / 023422R1]	PZA
26	12181	ARANDELA PLANA CAJA [1688132M1]	PZA
27	12184	ARANDELA REDUCT [1866545M2]	PZA
28	12187	ARANDELA TERMICA [3175517M1]	PZA
29	12197	ARO [039545R1]	PZA
30	60798	ARO [3610279M2]	PZA
31	12200	ARO RETEN [033549R1]	PZA
32	12202	ARO RETEN [3176269M1][3176202M1]	PZA
33	12199	ARO RETEN [762101M1]	PZA
34	12208	ARO SELLO [033928T1]	PZA
35	12206	ARO SELLO [1004633M1]	PZA

36	12209	ARO SELLO [3412140M1]	PZA
37	12221	ARO SELLO [364784X1]	PZA
38	52659	ARO SELLO [6210008M1]	PZA
39	12223	ARO SELLO [831533M1,70926542]	PZA
40	12220	ARO SELLO [886089M1]	PZA
41	12238	BEARING [899377M2]	PZA
42	12240	BIELETA EMBRAGUE [3900547M1][022634R1]	PZA
43	12241	BLOCK BRONCE BBA [180925M2]	PZA
44	12242	BLOCK BRONCE ISYP [180924M2]	PZA
45	12243	BOCINA [184592M1][6227779M1]	PZA
46	12244	BOCINA [3603235M1]	JGO
47	12263	BOCINA BRAZ [3611558M1]	PZA
48	12264	BOCINA CJA REENVIO [3603215M1,6300207M1]	PZA
49	12266	BOCINA DE EJE POST [894778M1,072300P1]	PZA
50	56081	BOCINA EJE DELANTERO [6210006M1]	PZA
51	56082	BOCINA EJE DELANTERO [6210279M1]	PZA
52	12268	BOCINA PIZON DISTR [0050345]	PZA
53	47187	BOCINA PUENTE DELANTERO [040942R1]	PZA
54	47186	BOCINA PUENTE DELANTERO [040954R1]	PZA
55	12271	BOMBA DE COMBUSTIBLE PERKINS [ULPK0001]	PZA
56	53746	BOMBA DIRECCION [041683T2]	PZA
57	64456	BOMBA HIDRAULICA [6214827M91,6233317M91]	PZA
58	66805	BOMBA ISYP/HYD PUMP ASY [3773700M92]	PZA
59	12273	BRAZO LEV. SUP. D. [3408251M91]	PZA
60	12276	BUJE [1664491M2]	PZA
61	52660	CABLE ACELERADOR [070863T1]	PZA
62	44437	CABLE ACELERADOR MANO [068894T1]	PZA
63	47566	CABLE ACERADO DE PIE [065711T1]	PZA
64	42953	CABLE EMBRAGUE [069646T1]	PZA
65	12279	CAJA DE EMBRAGUE [039210T1]	PZA
66	68221	CALCE/SHIM [2801012M1]	PZA
67	68538	CAP/CUBIERTA [3641889M1,4142X098]	PZA
68	12290	CAPUCHON RESORTE [180980M2]	PZA
69	56255	CARBONES DE ALTERNADOR [6201700M91]	PZA
70	47774	CHUMACERA EJE DT [3409940M91]	PZA
71	17910	CIRCULITO [354345X1]	PZA
72	12297	CIRCULITO [358945X1]	PZA
73	42842	COJINETE [040923R1]	PZA
74	42843	COJINETE [040927R1]	PZA
75	12307	COJINETE [2700273M1]	PZA
76	12306	COJINETE [3003372X1]	PZA

77	12302	COJINETE [3247060M1][3176712M91]	PZA
78	12303	COJINETE [886668M1]	PZA
79	12317	COLLARIN DE EMBRAGUE [3585341M1]	PZA
80	65484	CRUCETA [034023R1,6210213M1,3603494M91]	PZA
81	53427	CUBO [042256N1]	PZA
82	58264	CUBO [70450035,70450034,70998172]	PZA
83	78871	DISCO 13" 21 [6237287M92]	PZA
84	12340	DISCO DE EMBRAGUE [1688532M1]	PZA
85	12341	DISCO DE EMBRAGUE [1870860M1]	PZA
86	12348	EJE [180445M1]	PZA
87	61227	EJE DOBLE TRACCION [033074P1]	PZA
88	12355	EJE DOBLE TRACCION [033076P1]	PZA
89	12358	EJE ENTRADA [039423P1]	PZA
90	12357	EJE ENTRADA [3603219M1]	PZA
91	12360	EJE SALIDA REENVIO [033063P1]	PZA
92	64032	EJE SUP,BRAZO LEV [897567M3]	PZA
93	34959	EJE TDF (CONJUNTO) [6219214M91]	JGO
94	52141	EJE TOMA DE FUERZA [3610936M1]	PZA
95	45184	ELEMENT AS [1R0735]	PZA
96	55737	ELEMENT AS [328-3655][1R-1809]	PZA
97	66806	EMBRAGUE/CLUTCH [3701481M91,4200050M91]	KIT
98	12370	EMPAQUET BALANCIN [70490258,3604749M1]	PZA
99	12371	EMPAQUETAD CAJA DISTRIBUCION [36814137]	PZA
100	44172	ENGRANAJE [049170N1]	PZA
101	12380	ENGRANAJE [053310P1]	PZA
102	42841	ENGRANAJE Z=21 [040925R1]	PZA
103	43960	ENGRANAJE Z=33 [049167N1]	PZA
104	12392	FAJA [2801859M1]	PZA
105	51195	FAJA DE COMPRESOR [487802M2]	PZA
106	42281	FAJA DE VENTILADOR [6217950M1]	PZA
107	46494	FAJA DE VENTILADOR P/MF297 [3145238M1]	PZA
108	63943	FILLER/RELLENADOR [4134C011]	PZA
109	12116	FILTRO [1692604M1]	PZA
110	17147	FILTRO ACEITE [119-4740]	UN
111	45791	FILTRO ACEITE HIDR[3799282H1][3615949M3]	UN
112	29744	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [093-7521]	PZA
113	17157	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [108-1153]	UN
114	29745	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [126-2081]	PZA
115	17155	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [1R0719]	UN
116	29746	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [5I8670]	PZA
117	17158	FILTRO ACEITE HIDRAULICO[1R0722,HF6202]	UN

118	17176	FILTRO ACEITE LF-667 [1R0739]	UN
119	45581	FILTRO ACEITE MOTOR [1447031M1]	UN
120	29748	FILTRO ACEITE MOTOR [1R-1808]	PZA
121	17185	FILTRO ACEITE MOTOR [7W2327]	UN
122	17215	FILTRO ACEITE TRANSMIS [1R0746]HF 28900	UN
123	17214	FILTRO ACEITE TRANSMISION [034391T1]	UN
124	44709	FILTRO ACEITE TRANSMISION [6223537M1]	PZA
125	17025	FILTRO AIRE PRIMARIO [055119R1]	UN
126	17020	FILTRO AIRE PRIMARIO [110-6326]	UN
127	29724	FILTRO AIRE PRIMARIO [131-8822]	PZA
128	17017	FILTRO AIRE PRIMARIO [2710804M2]	UN
129	45788	FILTRO AIRE PRIMARIO [6223614M1]	UN
130	43610	FILTRO AIRE PRIMARIO [6223618M1]	UN
131	16960	FILTRO AIRE PRIMARIO [612501]	UN
132	17018	FILTRO AIRE PRIMARIO [7W5317][AF-335M]	UN
133	49298	FILTRO AIRE PRIMARIO [7W5389]	UN
134	17044	FILTRO AIRE SECUNDARIO [055120R1]	UN
135	17042	FILTRO AIRE SECUNDARIO [110-6331]	UN
136	29729	FILTRO AIRE SECUNDARIO [131-8821]	PZA
137	17050	FILTRO AIRE SECUNDARIO [2710805M2] [2710805M1]	UN
138	17045	FILTRO AIRE SECUNDARIO [2S1285]	UN
139	45789	FILTRO AIRE SECUNDARIO [6223615M1]	UN
140	43611	FILTRO AIRE SECUNDARIO [6223619M1]	UN
141	16959	FILTRO AIRE SECUNDARIO [612502]	UN
142	17040	FILTRO AIRE SECUNDARIO[9S9972,P-158669]	UN
143	41543	FILTRO DE ACEITE PERKINS [2654403]	UN
144	42266	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO [6214966M1]	PZA
145	17218	FILTRO HIDRAULICO [1484054M2]	UN
146	17074	FILTRO PETROLEO [159-6102]	UN
147	17075	FILTRO PETROLEO [1R0750]	UN
148	50393	FILTRO PETROLEO [1R-0751]	UN
149	17086	FILTRO PETROLEO [26561117,3405418M1]	UN
150	17076	FILTRO PETROLEO [HDF-796][26566602]	UN
151	29738	FILTRO SECUNDARIO COMBUSTIBLE [1R-0762]	PZA
152	17128	FILTRO SEPARADOR AGUA [131-1812]	UN
153	29743	FILTRO SEPARADOR AGUA [1R-0770]	PZA
154	17126	FILTRO SEPARADOR AGUA [8N9803]	UN
155	12405	GRAMPO(SAPOS) [898021M1]	PZA
156	12408	GRASERA RECTA [13811X]	PZA
157	12409	GRIFO COMBUSTIBLE [490353M91]	PZA
158	43502	HORQUILLA 1/RE [039404P1,6270250M1]	PZA

159	12440	JUNTA [180432M1]	PZA
160	67165	JUNTA [1885310M1]	PZA
161	12442	JUNTA SOPORTE FILT [1868456M1]	PZA
162	43844	JUNTA TORICA [040922R1]	PZA
163	44224	JUNTA TORICA [377494X1,831519M1]	PZA
164	42648	JUNTA TORICA DE PALANCA CAMBIO[196174M1]	PZA
165	42647	JUNTA TORICA DE PALANCA CAMBIO[364101X1]	PZA
166	42645	JUNTA TORICA DE PALANCA CAMBIO[373215X1]	PZA
167	42646	JUNTA TORICA DE PALANCA CAMBIO[832038M1]	PZA
168	12445	KIT [3176568M91]	KIT
169	12447	KIT BOMBA DE AGUA [4236120]	KIT
170	12448	KIT BOMBA DE AGUA [424857]	KIT
171	60762	KIT CARBONES [3604308M91,K01239]	KIT
172	12454	KIT REPARACION [3176378M91]	KIT
173	12463	LAINA [1671890M2]	PZA
174	54809	LUVA [027924P1,023486R1]	PZA
175	12485	LUVA [039398P1]	PZA
176	12484	LUVA/RETAINER [3599002M2][6218853M1]	PZA
177	12495	MANGUITO ACOPL (LUVA) [039396P1]	PZA
178	12496	MANGUITO ARBOL [3409609M1]	PZA
179	12497	MANGUITO DENT [039425P1]	PZA
180	61759	OIL SEAL [051516R1,3176216M1]	PZA
181	18143	OLIVA [33812116]	PZA
182	42650	O'RING [040937R1]	PZA
183	12507	O'RING [195561M1]	PZA
184	12506	O'RING [195562M1]	PZA
185	12505	O'RING [3588108M1,3176312M1]	PZA
186	12518	PALANCA EMBRAGUE [022789R1]	PZA
187	67774	PALANCA/LEVER [3614290M1,3614290M2]	PZA
188	12525	PASADOR [1442142X1]	PZA
189	18181	PASADOR [1679932M2]	PZA
190	12524	PASADOR [891827M1]	PZA
191	12539	PASADOR PAL EMBRG [354048X1]	PZA
192	12555	PERNO REGULADOR [3147178M1][1853164M1]	PZA
193	12560	PIN [887893M1]	PZA
194	12561	PIN [887897M1]	PZA
195	12559	PIN [891826M1]	PZA
196	47036	PIN DE PALANCA DE CAMBIO [390383X1]	PZA
197	12573	PIN SEGURO MANG. [339194X1]	PZA
198	12574	PIN SEGURO MANG. [339249X1]	PZA
199	12576	PINO [886348M2]	PZA

200	46343	PIÑÓN Z15 [049834N2][049834N1]	PZA
201	66205	PISTON [034604N3,034604N2,034604N1]	PZA
202	57169	PISTON PRINCIPAL LEVANTE HIDR [034617N1]	PZA
203	12365	PISTON/BOMBA ISYP [3148071M1,1860038M1]	PZA
204	12595	PORTA CARBONES [070968R1][6210136M91]	PZA
205	66809	PREFILTRO TURBINA [6217840M91]	PZA
206	12598	PROTECTOR [3176217M1]	PZA
207	86584	RADIADOR [067323T1]	PZA
208	43198	RESISTENCIA [3304510M92]	UN
209	12615	RESORTE [887910M2] [887910M1]	PZA
210	12614	RESORTE [893713M1]	PZA
211	59554	RESORTE HELICOIDAL [023332P1]	PZA
212	12624	RESORTE PDL FRENO [184171M1]	PZA
213	12637	RETEN [027536R1][6210204M1]	PZA
214	12647	RETEN [027537R1]	PZA
215	12645	RETEN [027539R1]	PZA
216	12646	RETEN [033227R1]	PZA
217	43845	RETEN [040918R1]	PZA
218	42838	RETEN [040948R1]	PZA
219	12650	RETEN [1860867M3][6231385M1]	PZA
220	12625	RETEN [1860954M1]	PZA
221	12654	RETEN [1870859M1]	PZA
222	12649	RETEN [3409619M1]	PZA
223	12644	RETEN [3587946M1]	PZA
224	12626	RETEN [3588109M1]	PZA
225	12627	RETEN [3699801M1]	PZA
226	12640	RETEN [883935M4,6231386M1]	PZA
227	12642	RETEN 136.8X165 [033548R1][6239085M1]	PZA
228	12632	RETEN CIG FRONTAL[70730043,2418F437/436]	PZA
229	12659	RETEN CIGUEÑAL POST [2418F475-70730050]	PZA
230	42649	RETEN DE EJE DOBL TRACCION DEL[040936R1]	PZA
231	51734	RETEN POSTERIOR [2418F701,4224532M1]	PZA
232	51704	RETEN REDUCTOR [6208335M1]	PZA
233	12629	RETEN TDF P/MASSEY FERGUSON [834216M1]	PZA
234	34961	RETEN Y MANGUITO(CONJUNT) [6218852M91]	JGO
235	17910	RING,RETAINING [354345X1,70927791]	PZA
236	12672	RODAJE [039544R1]	PZA
237	12671	RODAJE [1663796M1]	PZA
238	12666	RODAJE [1677724M1]	PZA
239	12673	RODAJE [1860503M92,831343M1,831343M2]	PZA
240	12674	RODAJE [1881931M91,22020X]	PZA

241	12665	RODAJE [3176330M1,6239056M1]	PZA
242	12668	RODAJE [3176341M1]	PZA
243	12675	RODAJE [3410432M1]	PZA
244	12670	RODAJE [488952M4]	PZA
245	34962	RODAJE DE BOLAS 5MM [6218855M1]	PZA
246	12686	RODILLO [183039M1]	PZA
247	63941	SHIM [2801013M1]	PZA
248	12711	SPRING [3603609M1]	PZA
249	12714	SUPLEMENTO [1870011M1]	PZA
250	51393	TAPA [6218854M1]	PZA
251	12743	TORNILLO [339019X1]	PZA
252	69486	TUBO [3577A125]	PZA
253	12766	TUERCA [353430X1]	PZA
254	63940	VALVE [1868435M3]	PZA
255	67079	VARILLA [70320080]	PZA
256	63939	WASHER [1664589M1]	PZA

Anexo 03: Tabla Clasificación ABC Criterio Inversión

CÓD SAP	MATERIAL	UNI D	CONSUMO ANUAL				COSTO UNITARI O	INVERSIÓN ANUAL				INVERSIÓN ACUMULA DA	INVERSIÓN RELATI VA	INVERSIÓN RELATI VA ACUMU LADA	CLA SE
			2014	2015	2016	2017		2014	2015	2016	2017				
86584	RADIADOR [067323T1]	PZA	15	20	19	3	\$2,000.00	\$30,000.00	\$40,000.00	\$38,000.00	\$6,000.00	\$114,000.00	9.34%	9.34%	A
44172	ENGRANAJE [049170N1]	PZA	68	87	52	0	\$505.83	\$34,396.73	\$44,007.58	\$26,303.38	\$0.00	\$104,707.69	8.58%	17.93%	A
42266	FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO [6214966M1]	PZA	139	251	275	19	\$125.89	\$17,499.14	\$31,599.16	\$34,620.60	\$2,391.97	\$86,110.87	7.06%	24.98%	A
17040	FILTRO AIRE SECUNDARIO[9S9972,P- 158669]	UN	133	327	294	21	\$81.38	\$10,823.76	\$26,611.80	\$23,926.20	\$1,709.01	\$63,070.77	5.17%	30.15%	A
78871	DISCO 13" 21 [6237287M92]	PZA	25	24	9	0	\$803.47	\$20,086.79	\$19,283.32	\$7,231.25	\$0.00	\$46,601.36	3.82%	33.97%	A
54809	LUVA [027924P1,023486R1]	PZA	21	44	30	2	\$444.65	\$9,337.70	\$19,564.71	\$13,339.57	\$889.30	\$43,131.29	3.54%	37.51%	A
43960	ENGRANAJE Z=33 [049167N1]	PZA	21	39	41	2	\$371.61	\$7,803.91	\$14,492.97	\$15,236.20	\$743.23	\$38,276.30	3.14%	40.64%	A
12279	CAJA DE EMBRAGUE [039210T1]	PZA	19	14	3	0	\$947.26	\$17,998.00	\$13,261.68	\$2,841.79	\$0.00	\$34,101.47	2.79%	43.44%	A
64456	BOMBA HIDRAULICA [6214827M91,6233317M91]	PZA	3	5	4	0	\$2,262.21	\$6,786.62	\$11,311.04	\$9,048.83	\$0.00	\$27,146.49	2.22%	45.66%	A
17045	FILTRO AIRE SECUNDARIO [2S1285]	UN	77	103	127	11	\$80.90	\$6,229.63	\$8,333.14	\$10,274.84	\$889.95	\$25,727.55	2.11%	47.77%	A
29729	FILTRO AIRE SECUNDARIO [131-8821]	PZA	93	139	123	10	\$69.22	\$6,437.81	\$9,622.10	\$8,514.52	\$692.24	\$25,266.66	2.07%	49.84%	A
12447	KIT BOMBA DE AGUA [4236120]	KIT	21	54	42	2	\$210.45	\$4,419.41	\$11,364.21	\$8,838.83	\$420.90	\$25,043.35	2.05%	51.90%	A
16960	FILTRO AIRE PRIMARIO [612501]	UN	35	90	85	6	\$98.01	\$3,430.21	\$8,820.53	\$8,330.51	\$588.04	\$21,169.28	1.74%	53.63%	A
46343	PIÑON Z15 [049834N2][049834N1]	PZA	11	11	5	0	\$640.56	\$7,046.12	\$7,046.12	\$3,202.78	\$0.00	\$17,295.03	1.42%	55.05%	A
54810	ANILLO DENTADO [027926P1]	PZA	15	31	20	1	\$248.54	\$3,728.11	\$7,704.76	\$4,970.82	\$248.54	\$16,652.23	1.36%	56.41%	A
53746	BOMBA DIRECCION [041683T2]	PZA	7	5	8	1	\$754.18	\$5,279.25	\$3,770.89	\$6,033.43	\$754.18	\$15,837.74	1.30%	57.71%	A
44709	FILTRO ACEITE TRANSMISION [6223537M1]	PZA	59	57	28	2	\$106.50	\$6,283.33	\$6,070.34	\$2,981.92	\$212.99	\$15,548.59	1.27%	58.99%	A
45791	FILTRO ACEITE HIDR[3799282H1][3615949 M3]	UN	49	48	36	0	\$114.29	\$5,600.13	\$5,485.84	\$4,114.38	\$0.00	\$15,200.35	1.25%	60.23%	A
12463	LAINA [1671890M2]	PZA	25	66	63	3	\$92.04	\$2,301.01	\$6,074.67	\$5,798.54	\$276.12	\$14,450.34	1.18%	61.42%	A
17214	FILTRO ACEITE TRANSMISION [034391T1]	UN	56	63	74	14	\$65.53	\$3,669.73	\$4,128.44	\$4,849.28	\$917.43	\$13,564.88	1.11%	62.53%	A
45788	FILTRO AIRE PRIMARIO [6223614M1]	UN	54	57	41	0	\$85.89	\$4,637.97	\$4,895.64	\$3,521.42	\$0.00	\$13,055.03	1.07%	63.60%	A
43610	FILTRO AIRE PRIMARIO [6223618M1]	UN	55	51	31	3	\$78.69	\$4,327.80	\$4,013.05	\$2,439.31	\$236.06	\$11,016.22	0.90%	64.50%	A
17050	FILTRO AIRE SECUNDARIO [2710805M2] [2710805M1]	UN	100	191	218	19	\$19.45	\$1,945.05	\$3,715.05	\$4,240.22	\$369.56	\$10,269.89	0.84%	65.34%	A
12357	EJE ENTRADA [3603219M1]	PZA	5	11	6	1	\$429.74	\$2,148.68	\$4,727.10	\$2,578.42	\$429.74	\$9,883.95	0.81%	66.15%	A
12485	LUVA [039398P1]	PZA	27	35	45	4	\$85.23	\$2,301.28	\$2,983.14	\$3,835.47	\$340.93	\$9,460.83	0.78%	66.93%	A
66805	BOMBA ISYP/HYD PUMP ASY [3773700M92]	PZA	3	3	0	0	\$1,529.27	\$4,587.81	\$4,587.81	\$0.00	\$0.00	\$9,175.63	0.75%	67.68%	A
45789	FILTRO AIRE SECUNDARIO [6223615M1]	UN	51	53	41	0	\$60.54	\$3,087.39	\$3,208.47	\$2,482.02	\$0.00	\$8,777.88	0.72%	68.40%	A
42953	CABLE EMBRAGUE [069646T1]	PZA	45	61	36	2	\$60.88	\$2,739.41	\$3,713.43	\$2,191.53	\$121.75	\$8,766.12	0.72%	69.12%	A
28096	ACOPLE RAPID HEMB[3772942M1][6219370 M91]	PZA	23	26	20	3	\$118.01	\$2,714.33	\$3,068.38	\$2,360.29	\$354.04	\$8,497.05	0.70%	69.81%	A
34959	EJE TDF (CONJUNTO) [6219214M91]	JGO	13	12	3	0	\$299.84	\$3,897.98	\$3,598.13	\$899.53	\$0.00	\$8,395.64	0.69%	70.50%	B
47562	ANILLO ESTRIADO [1686459M1]	PZA	8	6	15	1	\$268.50	\$2,148.04	\$1,611.03	\$4,027.57	\$268.50	\$8,055.15	0.66%	71.16%	B
66809	PREFILTRO TURBINA [6217840M91]	PZA	8	5	5	1	\$417.74	\$3,341.91	\$2,088.69	\$2,088.69	\$417.74	\$7,937.03	0.65%	71.81%	B
12668	RODAJE [3176341M1]	PZA	50	78	85	7	\$35.32	\$1,765.85	\$2,754.72	\$3,001.94	\$247.22	\$7,769.73	0.64%	72.45%	B
43611	FILTRO AIRE SECUNDARIO [6223619M1]	UN	57	49	31	3	\$53.78	\$3,065.69	\$2,635.42	\$1,667.30	\$161.35	\$7,529.76	0.62%	73.07%	B

12465	ARANDELA [3176348M1]	PZA	55	80	73	6	\$34.58	\$1,902.16	\$2,766.78	\$2,524.69	\$207.51	\$7,401.15	0.61%	73.67%	B
49298	FILTRO AIRE PRIMARIO [7W5389]	UN	18	46	32	1	\$75.72	\$1,362.90	\$3,482.96	\$2,422.93	\$75.72	\$7,344.49	0.60%	74.27%	B
17025	FILTRO AIRE PRIMARIO [055119R1]	UN	44	53	76	9	\$38.97	\$1,714.53	\$2,065.23	\$2,961.47	\$350.70	\$7,091.93	0.58%	74.86%	B
63943	FILLER/RELLENADOR [4134C011]	PZA	8	23	14	0	\$156.50	\$1,252.03	\$3,599.59	\$2,191.06	\$0.00	\$7,042.68	0.58%	75.43%	B
17076	FILTRO PETROLEO [HDF-796][26566602]	UN	242	228	229	29	\$9.16	\$2,215.65	\$2,087.47	\$2,096.62	\$265.51	\$6,665.25	0.55%	75.98%	B
17044	FILTRO AIRE SECUNDARIO [055120R1]	UN	46	59	76	9	\$34.76	\$1,598.94	\$2,050.82	\$2,641.73	\$312.84	\$6,604.33	0.54%	76.52%	B
45581	FILTRO ACEITE MOTOR [1447031M1]	UN	112	87	68	1	\$24.59	\$2,753.67	\$2,139.01	\$1,671.87	\$24.59	\$6,589.14	0.54%	77.06%	B
12673	RODAJE [1860503M92,831343M1,831343M2]	PZA	36	50	53	1	\$46.39	\$1,669.91	\$2,319.31	\$2,458.47	\$46.39	\$6,494.08	0.53%	77.59%	B
12448	KIT BOMBA DE AGUA [424857]	KIT	4	13	19	2	\$170.14	\$680.55	\$2,211.79	\$3,232.61	\$340.28	\$6,465.23	0.53%	78.12%	B
67774	PALANCA/LEVER [3614290M1,3614290M2]	PZA	19	27	23	0	\$92.41	\$1,755.83	\$2,495.12	\$2,125.47	\$0.00	\$6,376.42	0.52%	78.65%	B
54808	ANILLO DENTADO [027925P1]	PZA	9	12	18	0	\$162.96	\$1,466.63	\$1,955.50	\$2,933.25	\$0.00	\$6,355.38	0.52%	79.17%	B
12518	PALANCA EMBRAGUE [022789R1]	PZA	27	31	12	0	\$88.88	\$2,399.83	\$2,755.35	\$1,066.59	\$0.00	\$6,221.77	0.51%	79.68%	B
12497	MANGUITO DENT [039425P1]	PZA	6	6	1	0	\$478.36	\$2,870.18	\$2,870.18	\$478.36	\$0.00	\$6,218.72	0.51%	80.19%	B
65484	CRUCETA [034023R1,6210213M1,3603494M91]	PZA	18	58	15	1	\$65.96	\$1,187.23	\$3,825.51	\$989.36	\$65.96	\$6,068.04	0.50%	80.68%	C
47774	CHUMACERA EJE DT [340940M91]	PZA	16	11	7	0	\$177.42	\$2,838.64	\$1,951.57	\$1,241.91	\$0.00	\$6,032.12	0.49%	81.18%	C
12659	RETEN CIGUEÑAL POST [2418F475-70730050]	PZA	32	78	42	6	\$38.00	\$1,216.05	\$2,964.11	\$1,596.06	\$228.01	\$6,004.23	0.49%	81.67%	C
12264	BOCINA CJA REENVIO [3603215M1,6300207M1]	PZA	16	23	13	0	\$107.96	\$1,727.38	\$2,483.11	\$1,403.50	\$0.00	\$5,613.99	0.46%	82.13%	C
41543	FILTRO DE ACEITE PERKINS [2654403]	UN	164	200	235	19	\$9.04	\$1,482.37	\$1,807.77	\$2,124.13	\$171.74	\$5,586.02	0.46%	82.59%	C
66806	EMBRAGUE/CLUTCH [3701481M91,4200050M91]	KIT	3	3	0	0	\$920.72	\$2,762.16	\$2,762.16	\$0.00	\$0.00	\$5,524.33	0.45%	83.04%	C
57169	PISTON PRINCIPAL LEVANTE HIDR [034617N1]	PZA	9	5	1	0	\$359.89	\$3,239.01	\$1,799.45	\$359.89	\$0.00	\$5,398.34	0.44%	83.48%	C
12380	ENGRANAJE [053310P1]	PZA	5	5	0	0	\$532.37	\$2,661.83	\$2,661.83	\$0.00	\$0.00	\$5,323.66	0.44%	83.92%	C
53427	CUBO [042256N1]	PZA	6	5	0	0	\$472.29	\$2,833.73	\$2,361.44	\$0.00	\$0.00	\$5,195.16	0.43%	84.35%	C
42841	ENGRANAJE Z=21 [040925R1]	PZA	3	5	1	0	\$542.47	\$1,627.42	\$2,712.37	\$542.47	\$0.00	\$4,882.26	0.40%	84.75%	C
17017	FILTRO AIRE PRIMARIO [2710804M2]	UN	25	33	39	3	\$48.22	\$1,205.55	\$1,591.33	\$1,880.66	\$144.67	\$4,822.20	0.40%	85.14%	C
12496	MANGUITO ARBOL [03409609M1]	PZA	25	22	8	0	\$84.59	\$2,114.70	\$1,860.94	\$676.70	\$0.00	\$4,652.34	0.38%	85.52%	C
12358	EJE ENTRADA [039423P1]	PZA	6	6	1	0	\$324.01	\$1,944.09	\$1,944.09	\$324.01	\$0.00	\$4,212.19	0.35%	85.87%	C
64032	EJE SUP. BRAZO LEV [897567M3]	PZA	8	3	5	0	\$262.04	\$2,096.29	\$786.11	\$1,310.18	\$0.00	\$4,192.57	0.34%	86.21%	C
17018	FILTRO AIRE PRIMARIO [7W5317][AF-335M]	UN	9	15	21	3	\$86.01	\$774.06	\$1,290.11	\$1,806.15	\$258.02	\$4,128.34	0.34%	86.55%	C
12671	RODAJE [1663796M1]	PZA	9	58	23	0	\$45.40	\$408.63	\$2,633.36	\$1,044.26	\$0.00	\$4,086.25	0.33%	86.88%	C
51734	RETEN POSTERIOR [2418F701,4224532M1]	PZA	16	22	31	3	\$54.28	\$868.41	\$1,194.07	\$1,682.55	\$162.83	\$3,907.85	0.32%	87.20%	C
12273	BRAZO LEV. SUP. D. [3408251M91]	PZA	19	6	0	0	\$151.42	\$2,876.96	\$908.52	\$0.00	\$0.00	\$3,785.48	0.31%	87.51%	C
17218	FILTRO HIDRAULICO [1484054M2]	UN	8	16	23	9	\$58.87	\$470.92	\$941.84	\$1,353.90	\$529.79	\$3,296.45	0.27%	87.78%	C
12675	RODAJE [3410432M1]	PZA	60	49	49	5	\$19.82	\$1,189.32	\$971.28	\$971.28	\$99.11	\$3,231.00	0.26%	88.05%	C
56081	BOCINA EJE DELANTERO [6210006M1]	PZA	6	10	2	0	\$178.29	\$1,069.74	\$1,782.89	\$356.58	\$0.00	\$3,209.21	0.26%	88.31%	C
12392	FAJA [2801859M1]	PZA	41	78	79	3	\$15.76	\$646.04	\$1,229.06	\$1,244.81	\$47.27	\$3,167.18	0.26%	88.57%	C
12317	COLLARIN DE EMBRAGUE [3585341M1]	PZA	42	33	15	1	\$34.33	\$1,442.01	\$1,133.00	\$515.00	\$34.33	\$3,124.35	0.26%	88.83%	C
42283	AMORTIGUADOR DE PUERTA [6217483M1]	PZA	6	14	24	1	\$69.17	\$415.02	\$968.37	\$1,660.07	\$69.17	\$3,112.63	0.26%	89.08%	C
12355	EJE DOBLE TRACCION [033076P1]	PZA	3	3	4	0	\$310.15	\$930.45	\$930.45	\$1,240.59	\$0.00	\$3,101.49	0.25%	89.34%	C
43502	HORQUILLA 1/RE [039404P1,6270250M1]	PZA	6	5	0	0	\$280.95	\$1,685.71	\$1,404.76	\$0.00	\$0.00	\$3,090.46	0.25%	89.59%	C
12665	RODAJE [3176330M1,6239056M1]	PZA	8	16	1	0	\$121.74	\$973.93	\$1,947.85	\$121.74	\$0.00	\$3,043.52	0.25%	89.84%	C

17157	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [108-1153]	UN	9	4	6	0	\$155.77	\$1,401.95	\$623.09	\$934.63	\$0.00	\$2,959.67	0.24%	90.08%	C
61227	EJE DOBLE TRACCION [033074P1]	PZA	2	3	2	1	\$341.51	\$683.02	\$1,024.53	\$683.02	\$341.51	\$2,732.08	0.22%	90.31%	C
12642	RETEN 136.8X165 [033548R1][6239085M1]	PZA	11	16	4	0	\$81.65	\$898.13	\$1,306.38	\$326.59	\$0.00	\$2,531.11	0.21%	90.51%	C
12238	BEARING [899377M2]	PZA	9	7	5	0	\$119.01	\$1,071.08	\$833.06	\$595.04	\$0.00	\$2,499.19	0.20%	90.72%	C
12149	ARANDELA [3613267M1]	PZA	19	109	117	11	\$9.32	\$177.10	\$1,015.98	\$1,090.55	\$102.53	\$2,386.17	0.20%	90.91%	C
59554	RESORTE HELICOIDAL [023332P1]	PZA	8	10	8	1	\$86.53	\$692.26	\$865.33	\$692.26	\$86.53	\$2,336.39	0.19%	91.11%	C
12128	ANILLO ESTRIADO 1R [1686458M1]	PZA	5	5	3	0	\$178.80	\$894.01	\$894.01	\$536.41	\$0.00	\$2,324.44	0.19%	91.30%	C
12627	RETEN [3699801M1]	PZA	28	40	26	3	\$23.26	\$651.40	\$930.57	\$604.87	\$69.79	\$2,256.62	0.18%	91.48%	C
12711	SPRING [3603609M1]	PZA	178	180	108	0	\$4.71	\$838.32	\$847.74	\$508.64	\$0.00	\$2,194.70	0.18%	91.66%	C
47187	BOCINA PUENTE DELANTERO [040942R1]	PZA	2	7	4	0	\$168.36	\$336.71	\$1,178.50	\$673.43	\$0.00	\$2,188.63	0.18%	91.84%	C
12495	MANGUITO ACOPLE (LUV) [039396P1]	PZA	10	13	14	1	\$57.54	\$575.43	\$748.06	\$805.60	\$57.54	\$2,186.63	0.18%	92.02%	C
12644	RETEN [3587946M1]	PZA	41	77	92	8	\$9.80	\$401.87	\$754.74	\$901.76	\$78.41	\$2,136.78	0.18%	92.19%	C
17086	FILTRO PETROLEO [26561117.3405418M1]	UN	179	173	111	2	\$4.56	\$816.57	\$789.20	\$506.37	\$9.12	\$2,121.27	0.17%	92.37%	C
46494	FAJA DE VENTILADOR P/MF297 [3145238M1]	PZA	48	38	10	0	\$21.46	\$1,030.14	\$815.52	\$214.61	\$0.00	\$2,060.27	0.17%	92.54%	C
12645	RETEN [027539R1]	PZA	38	53	10	0	\$19.88	\$755.31	\$1,053.47	\$198.77	\$0.00	\$2,007.55	0.16%	92.70%	C
12244	BOCINA [3603235M1]	JGO	63	89	21	0	\$11.55	\$727.66	\$1,027.96	\$242.55	\$0.00	\$1,998.17	0.16%	92.87%	C
60798	ARO [3610279M2]	PZA	5	6	0	0	\$180.35	\$901.77	\$1,082.13	\$0.00	\$0.00	\$1,983.90	0.16%	93.03%	C
12576	PINO [886348M2]	PZA	8	16	23	1	\$39.13	\$313.04	\$626.09	\$900.00	\$39.13	\$1,878.27	0.15%	93.18%	C
63940	VALVE [1868435M3]	PZA	8	7	10	0	\$74.68	\$597.42	\$522.74	\$746.77	\$0.00	\$1,866.92	0.15%	93.34%	C
12302	COJINETE [3247060M1][3176712M91]	PZA	51	52	18	0	\$15.42	\$786.34	\$801.76	\$277.53	\$0.00	\$1,865.62	0.15%	93.49%	C
56255	CARBONES DE ALTERNADOR [6201700M91]	PZA	10	20	19	1	\$35.60	\$356.01	\$712.02	\$676.42	\$35.60	\$1,780.05	0.15%	93.63%	C
60762	KIT CARBONES [3604308M91,K01239]	KIT	39	57	63	4	\$10.89	\$424.89	\$620.99	\$686.35	\$43.58	\$1,775.80	0.15%	93.78%	C
58264	CUBO [70450035,70450034,70998 172]	PZA	4	2	2	1	\$188.06	\$752.23	\$376.12	\$376.12	\$188.06	\$1,692.52	0.14%	93.92%	C
29745	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [126-2081]	PZA	3	4	6	0	\$126.86	\$380.59	\$507.45	\$761.17	\$0.00	\$1,649.21	0.14%	94.05%	C
34961	RETEN Y MANGUITO(CONJUNT) [6218852M91]	JGO	14	6	3	0	\$70.31	\$984.28	\$421.84	\$210.92	\$0.00	\$1,617.04	0.13%	94.19%	C
12637	RETEN [027536R1][6210204M1]	PZA	67	84	14	0	\$9.71	\$650.86	\$816.00	\$136.00	\$0.00	\$1,602.87	0.13%	94.32%	C
12672	RODAJE [039544R1]	PZA	5	19	1	0	\$61.36	\$306.78	\$1,165.78	\$61.36	\$0.00	\$1,533.92	0.13%	94.44%	C
12674	RODAJE [1881931M91.22020X]	PZA	8	13	6	0	\$55.31	\$442.51	\$719.08	\$331.88	\$0.00	\$1,493.47	0.12%	94.57%	C
17074	FILTRO PETROLEO [159- 6102]	UN	20	2	15	0	\$39.89	\$797.80	\$79.78	\$598.35	\$0.00	\$1,475.92	0.12%	94.69%	C
12184	ARANDELA REDUCT [1866545M2]	PZA	18	14	0	0	\$43.91	\$790.30	\$614.68	\$0.00	\$0.00	\$1,404.98	0.12%	94.80%	C
12484	LUV/RETAINER [3599002M2][6218853M1]	PZA	5	8	11	1	\$54.71	\$273.56	\$437.70	\$601.84	\$54.71	\$1,367.82	0.11%	94.91%	C
12632	RETEN CIG FRONTAL[70730043,2418F 437/436]	PZA	9	22	17	3	\$26.15	\$235.34	\$575.28	\$444.53	\$78.45	\$1,333.60	0.11%	95.02%	C
43845	RETEN [040918R1]	PZA	16	23	28	0	\$19.59	\$313.48	\$450.63	\$548.59	\$0.00	\$1,312.70	0.11%	95.13%	C
44437	CABLE ACELERADOR MANO [068894T1]	PZA	12	13	2	0	\$48.31	\$579.71	\$628.02	\$96.62	\$0.00	\$1,304.36	0.11%	95.24%	C
56082	BOCINA EJE DELANTERO [6210279M1]	PZA	7	10	3	0	\$61.91	\$433.40	\$619.14	\$185.74	\$0.00	\$1,238.28	0.10%	95.34%	C
29744	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [093-7521]	PZA	8	8	10	1	\$45.64	\$365.12	\$365.12	\$456.40	\$45.64	\$1,232.28	0.10%	95.44%	C
67079	VARILLA [70320080]	PZA	20	26	16	1	\$19.43	\$388.57	\$505.15	\$310.86	\$19.43	\$1,224.01	0.10%	95.54%	C
34962	RODAJE DE BOLAS 5MM [6218855M1]	PZA	12	18	14	0	\$27.72	\$332.67	\$499.00	\$388.11	\$0.00	\$1,219.79	0.10%	95.64%	C
12243	BOCINA [184592M1][6227779M1]	PZA	44	57	24	0	\$9.63	\$423.58	\$548.73	\$231.05	\$0.00	\$1,203.37	0.10%	95.74%	C
12348	EJE [180445M1]	PZA	9	14	3	1	\$42.32	\$380.84	\$592.41	\$126.95	\$42.32	\$1,142.51	0.09%	95.83%	C

17075	FILTRO PETROLEO [1R0750]	UN	13	16	15	0	\$25.84	\$335.97	\$413.50	\$387.65	\$0.00	\$1,137.12	0.09%	95.93%	C
12454	KIT REPARACION [3176378M91]	KIT	25	42	34	2	\$10.64	\$266.08	\$447.01	\$361.87	\$21.29	\$1,096.25	0.09%	96.02%	C
42281	FAJA DE VENTILADOR [6217950M1]	PZA	14	13	4	0	\$35.26	\$493.67	\$458.41	\$141.05	\$0.00	\$1,093.13	0.09%	96.11%	C
47186	BOCINA PUENTE DELANTERO [040954R1]	PZA	4	4	1	0	\$118.94	\$475.77	\$475.77	\$118.94	\$0.00	\$1,070.49	0.09%	96.19%	C
12159	ARANDELA [3612141M1]	PZA	43	66	51	2	\$6.41	\$275.82	\$423.34	\$327.13	\$12.83	\$1,039.12	0.09%	96.28%	C
12340	DISCO DE EMBRAGUE [1688532M1]	PZA	21	36	13	1	\$14.35	\$301.30	\$516.51	\$186.52	\$14.35	\$1,018.67	0.08%	96.36%	C
12241	BLOCK BRONCE BBA [180925M2]	PZA	5	5	7	0	\$59.31	\$296.57	\$296.57	\$415.19	\$0.00	\$1,008.32	0.08%	96.44%	C
42843	COJINETE [040927R1]	PZA	4	3	7	0	\$70.81	\$283.23	\$212.43	\$495.66	\$0.00	\$991.32	0.08%	96.53%	C
12365	PISTON/BOMBA ISYP [3148071M1,1860038M1]	PZA	11	4	2	0	\$57.01	\$627.08	\$228.03	\$114.02	\$0.00	\$969.13	0.08%	96.61%	C
12242	BLOCK BRONCE ISYP [180924M2]	PZA	5	5	5	0	\$63.13	\$315.63	\$315.63	\$315.63	\$0.00	\$946.90	0.08%	96.68%	C
12646	RETEN [033227R1]	PZA	29	46	10	0	\$11.07	\$321.01	\$509.19	\$110.69	\$0.00	\$940.89	0.08%	96.76%	C
12360	EJE SALIDA REENVIO [033063P1]	PZA	1	1	2	0	\$234.94	\$234.94	\$234.94	\$469.87	\$0.00	\$939.75	0.08%	96.84%	C
12143	ARANDELA ESPARCAD [6282261M1 / 023422R1]	PZA	9	6	0	0	\$59.06	\$531.56	\$354.37	\$0.00	\$0.00	\$885.93	0.07%	96.91%	C
29748	FILTRO ACEITE MOTOR [1R-1808]	PZA	4	8	3	0	\$58.23	\$232.93	\$465.86	\$174.70	\$0.00	\$873.49	0.07%	96.98%	C
43198	RESISTENCIA [3304510M92]	UN	10	15	15	1	\$21.12	\$211.22	\$316.84	\$316.84	\$21.12	\$866.02	0.07%	97.05%	C
12405	GRAMPO(SAPOS) [898021M1]	PZA	13	35	6	0	\$15.42	\$200.44	\$539.64	\$92.51	\$0.00	\$832.59	0.07%	97.12%	C
12271	BOMBA DE COMBUSTIBLE PERKINS [ULPK0001]	PZA	7	8	3	1	\$41.10	\$287.69	\$328.79	\$123.30	\$41.10	\$780.89	0.06%	97.18%	C
12559	PIN [891826M1]	PZA	49	48	27	0	\$6.04	\$296.10	\$290.05	\$163.16	\$0.00	\$749.30	0.06%	97.25%	C
12341	DISCO DE EMBRAGUE [1870860M1]	PZA	24	35	0	0	\$12.48	\$299.49	\$436.76	\$0.00	\$0.00	\$736.26	0.06%	97.31%	C
12306	COJINETE [3003372X1]	PZA	5	7	2	1	\$48.93	\$244.66	\$342.53	\$97.86	\$48.93	\$733.98	0.06%	97.37%	C
12445	KIT [3176568M91]	KIT	40	62	10	0	\$6.52	\$260.94	\$404.46	\$65.24	\$0.00	\$730.64	0.06%	97.43%	C
17215	FILTRO ACEITE TRANSMIS [1R0746]HF 28900	UN	14	3	7	0	\$30.28	\$423.89	\$90.83	\$211.95	\$0.00	\$726.67	0.06%	97.49%	C
51711	ANILLO [3699909M1]	PZA	14	20	23	0	\$12.53	\$175.47	\$250.67	\$288.27	\$0.00	\$714.41	0.06%	97.54%	C
12263	BOCINA BRAZ [3611558M1]	PZA	25	18	1	0	\$16.15	\$403.76	\$290.71	\$16.15	\$0.00	\$710.62	0.06%	97.60%	C
29743	FILTRO SEPARADOR AGUA [1R-0770]	PZA	4	6	2	0	\$58.95	\$235.82	\$353.73	\$117.91	\$0.00	\$707.45	0.06%	97.66%	C
51195	FAJA DE COMPRESOR [487802M2]	PZA	20	14	0	0	\$20.81	\$416.11	\$291.28	\$0.00	\$0.00	\$707.39	0.06%	97.72%	C
12595	PORTA CARBONES [070968R1][6210136M91]	PZA	4	3	5	1	\$53.98	\$215.92	\$161.94	\$269.90	\$53.98	\$701.75	0.06%	97.78%	C
29738	FILTRO SECUNDARIO COMBUSTIBLE [1R-0762]	PZA	4	6	4	0	\$49.34	\$197.37	\$296.05	\$197.37	\$0.00	\$690.79	0.06%	97.83%	C
12202	ARO RETEN [3176269M1][3176202M1]	PZA	19	22	9	1	\$13.41	\$254.75	\$294.97	\$120.67	\$13.41	\$683.80	0.06%	97.89%	C
17185	FILTRO ACEITE MOTOR [7W2327]	UN	24	2	6	0	\$21.13	\$507.20	\$42.27	\$126.80	\$0.00	\$676.26	0.06%	97.94%	C
42649	RETEN DE EJE DOBL TRACCION DEL[040936R1]	PZA	21	23	13	3	\$11.01	\$231.31	\$253.34	\$143.19	\$33.04	\$660.88	0.05%	98.00%	C
12240	BIELETA EMBRAGUE [3900547M1][022634R1]	PZA	31	41	27	0	\$6.67	\$206.63	\$273.29	\$179.97	\$0.00	\$659.90	0.05%	98.05%	C
16959	FILTRO AIRE SECUNDARIO [612502]	UN	1	5	2	0	\$80.46	\$80.46	\$402.29	\$160.92	\$0.00	\$643.67	0.05%	98.11%	C
66205	PISTON [034604N3,034604N2,034604N1]	PZA	4	4	0	0	\$77.03	\$308.11	\$308.11	\$0.00	\$0.00	\$616.21	0.05%	98.16%	C
67991	ACOPLE L=84 [3611473M1]	PZA	7	7	0	0	\$42.71	\$299.00	\$299.00	\$0.00	\$0.00	\$598.01	0.05%	98.20%	C
55737	ELEMENT AS [328-3655][1R-1809]	PZA	0	3	1	0	\$146.72	\$0.00	\$440.17	\$146.72	\$0.00	\$586.89	0.05%	98.25%	C
50393	FILTRO PETROLEO [1R-0751]	UN	8	8	4	0	\$28.38	\$227.03	\$227.03	\$113.52	\$0.00	\$567.58	0.05%	98.30%	C
52659	ARO SELLO [6210008M1]	PZA	18	22	10	0	\$10.96	\$197.28	\$241.12	\$109.60	\$0.00	\$548.00	0.04%	98.34%	C
17176	FILTRO ACEITE LF-667 [1R0739]	UN	7	8	10	1	\$20.80	\$145.63	\$166.43	\$208.04	\$20.80	\$540.91	0.04%	98.39%	C
61759	OIL SEAL [051516R1,3176216M1]	PZA	9	11	2	0	\$24.59	\$221.28	\$270.45	\$49.17	\$0.00	\$540.90	0.04%	98.43%	C
12268	BOCINA PIZON DISTR [0050345]	PZA	9	2	5	0	\$33.46	\$301.13	\$66.92	\$167.30	\$0.00	\$535.35	0.04%	98.48%	C

29724	FILTRO AIRE PRIMARIO [131-8822]	PZA	3	3	0	0	\$86.62	\$259.87	\$259.87	\$0.00	\$0.00	\$519.73	0.04%	98.52%	C
12181	ARANDELA PLANA CAJA [1688132M1]	PZA	9	4	0	0	\$39.58	\$356.21	\$158.31	\$0.00	\$0.00	\$514.52	0.04%	98.56%	C
12714	SUPLEMENTO [1870011M1]	PZA	13	4	0	0	\$29.27	\$380.56	\$117.10	\$0.00	\$0.00	\$497.66	0.04%	98.60%	C
12409	GRIFO COMBUSTIBLE [490353M91]	PZA	4	11	9	1	\$19.34	\$77.37	\$212.75	\$174.07	\$19.34	\$483.53	0.04%	98.64%	C
63939	WASHER [1664589M1]	PZA	16	28	42	5	\$5.22	\$83.57	\$146.25	\$219.38	\$26.12	\$475.31	0.04%	98.68%	C
12670	RODAJE [488952M4]	PZA	17	16	8	0	\$11.23	\$190.96	\$179.73	\$89.87	\$0.00	\$460.56	0.04%	98.72%	C
51704	RETEN REDUCTOR [6208335M1]	PZA	13	2	4	1	\$23.01	\$299.17	\$46.03	\$92.05	\$23.01	\$460.26	0.04%	98.76%	C
12686	RODILLO [183039M1]	PZA	355	470	483	35	\$0.34	\$120.25	\$159.21	\$163.61	\$11.86	\$454.94	0.04%	98.79%	C
12650	RETEN [1860867M3][6231385M1]	PZA	28	20	9	0	\$7.40	\$207.14	\$147.96	\$66.58	\$0.00	\$421.67	0.03%	98.83%	C
12126	ANILLO EMB LEV HID [3412380M1]	PZA	5	18	19	1	\$9.54	\$47.70	\$171.71	\$181.25	\$9.54	\$410.20	0.03%	98.86%	C
29746	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [518670]	PZA	2	3	2	0	\$57.77	\$115.53	\$173.30	\$115.53	\$0.00	\$404.36	0.03%	98.89%	C
12647	RETEN [027537R1]	PZA	35	41	10	0	\$4.49	\$157.19	\$184.14	\$44.91	\$0.00	\$386.24	0.03%	98.93%	C
17128	FILTRO SEPARADOR AGUA [131-1812]	UN	5	2	6	0	\$28.65	\$143.27	\$57.31	\$171.93	\$0.00	\$372.51	0.03%	98.96%	C
52660	CABLE ACELERADOR [070863T1]	PZA	2	2	2	1	\$52.86	\$105.71	\$105.71	\$105.71	\$52.86	\$369.99	0.03%	98.99%	C
51393	TAPA [6218854M1]	PZA	5	6	5	0	\$22.50	\$112.50	\$135.00	\$112.50	\$0.00	\$359.99	0.03%	99.02%	C
12187	ARANDELA TERMICA [3175517M1]	PZA	169	180	120	0	\$0.76	\$129.27	\$137.68	\$91.79	\$0.00	\$358.74	0.03%	99.05%	C
12654	RETEN [1870859M1]	PZA	21	39	38	1	\$3.62	\$75.96	\$141.06	\$137.44	\$3.62	\$358.08	0.03%	99.08%	C
12121	ANILLO [3611557M1]	PZA	29	23	13	1	\$5.32	\$154.16	\$122.27	\$69.11	\$5.32	\$350.85	0.03%	99.10%	C
52141	EJE TOMA DE FUERZA [3610936M1]	PZA	0	1	0	0	\$346.51	\$0.00	\$346.51	\$0.00	\$0.00	\$346.51	0.03%	99.13%	C
12555	PERNO REGULADOR [3147178M1][1853164M1]	PZA	63	54	27	0	\$2.37	\$149.39	\$128.05	\$64.02	\$0.00	\$341.46	0.03%	99.16%	C
12629	RETEN TDF P/MASSEY FERGUSON [834216M1]	PZA	46	34	32	0	\$3.05	\$140.24	\$103.66	\$97.56	\$0.00	\$341.46	0.03%	99.19%	C
12615	RESORTE [887910M2][887910M1]	PZA	45	44	33	0	\$2.74	\$123.42	\$120.68	\$90.51	\$0.00	\$334.61	0.03%	99.22%	C
12123	ANILLO BBA ISYP [897493M1]	PZA	22	24	19	1	\$5.05	\$111.06	\$121.16	\$95.92	\$5.05	\$333.19	0.03%	99.24%	C
12303	COJINETE [886668M1]	PZA	6	10	0	0	\$20.72	\$124.31	\$207.18	\$0.00	\$0.00	\$331.49	0.03%	99.27%	C
42842	COJINETE [040923R1]	PZA	5	3	4	1	\$25.21	\$126.05	\$75.63	\$100.84	\$25.21	\$327.72	0.03%	99.30%	C
63941	SHIM [2801013M1]	PZA	5	10	15	2	\$10.20	\$50.98	\$101.95	\$152.93	\$20.39	\$326.24	0.03%	99.32%	C
17158	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [1R0722, HF62 02]	UN	3	1	4	0	\$40.62	\$121.87	\$40.62	\$162.49	\$0.00	\$324.97	0.03%	99.35%	C
12560	PIN [887893M1]	PZA	51	37	27	0	\$2.74	\$139.88	\$101.48	\$74.05	\$0.00	\$315.42	0.03%	99.38%	C
12649	RETEN [3409619M1]	PZA	9	27	21	0	\$5.53	\$49.76	\$149.29	\$116.11	\$0.00	\$315.16	0.03%	99.40%	C
12266	BOCINA DE EJE POST [894778M1, 072300P1]	PZA	12	15	6	0	\$9.48	\$113.82	\$142.27	\$56.91	\$0.00	\$313.00	0.03%	99.43%	C
12625	RETEN [1860954M1]	PZA	7	11	1	0	\$16.38	\$114.66	\$180.18	\$16.38	\$0.00	\$311.22	0.03%	99.45%	C
69486	TUBO [3577A125]	PZA	2	1	2	0	\$61.15	\$122.30	\$61.15	\$122.30	\$0.00	\$305.75	0.03%	99.48%	C
12140	ARANDELA [1753751M1]	PZA	179	175	120	0	\$0.64	\$115.40	\$112.82	\$77.37	\$0.00	\$305.59	0.03%	99.50%	C
12561	PIN [887897M1]	PZA	51	38	27	0	\$2.62	\$133.75	\$99.66	\$70.81	\$0.00	\$304.22	0.02%	99.53%	C
42838	RETEN [040948R1]	PZA	10	12	4	0	\$11.32	\$113.21	\$135.85	\$45.28	\$0.00	\$294.34	0.02%	99.55%	C
17155	FILTRO ACEITE HIDRAULICO [1R0719]	UN	4	4	4	0	\$24.03	\$96.12	\$96.12	\$96.12	\$0.00	\$288.35	0.02%	99.58%	C
17126	FILTRO SEPARADOR AGUA [8N9803]	UN	2	2	3	0	\$40.29	\$80.59	\$80.59	\$120.88	\$0.00	\$282.05	0.02%	99.60%	C
18143	OLIVA [33812116]	PZA	10	15	16	1	\$6.62	\$66.20	\$99.30	\$105.92	\$6.62	\$278.04	0.02%	99.62%	C
17042	FILTRO AIRE SECUNDARIO [110-6331]	UN	1	1	3	0	\$50.21	\$50.21	\$50.21	\$150.64	\$0.00	\$251.06	0.02%	99.64%	C
12276	BUJE [1664491M2]	PZA	5	3	3	1	\$19.88	\$99.38	\$59.63	\$59.63	\$19.88	\$238.52	0.02%	99.66%	C
12131	ANILLO SEGURO [831581M1, 831581M2]	PZA	19	25	13	0	\$4.15	\$78.89	\$103.81	\$53.98	\$0.00	\$236.68	0.02%	99.68%	C

12199	ARO RETEN [762101M1]	PZA	20	22	25	1	\$3.42	\$68.40	\$75.25	\$85.51	\$3.42	\$232.58	0.02%	99.70%	C
45184	ELEMENT AS [1R0735]	PZA	0	3	1	0	\$57.56	\$0.00	\$172.69	\$57.56	\$0.00	\$230.26	0.02%	99.72%	C
12666	RODAJE [1677724M1]	PZA	3	4	3	0	\$21.32	\$63.96	\$85.28	\$63.96	\$0.00	\$213.19	0.02%	99.74%	C
12626	RETEN [3588109M1]	PZA	16	19	15	2	\$3.87	\$61.89	\$73.50	\$58.02	\$7.74	\$201.15	0.02%	99.75%	C
68538	CAP/CUBIERTA [3641889M1,4142X098]	PZA	4	2	4	0	\$18.89	\$75.57	\$37.79	\$75.57	\$0.00	\$188.93	0.02%	99.77%	C
12295	ANILLO TRABA [195363M1]	PZA	17	13	4	0	\$5.28	\$89.72	\$68.61	\$21.11	\$0.00	\$179.45	0.01%	99.78%	C
55492	ARANDELA [1677742M2]	PZA	3	10	8	0	\$7.90	\$23.70	\$79.00	\$63.20	\$0.00	\$165.91	0.01%	99.80%	C
12307	COJINETE [2700273M1]	PZA	5	9	2	0	\$10.14	\$50.70	\$91.26	\$20.28	\$0.00	\$162.25	0.01%	99.81%	C
12200	ARO RETEN [033549R1]	PZA	14	23	1	0	\$3.96	\$55.38	\$90.98	\$3.96	\$0.00	\$150.32	0.01%	99.82%	C
47566	CABLE ACERADO DE PIE [065711T1]	PZA	2	1	1	0	\$35.97	\$71.95	\$35.97	\$35.97	\$0.00	\$143.89	0.01%	99.84%	C
12524	PASADOR [891827M1]	PZA	48	42	27	0	\$1.21	\$58.22	\$50.94	\$32.75	\$0.00	\$141.91	0.01%	99.85%	C
18181	PASADOR [1679932M2]	PZA	54	57	6	0	\$0.93	\$50.16	\$52.94	\$5.57	\$0.00	\$108.67	0.01%	99.86%	C
12371	EMPAQUETAD CAJA DISTRIBUCION [36814137]	PZA	2	1	1	0	\$25.09	\$50.18	\$25.09	\$25.09	\$0.00	\$100.36	0.01%	99.86%	C
12297	CIRCULITO [358945X1]	PZA	16	23	19	2	\$1.64	\$26.23	\$37.70	\$31.14	\$3.28	\$98.35	0.01%	99.87%	C
12370	EMPAQUET BALANCIN [70490258,3604749M1]	PZA	5	3	0	0	\$12.14	\$60.70	\$36.42	\$0.00	\$0.00	\$97.12	0.01%	99.88%	C
17147	FILTRO ACEITE [119-4740]	UN	1	1	2	0	\$21.78	\$21.78	\$21.78	\$43.56	\$0.00	\$87.12	0.01%	99.89%	C
12408	GRASERA RECTA [13811X]	PZA	55	26	15	0	\$0.87	\$48.08	\$22.73	\$13.11	\$0.00	\$83.92	0.01%	99.89%	C
12505	O'RING [3588108M1,3176312M1]	PZA	44	57	8	0	\$0.73	\$32.21	\$41.73	\$5.86	\$0.00	\$79.80	0.01%	99.90%	C
12640	RETEN [883935M4,6231386M1]	PZA	7	4	2	0	\$6.13	\$42.91	\$24.52	\$12.26	\$0.00	\$79.69	0.01%	99.91%	C
12598	PROTECTOR [3176217M1]	PZA	8	15	11	0	\$2.32	\$18.53	\$34.75	\$25.48	\$0.00	\$78.76	0.01%	99.91%	C
42650	O'RING [040937R1]	PZA	6	10	24	1	\$1.89	\$11.34	\$18.90	\$45.37	\$1.89	\$77.51	0.01%	99.92%	C
17020	FILTRO AIRE PRIMARIO [110-6326]	UN	0	0	1	0	\$69.20	\$0.00	\$0.00	\$69.20	\$0.00	\$69.20	0.01%	99.93%	C
17910	CIRCULITO [354345X1]	PZA	11	18	18	0	\$1.35	\$14.85	\$24.30	\$24.30	\$0.00	\$63.45	0.01%	99.93%	C
12614	RESORTE [893713M1]	PZA	13	12	11	0	\$1.69	\$22.02	\$20.32	\$18.63	\$0.00	\$60.97	0.00%	99.94%	C
12130	ANILLO OIL [034615P1]	PZA	5	10	4	0	\$3.19	\$15.95	\$31.91	\$12.76	\$0.00	\$60.62	0.00%	99.94%	C
12208	ARO SELLO [033928T1]	PZA	36	25	4	0	\$0.87	\$31.47	\$21.85	\$3.50	\$0.00	\$56.82	0.00%	99.95%	C
12290	CAPUCHON RESORTE [180980M2]	PZA	8	7	0	0	\$3.22	\$25.79	\$22.56	\$0.00	\$0.00	\$48.35	0.00%	99.95%	C
12115	ANILLO [3176337M1] [V80603100]	PZA	2	2	2	0	\$8.00	\$16.00	\$16.00	\$16.00	\$0.00	\$48.01	0.00%	99.95%	C
12743	TORNILLO [339019X1]	PZA	30	18	6	0	\$0.79	\$23.60	\$14.16	\$4.72	\$0.00	\$42.49	0.00%	99.96%	C
12221	ARO SELLO [364784X1]	PZA	69	58	20	0	\$0.25	\$17.34	\$14.58	\$5.03	\$0.00	\$36.95	0.00%	99.96%	C
12197	ARO [039545R1]	PZA	9	7	0	0	\$2.09	\$18.78	\$14.61	\$0.00	\$0.00	\$33.39	0.00%	99.96%	C
12440	JUNTA [180432M1]	PZA	14	10	7	0	\$1.07	\$14.99	\$10.71	\$7.50	\$0.00	\$33.20	0.00%	99.97%	C
12147	ARANDELA [195874M1]	PZA	16	17	12	2	\$0.68	\$10.84	\$11.52	\$8.13	\$1.35	\$31.84	0.00%	99.97%	C
12127	ANILLO ENGR REDUCT [3176342M1]	PZA	1	3	2	0	\$5.05	\$5.05	\$15.15	\$10.10	\$0.00	\$30.29	0.00%	99.97%	C
12442	JUNTA SOPORTE FILT [1868456M1]	PZA	2	2	3	1	\$3.69	\$7.39	\$7.39	\$11.08	\$3.69	\$29.55	0.00%	99.97%	C
47036	PIN DE PALANCA DE CAMBIO [390383X1]	PZA	25	23	7	2	\$0.51	\$12.84	\$11.81	\$3.60	\$1.03	\$29.27	0.00%	99.97%	C
12206	ARO SELLO [1004633M1]	PZA	28	31	16	0	\$0.37	\$10.40	\$11.52	\$5.94	\$0.00	\$27.86	0.00%	99.98%	C
12116	FILTRO [1692604M1]	PZA	7	6	0	0	\$2.09	\$14.61	\$12.52	\$0.00	\$0.00	\$27.13	0.00%	99.98%	C
12525	PASADOR [1442142X1]	PZA	9	11	14	2	\$0.71	\$6.39	\$7.81	\$9.94	\$1.42	\$25.57	0.00%	99.98%	C
42646	JUNTA TORICA DE PALANCA CAMBIO[832038M1]	PZA	4	22	5	0	\$0.73	\$2.93	\$16.11	\$3.66	\$0.00	\$22.70	0.00%	99.98%	C
12134	ANILLO TRABA CA [358969X1]	PZA	7	8	9	1	\$0.87	\$6.12	\$6.99	\$7.87	\$0.87	\$21.85	0.00%	99.99%	C

12573	PIN SEGURO MANG. [339194X1]	PZA	2	9	6	0	\$0.96	\$1.92	\$8.65	\$5.77	\$0.00	\$16.35	0.00%	99.99%	C
12129	ANILLO MUÑON DELAN [3587936M1]	PZA	1	3	3	0	\$2.23	\$2.23	\$6.69	\$6.69	\$0.00	\$15.60	0.00%	99.99%	C
12574	PIN SEGURO MANG. [339249X1]	PZA	17	11	6	0	\$0.45	\$7.62	\$4.93	\$2.69	\$0.00	\$15.23	0.00%	99.99%	C
12220	ARO SELLO [886089M1]	PZA	5	9	8	0	\$0.68	\$3.39	\$6.10	\$5.42	\$0.00	\$14.90	0.00%	99.99%	C
17910	RING.RETAINING [354345X1,70927791]	PZA	14	31	31	2	\$0.17	\$2.45	\$5.42	\$5.42	\$0.35	\$13.64	0.00%	99.99%	C
43844	JUNTA TORICA [040922R1]	PZA	3	10	4	1	\$0.73	\$2.20	\$7.32	\$2.93	\$0.73	\$13.18	0.00%	99.99%	C
68221	CALCE/SHIM [2801012M1]	PZA	0	2	0	0	\$6.44	\$0.00	\$12.87	\$0.00	\$0.00	\$12.87	0.00%	99.99%	C
12766	TUERCA [353430X1]	PZA	30	33	24	0	\$0.14	\$4.26	\$4.69	\$3.41	\$0.00	\$12.36	0.00%	99.99%	C
12507	O'RING [195561M1]	PZA	29	54	38	1	\$0.09	\$2.54	\$4.72	\$3.32	\$0.09	\$10.67	0.00%	100.00%	C
12209	ARO SELLO [3412140M1]	PZA	6	8	0	0	\$0.73	\$4.39	\$5.86	\$0.00	\$0.00	\$10.25	0.00%	100.00%	C
12539	PASADOR PAL EMBRG [354048X1]	PZA	118	111	54	0	\$0.03	\$3.87	\$3.64	\$1.77	\$0.00	\$9.28	0.00%	100.00%	C
12624	RESORTE PDL FRENO [184171M1]	PZA	3	2	1	0	\$1.53	\$4.59	\$3.06	\$1.53	\$0.00	\$9.18	0.00%	100.00%	C
42647	JUNTA TORICA DE PALANCA CAMBIO[364101X1]	PZA	16	11	5	0	\$0.17	\$2.80	\$1.92	\$0.87	\$0.00	\$5.59	0.00%	100.00%	C
42648	JUNTA TORICA DE PALANCA CAMBIO[196174M1]	PZA	6	13	5	0	\$0.20	\$1.18	\$2.56	\$0.98	\$0.00	\$4.72	0.00%	100.00%	C
67165	JUNTA [1885310M1]	PZA	2	2	1	0	\$0.85	\$1.70	\$1.70	\$0.85	\$0.00	\$4.26	0.00%	100.00%	C
12223	ARO SELLO [831533M1,70926542]	PZA	31	35	2	0	\$0.05	\$1.69	\$1.91	\$0.11	\$0.00	\$3.72	0.00%	100.00%	C
44224	JUNTA TORICA [377494X1,831519M1]	PZA	24	36	4	0	\$0.05	\$1.31	\$1.97	\$0.22	\$0.00	\$3.50	0.00%	100.00%	C
42645	JUNTA TORICA DE PALANCA CAMBIO[373215X1]	PZA	6	15	5	0	\$0.11	\$0.66	\$1.64	\$0.55	\$0.00	\$2.84	0.00%	100.00%	C
12506	O'RING [195562M1]	PZA	13	14	11	0	\$0.05	\$0.71	\$0.76	\$0.60	\$0.00	\$2.08	0.00%	100.00%	C
												\$1,220,117.9 9			

