

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGIA TPM Y SIMULACIÓN DE OPERACIONES DE TRACTO CAMIONES DE LA DIVISIÓN DE COSECHA PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA CASA GRANDE S.A.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Bach. Araujo Ulco, Rafael Angel  
Bach. Cuba Rojas, Jonathán Moisés

**Asesor:**

**Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramirez**

Trujillo – Perú

2017



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

## DEDICATORIA

*A nuestro Padre Celestial por darme la vida y la  
oportunidad de realizar mis metas.*

*A nuestros padres por darnos las herramientas  
para defendernos en la vida.*

*A mis hermanos por darme la oportunidad de ser  
profesional.*

## **EPÍGRAFE**

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

(Nelson Mandela)

“La conciencia es la sucursal de Dios en cada uno de nosotros”

(Facundo Cabral)

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por forjar mi camino y dirigirme  
en el camino correcto*

*Agradezco a mi familia y amigos por apoyarme  
en todas las veces que he flaqueado.*

*Agradezco a todos mis amigos por los buenos  
momentos que pasamos juntos.*

## **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 la presente Proyecto intitulado:

***“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA TPM Y  
SIMULACIÓN DE OPERACIONES DE TRACTO CAMIONES DE LA DIVISIÓN  
DE COSECHA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA  
CASA GRANDE S.A.A.*”**

La presente Tesis ha sido desarrollada durante los meses de enero a septiembre del año 2017, y esperamos que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

---

Bach. Rafael Angel Araujo Ulco

---

Bach. Cuba Rojas Jonathan Moises

## LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

---

Ing. Oscar Alberto Goicochea Ramirez

**ASESOR**

---

Ing. Marco Gregorio Baca Lopez

**JURADO**

---

Ing. Ramiro Fernando Mas McGowen

**JURADO**

---

Ing. Enrique Avendaño Delgado

**JURADO**

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo principal aumentar la rentabilidad del proceso de transporte de caña en la división cosecha Casa Grande S.A.A., por medio de la propuesta de simulación de operaciones e implementación de metodología TPM en el transporte de caña de campo a fábrica. Para conseguirlo, se realizó un diagnóstico de la realidad actual de la empresa y su relación con el ámbito internacional respecto a la tendencia en caída del precio del azúcar, además se tuvo en cuenta los distintos factores de pérdida monetaria de la división, haciendo énfasis en los que respectan a las procedimientos de distribución de la actividad del transporte de caña y mantenimiento de la flota. Es así que teniendo en cuenta el diagnóstico, se identificaron distintos problemas cuya solución podrían ayudar a obtener una mayor rentabilidad en el proceso de transporte de caña de campo a fábrica y por ende un incremento en los indicadores de horas en carguío, disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de la flota.

Una vez identificados los distintos problemas y las causas que lo ocasionan, se propone la aplicación de distintas herramientas de mejora. Entre ellas: el estudio de tiempos, plan de capacitación de choferes, simulación de procesos, plan de mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo, mantenimiento predictivo, mejoras enfocadas e indicadores. Estas herramientas permitirán aprovechar de manera eficiente la flota, la disponibilidad de la flota aumenta hasta un 85% y se reduce el tiempo en cola de carguío de caña hasta un 9%, además de incrementar a 30,38 toneladas por hora en el transporte de caña. Además esto influye en el grado de tercerización de carguío de caña y permite evitar paradas de planta por falta de caña se logra obtener un ahorro de S/.236,091.10. Como consecuencia de la aplicación de las herramientas antes mencionadas, la empresa tendría que invertir y asumir algunos costos adicionales, pero a la vez percibiría algunos ingresos extra. Al evaluarlo económicamente en un periodo de 5 años, se obtendría un VAN de S/.925,297.63, un TIR de 58,30% y un B/C de 1.23. Lo que indica que las propuestas de mejoras son viables.

## ABSTRACT

This thesis has as main objective is to r increase profitability of the process of the cane transport in the division harvest Casa Grande SAA., by means of the proposal of simulation of operations and implementation of TPM methodology in the transportation of field cane to factory. To achieve this, a diagnosis of the current situation of the company and its relationship with the international trend regarding the falling sugar prices were performed and the various factors monetary loss of the division was taken into account, making an emphasis where it will respect the procedures for distribution of cane transport activity and fleet maintenance. It is thus taking into account the diagnosis, various problems were identified whose solution could help obtain greater profitability in the process of transporting cane field to factory and therefore an increase in the indicators of hours in cargo, availability, reliability and maintainability of the fleet.

Once identified the different problems and causes that cause, it is proposed the application of different improvement tools. These include: time study, drivers training plan, process simulation, preventive maintenance plan, autonomous maintenance, predictive maintenance, focused improvements and indicators. These tools allow efficient use of the fleet; availability of the fleet increases up to 85% and reduces the time in tail of cane loading up to 9%, besides increasing to 30.38 tons per hour in the transport of cane. In addition, this influences the degree of outsourcing of cane cargo and allows avoiding plant shutdowns due to lack of sugarcane, a savings of S / . 236,091.10. As a result of the application of the aforementioned tools, the company would have to invest and assume some additional costs, but at the same time I would perceive some extra income. When this evaluated economically in a period of five years, a VAN of S/.925,297.63, an TIR of 53,27% and a B / C of 1.23 would be obtained. This indicates that the proposed improvements are viable.



## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
CAPITULO 1 GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION.....	1
1.1. Realidad Problemática de la Agroindustria Casa Grande S.A.A. ....	2
1.2. Formulación del Problema.....	9
1.3. Delimitación de la investigación: .....	9
1.4. Objetivos .....	9
1.4.1. Objetivo General .....	9
1.4.2. Objetivos específicos .....	10
1.5. Justificación.....	10
1.5.1. Justificación Práctica:.....	10
1.5.2. Justificación Valorativa:.....	10
1.5.3. Justificación Académica:.....	10
1.6. Tipo de Investigación.....	11
1.6.1. Según el Propósito.....	11
1.6.2. Según el Diseño.....	11
1.7. Hipótesis.....	11
1.8. Variables .....	11
1.8.1. Variable Independiente .....	11
1.8.2. Variable Dependiente.....	11
1.9. Operacionalización de Variables .....	8
CAPITULO 2 REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	10
2.2. Base Teórica .....	13
2.2.1. Área de Mantenimiento .....	13
2.2.2. Área De Operaciones .....	39
2.2.3. Definición de Términos .....	61

CAPITULO 3 DIAGNOSTICO .....	63
3.1. Identificación del Problema e Indicadores.....	64
3.1.1. Misión.....	64
3.1.2. Visión.....	64
3.1.3. Principios y Valores.....	64
3.2. Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.....	65
3.2.1. Área de Operaciones.....	65
3.2.2. Área de Mantenimiento.....	65
3.3. Identificación del problema e indicadores.....	67
3.3.1. Diagrama de Ishikawa.....	67
3.3.1 Matriz de indicadores:.....	69
CAPITULO 4 SOLUCIÓN PROPUESTA.....	70
4.1. Área de operaciones .....	71
4.1.1. CR5: No existe planificación de distribución de tracto-camiones.....	71
4.1.2. CR3: Falta de Capacitación .....	77
4.2. Área mantenimiento .....	86
4.2.1. CR2: No existe control de mantenimiento preventivo y reparaciones.....	86
4.2.2. CR3: Falta de procedimientos de trazabilidad.....	106
4.1.3. CR6: Reparaciones Ineficientes.....	121
CAPITULO 5 EVALUACIÓN FINANCIERA.....	137
5.1. Inversiones .....	138
5.1.1. Inversión área de mantenimiento.....	138
5.1.2. Inversión área de operaciones.....	139
5.2. Beneficios.....	140
5.2.1. Beneficios área de mantenimiento.....	140
5.2.2. Beneficios área de operaciones.....	141
5.3. Detalle de GAV:.....	141
5.4. Evaluación económica financiera .....	142
CAPITULO 6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	143
6.1. Resultados y discusión.....	144
6.1.1. Operaciones .....	144
6.1.2. Mantenimiento .....	145
CAPITULO 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	147

7.1. Conclusiones.....	148
7.2. Recomendaciones.....	149
BIBLIOGRAFÍA .....	150
ANEXOS .....	153

## INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO .....	14
ILUSTRACIÓN 2: VARIABLES Y PARÁMETROS DE ENTRADA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	15
ILUSTRACIÓN 3: TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	16
ILUSTRACIÓN 4: MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	18
ILUSTRACIÓN 5: DIAGRAMA DE DECISIÓN PARA EFECTUAR MANTENIMIENTO .....	19
ILUSTRACIÓN 6: EFECTOS DE MANTENIMIENTO REACTIVOS SOBRE LA DISPONIBILIDAD SOBRE LA DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO .....	20
ILUSTRACIÓN 7: CURVA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	21
ILUSTRACIÓN 8: COMPORTAMIENTO DE CURVA DE CONFIABILIDAD Y PROBABILIDAD.....	23
ILUSTRACIÓN 9: COMPORTAMIENTO DE CURVA DE CONFIABILIDAD Y PROBABILIDAD.....	24
ILUSTRACIÓN 10: COMPORTAMIENTO DE CURVA DE BAÑERA O DAVIES DEFINIDO POR ETAPADAS .....	25
ILUSTRACIÓN 11: MODELO DE ESTRUCTURAL TPM.....	27
ILUSTRACIÓN 12: CICLO DE DEMING PVHA .....	29
ILUSTRACIÓN 13: FLUJO DE ACTIVIDADES – TPM.....	32
ILUSTRACIÓN 14: LAS 6 GRANDES PÉRDIDAS Y LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO .....	37
ILUSTRACIÓN 15: METAS DE MEJORA PARA PÉRDIDAS CRÓNICAS .....	38
ILUSTRACIÓN 16: MODELO DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN .....	41
ILUSTRACIÓN 17: MODELO DE DESARROLLO DE CAPACITACIÓN.....	46
ILUSTRACIÓN 18: DIAGRAMA ISHIKAWA DEL ÁREA DE OPERACIONES .....	67
ILUSTRACIÓN 19: DIAGRAMA ISHIKAWA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO ...	68
ILUSTRACIÓN 20: ENTORNO VISUAL DE LA SIMULACIÓN EN PROMODEL...	74
ILUSTRACIÓN 21: HISTOGRAMA DE OCUPABILIDAD DE TRACTO-CAMIONES .....	75

ILUSTRACIÓN 22: HISTOGRAMA DE OCUPABILIDAD DE TRACTO-CAMIONES .....	76
ILUSTRACIÓN 23: PERFIL DEL PUESTO DE CHOFERES .....	80
ILUSTRACIÓN 24: PROCEDIMIENTO DE PRE-OPERACIÓN DE TRACTO CAMIONES .....	102
ILUSTRACIÓN 25: PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA Y E INSPECCIÓN DE TRACTO CAMIONES. ....	111
ILUSTRACIÓN 26: FORMATO LUP DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO AGRÍCOLA.....	116
ILUSTRACIÓN 27: FORMATO DE LISTA DE PREGUNTAS PARA LUP.....	117

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: PRODUCCIÓN ANUAL EN LOS AÑOS DEL 2011-2016 .....	5
TABLA 2: DISPONIBILIDAD DE TRACTO-CAMIONES DEL ÁREA DE COSECHA AÑOS 2011-2016 .....	7
TABLA 3: CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE TRACTO-CAMIONES DEL ÁREA DE COSECHA DEL AÑO 2016 .....	8
TABLA 4: MODELO DE MATRIZ ILOU .....	45
TABLA 5: INDICADORES DEL ÁREA DE OPERACIONES .....	69
TABLA 6: INDICADORES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO.....	69
TABLA 7: CONSOLIDADO DE TIEMPOS DE TRACTO-CAMIONES.....	71
TABLA 8: RESULTADOS DE SIMULACIÓN CON UN 20% DE DESOCUPABILIDAD. ....	72
TABLA 9: DETALLES DE DATOS PARA EL COSTEO DE INEXISTENTE PLÁNIFICACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE TRACTO CAMIONES.....	72
TABLA 10: RESUMEN DE COSTOS PERDIDOS POR TIEMPOS EN COLAS DE CARGUÍO.....	73
TABLA 11: TIEMPOS A UTILIZAR EN LA SIMULACIÓN .....	74
TABLA 12: CONSOLIDADO DE DESOCUPABILIDAD DE TRACTO-CAMIONES ANTES DE LA SIMULACIÓN.....	75
TABLA 13: CONSOLIDADO DE DESOCUPABILIDAD DE TRACTO CAMIONES DESPUÉS DE REAJUSTAR LA DISTRIBUCIÓN DE TRACTO-CAMIONES. ....	76
TABLA 14: DETALLES DE DATOS PARA EL COSTEO FALTA DE CAPACITACIÓN .....	78
TABLA 15: CONSOLIDADO DE TIEMPOS PROMEDIO POR ACTIVIDAD PARA EL TRANSPORTE .....	78
TABLA 16: COSTOS MENSUALES POR FALTA DE CAPACITACIÓN .....	79
TABLA 17: MATRIZ DE HABILIDADES ILOU CASA GRANDE S.A.A.....	81
TABLA 18: RESUMEN DE NECESIDAD DE CAPACITACIÓN – ENGANCHE Y DESENGANCHE DE CANASTAS .....	82
TABLA 19: RESUMEN DE NECESIDAD DE CAPACITACIÓN – MANIOBRA EN CUARTELES.....	83
TABLA 20: INSPECCIÓN GENERAL DE MAQUINARIA .....	83

TABLA 21: RESUMEN DE NECESIDAD DE CAPACITACIÓN – CONDUCCIÓN CON 4 CARRETAS.....	83
TABLA 22: CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES.....	84
TABLA 23: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO FLOTA DE COSECHA TRANSPORTE DE CAÑA, AÑO 2016. ....	87
TABLA 24: SEGUIMIENTO DE FALLAS DE LA FLOTA DE TRANSPORTE DE COSECHA DE CAÑA DEL AÑO 2016. ....	88
TABLA 25: COSTOS ASUMIDOS POR FALTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2016 .....	89
TABLA 26: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROGRAMA TPM .....	91
TABLA 27: CUADRO DE EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE TRANSPORTE DE CAÑA .....	92
TABLA 28: MATRIZ DE CRITICIDAD DE SISTEMA DE TRACTO CAMIONES 350- 450 HP .....	93
TABLA 29: ANÁLISIS DE MÉTODOS FALLO Y EFECTOS DEL SISTEMA MOTOR.....	94
TABLA 30: HOJA DE DECISIÓN SISTEMA MOTOR.....	94
TABLA 31: ANÁLISIS DE MÉTODOS FALLO Y EFECTOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	94
TABLA 32: HOJA DE DECISIÓN SISTEMA ELÉCTRICO.....	95
TABLA 33: ANÁLISIS DE MÉTODOS FALLO Y EFECTOS DEL SISTEMA DE FRENOS .....	95
TABLA 34: HOJA DE DECISIÓN SISTEMA FRENOS.....	95
TABLA 35: ANÁLISIS DE MÉTODOS FALLO Y EFECTOS DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN.....	96
TABLA 36: HOJA DE DECISIÓN SISTEMA SUSPENSIÓN.....	96
TABLA 37: HISTORIAL DE FALLAS PROMEDIO DE LA FLOTA DE TRANSPORTE DE CAÑA SEGÚN CRITERIO AMEF, SISTEMA MOTOR Y ELÉCTRICO AÑOS 2013-2016.....	97
TABLA 38: HISTORIAL DE FALLAS PROMEDIO DE LA FLOTA DE TRANSPORTE DE CAÑA SEGÚN CRITERIO AMEF, SISTEMA FRENOS Y MOTOR AÑOS 2013-2016.....	98

TABLA 39: FORMATO M-1 CHECK LIST DE TRACTO CAMIONES 350 -450HP .....	100
TABLA 40: TOMA DE TIEMPOS DE ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN TRACTO CAMIONES INTERNATIONAL 350HP A 450 HP .....	101
TABLA 41: ESTANDARIZACIÓN DE TIEMPOS ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN TRACTO CAMIONES INTERNATIONAL 350HP A 450 HP.....	101
TABLA 42: ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO INTERNATIONAL 9100 350 A 450HP .....	104
TABLA 43: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE FLOTA TRANSPORTE DE CAÑA 2017 .....	105
TABLA 44: MUESTRA DE FALLAS M2 DE FLOTA TRANSPORTE DE CAÑA...	107
TABLA 45: CAUSAS DE RETRASOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO ....	108
TABLA 46: ACTIVIDADES DE LIMPIEZA DE TRACTO CAMIONES. ....	110
TABLA 47: ACTIVIDADES DE ANÁLISIS DE FALLA EN REPARACIÓN CORRECTIVAS DE EQUIPO.....	110
TABLA 48: MATERIALES REQUERIDOS PARA LIMPIEZA DE TRACTO CAMIONES .....	113
TABLA 49: CRONOGRAMA DE LIMPIEZA DE TRACTO CAMIONES MES DE OCTUBRE-2017.....	113
TABLA 50: CRONOGRAMA DE REUNIONES LUP ÁREA MANTENIMIENTO...	119
TABLA 51: COSTOS DE MATERIALES PARA REUNIONES LUP .....	120
TABLA 52: COSTOS DE MANO DE OBRA PARA REUNIONES LUP .....	120
TABLA 53: BENEFICIOS DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO .....	121
TABLA 54: CONFIABILIDAD DE FLOTA DE TRANSPORTE DE COSECHA AÑO 2016 .....	122
TABLA 55: CUANTIFICACIÓN DE FALLAS DE SISTEMAS DE LA FLOTA DE TRANSPORTE COSECHA AÑO 2016. ....	123
TABLA 56: HISTORIAL DE FALLAS DE SISTEMAS DE FLOTA DE COSECHA EN EL AÑO 2016 .....	123
TABLA 57: FACTORES QUE REPERCUTEN EN LAS FALLAS FRECUENTES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE SERVICIOS AGRÍCOLAS.....	124



TABLA 58: CRONOGRAMA PARA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	126
TABLA 59: MUESTRO DE ANÁLISIS DE ACEITE MOTOR EN TRACTO CAMIONES .....	127
TABLA 60: MUESTRO DE ANÁLISIS DE ACEITE CORONA EN VEHÍCULOS DE CARGA PESADA 30 TN .....	128
TABLA 61: MUESTRO DE ANÁLISIS DE ACEITE CAJA EN VEHÍCULOS DE CARGA PESADA 30 TN .....	128
TABLA 62: MUESTRO DE ANÁLISIS DE ACEITE DIRECCIÓN EN VEHÍCULOS DE CARGA PESADA 30 TN .....	129
TABLA 63: FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	130
TABLA 64: CRONOGRAMA MANTENIMIENTO PREDICTIVO MENSUAL.....	131
TABLA 65: CRONOGRAMA MANTENIMIENTO PREDICTIVO MENSUAL.....	133
TABLA 66: FORMATO MP-1 DE VERIFICACIÓN DE ANÁLISIS DE ACEITE ....	134
TABLA 67: DIAGRAMA DE FLUJO SEGÚN ESTADO DE ACEITE .....	135
TABLA 68: BENEFICIOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	136
TABLA 69: INVERSIÓN EN DISEÑO Y CAPACITACIÓN DE METODOLOGÍAS	138
TABLA 70: INVERSIÓN EN ACTIVOS.....	138
TABLA 71: INVERSIÓN EN PERSONAL Y TERCEROS.....	139
TABLA 72: INVERSIÓN EN DISEÑO Y CAPACITACIÓN DE METODOLOGÍAS	139
TABLA 73: INVERSIÓN EN ACTIVOS.....	139
TABLA 74: BENEFICIOS ECONÓMICOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO.	140
TABLA 75: BENEFICIOS AREA DE OPERACIONES .....	141
TABLA 76: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA .....	142
TABLA 77: PROPUESTA DE DISPONIBILIDAD .....	144
TABLA 78: PROPUESTA DE ESPERA DE COLAS POR CARGUIO .....	145
TABLA 79: PROPUESTA DE MANTENIBILIDAD .....	146

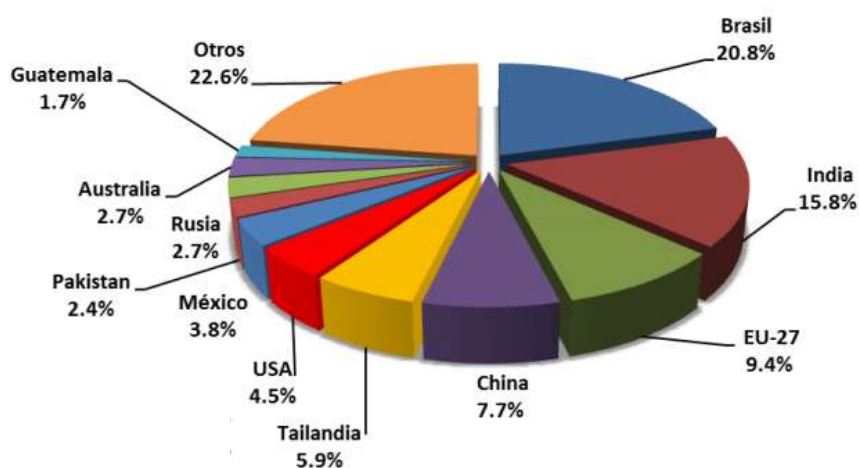
**CAPITULO 1**  
**GENERALIDADES DE LA**  
**INVESTIGACION**

## 1.1. Realidad Problemática de la Agroindustria Casa Grande S.A.A.

A nivel internacional el sector azucarero se ha convertido en uno de los mercados más competitivos. Entregar tarde o de forma defectuosa el producto puede significar perder a un cliente. Este es un sector complejo que tiene un impacto significativo en los precios, el medio ambiente y el consumo de energía, el crecimiento de este sector implica cada vez más productos de mayor calidad y el manejo óptimo de todos los recursos implicados puede no sólo significar mejores resultados financieros, sino la supervivencia de la propia empresa.

A continuación se muestra un gráfico de participación en producción anual de azúcar años 2014-2015.

Gráfico N°1: Porcentaje de Participación mundial de producción mundial de azúcar.



Fuente: Análisis Económico ABG, 2015.

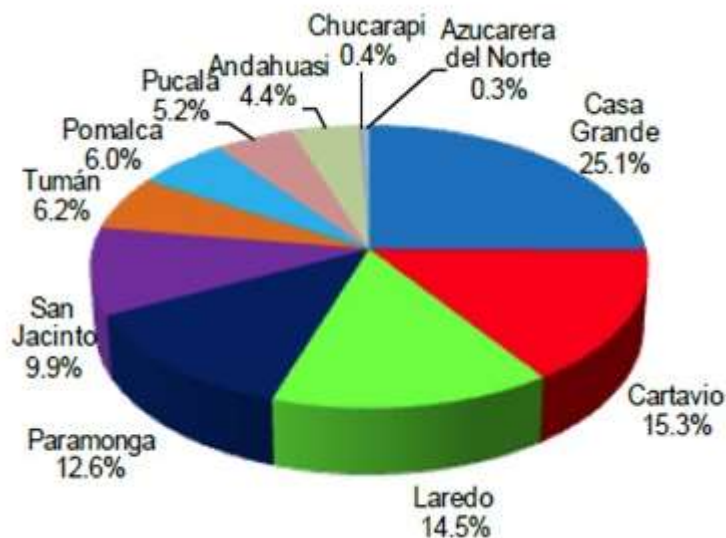
De acuerdo a esas estadísticas y a los datos de la producción de 2014 Y 2015 (actualizado a diciembre de 2014), se esperaba que los principales productores fueran Brasil como primer productor de azúcar en el mundo con 35,8 millones de toneladas métricas, le sigue India con 27,3 millones toneladas métricas, en tercera posición se encuentra La Unión Europea con 16,3 millones toneladas métricas y por último China con 13,3 toneladas

métricas; estos 4 países concentran aproximadamente el 53,7% de la producción mundial. Por su parte, Guatemala se posiciona en el onceavo lugar con 2,6 millones de toneladas métricas, que representa aproximadamente el 1.7% de la producción mundial. (Análisis Económico ABG, 2015)

En la actualidad, en el Perú existen empresas nacionales con significativa importancia como por ejemplo: Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., Agroindustrial Tuman S.A.A., Agroindustrial Pomalca S.A.C., entre otras. Éste sector presenta un crecimiento anual promedio de 8,5% en relación a lo proyectado por del Ministerio de Agricultura en el mismo Estudio se indicaba un crecimiento máximo de este sector en un 10% para el periodo de 2010 – 2015, pero tomando en consideración el ritmo de crecimiento del PBI estimado del 4% según el BCR no se tiene un panorama tan óptimo de esta situación. En la actualidad según el MINAG (Ministerio de Agricultura), a inicios de enero del 2017 el Kilo de azúcar rubia nacional tiene un costo de 2,26 soles y en abril se elevó hasta 2,70 soles causando un incremento desproporcional de 16.29%. (Informe Anual MINAG, 2015)

En La Libertad encontramos alrededor de 10 agroindustrias que poseen el 65% de las hectáreas sembradas de caña de azúcar a nivel nacional, entre una de ellas se encuentra CASA GRANDE S.A.A. una empresa líder en producción de azúcar rubia que es parte del grupo GLORIA de la y cual es dueña COAZUCAR (Corporación azucarera del Perú, la cual tiene la producción de azúcar de más alta del país. A continuación se presenta un gráfico de participación de producción de azúcar a nivel mundial.

Gráfico N° 2: Participación de producción de azúcar en Perú 2012-2015



Fuente: Memoria Casa Grande S.A.A., 2015

La fábrica de Casa Grande S.A.A. cuenta con una producción promedio de 10.250 toneladas de azúcar rubia por día, contando con 2 líneas de producción: trapiche y difusor. El trapiche es la línea principal de producción el cual tiene una capacidad de molienda de 6000 a 7500 toneladas de caña de azúcar por día, teniendo un ratio de producción promedio de 365 toneladas por hora, además de contar con una disponibilidad promedio del 80%; ésta lavadero presenta un porcentaje de limpieza del 90% de las impurezas. La segunda línea difusor cuenta con una capacidad de molienda menor lo cual representa de 3500 a 4000 toneladas por día, lo que representa 195 toneladas por hora, cuenta con una disponibilidad promedio del 75% y cuenta con un porcentaje de limpieza del 97.5% La capacidad de producción no aprovechada de la fábrica representa 3.208,33 toneladas de caña no procesadas diariamente lo que anualmente es una producción de 1.058.750 toneladas de azúcar rubia, esto resulta ser un total de 3.282.125 miles de soles perdidos anualmente.

**Tabla 1: Producción anual en los años del 2011-2016**

Años	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Produccion Trapiche	1.647.063,28	1.754.673,80	1.570.094,95	1.873.906,12	1.468.683,75	1.866.381,35
Produccion Difusor	721.116,50	650.180,00	883.837,50	646.800,00	703.164,00	830.050,00
Disponibilidad Trapiche	79,78%	82,71%	78,95%	83,21%	79,13%	81,18%
Disponibilidad Difusor	74,11%	74,67%	75,75%	74,55%	74,85%	75,31%
Producción estimada	2.500.000,00	2.500.000,00	2.500.000,00	2.500.000,00	2.500.000,00	2.600.000,00
Producción real	2.368.179,78	2.404.853,80	2.453.932,45	2.520.706,12	2.171.847,75	2.696.431,35
Desviación producción	- 131.820,22	- 95.146,20	- 46.067,55	20.706,12	- 328.152,25	96.431,35
Costo LCL	S/. 26.693.595	S/. 19.267.106	S/. 9.328.680	S/. -	S/. 66.450.830,63	S/. -

Fuente: Área de planificación de servicio agrícolas Casa Grande S.A.A.

Las principales actividades de esta empresa son el cultivo, transformación, industrialización y comercialización de caña de azúcar y sus derivados los cuales son: azúcar rubia y refinada, alcohol, melaza, bagazo entre otros, actualmente la empresa cuenta con aproximadamente 600 campos en promedio lo cual representa 24000 hectáreas hábiles para el sembrío de caña de azúcar. CASA GRANDE S.A.A. cuenta con una molienda de caña de azúcar de 2'250'000 toneladas anuales en promedio las cuales son cosechadas y procesadas con un rendimiento en promedio de 1.1 sacos de azúcar rubia de 100 kg por tonelada de caña con un costo promedio de 3,1 soles por kg; se obtiene aproximadamente 275.000,00 toneladas de azúcar rubia anuales de las cuales el 25% son dirigidas para exportación y el resto para consumo nacional.

Cabe mencionar que en los últimos años los costos en el área de operaciones de transporte, taller y fábrica han sufrido fluctuaciones en un valor razonable, dicho efecto es extrapolado conllevando a que el resultado operativo pase de S/159.8 millones a S/288.8 millones entre el 2015 y 2016 y el margen operativo de taller aumento de 10.44% a 15.16%, el margen de transporte aumento de 22,21% a 25,82%, por otro lado el margen bruto de fábrica disminuyo de 12,84% a 12,53%. (Informe Equilibrium Coazucar, 2016)

Gráfico N°3: Evolución de márgenes operativos 2015 a 2016



Fuente: Informe Equilibrium Coazucar, 2016

Esta empresa presenta las gerencias de campo, servicios agrícolas, fabrica entre otras; la gerencia de servicios agrícolas está encargada del área de cosecha. Esta área presenta bajos rendimientos en planificación de sus operaciones y mantenimiento de tracto camiones los cuales son enviados a los diferentes frentes de cosecha para transportar la caña a fábrica, actualmente la flota es de 15 tracto camiones, la disponibilidad promedio de la flota es del 75%, esta baja disponibilidad causa la tercerización de servicios de transporte, este servicio es un 33,33% más costoso que el transporte de caña propio.

**Tabla 2: Disponibilidad de Tracto-camiones del área de Cosecha años 2011-2016**

Años	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Disponibilidad %	80,32%	78,85%	68,92%	69,19%	75,76%	71,15%
Disponibilidad meta %	85%	85%	85%	85%	85%	85%
Tiempo Operación %	49%	44%	48%	52%	58%	63%
Tiempo Off %	18%	20%	31%	31%	19%	16%
Tiempo Parada %	33%	36%	21%	17%	23%	21%
tn/viaje	102,55	105,55	95,5	100,72	101,86	104,51
tn/hora	179,4625	184,7125	167,125	176,26	178,255	182,8925
Desviacion						
Indisponibilidad	4,68%	6,15%	16,08%	15,81%	9,24%	13,85%
Horas perdidas	192,96	370,8	1157,76	1138,32	516,3	725,6
Rendimiento Afectado	0,1	0,12	0,15	0,14	0,15	0,13
Toneladas Terciarizadas	38.091,99	76.710,36	222.514,24	228.729,92	105.838,01	149.958,68
Costo de LCL	571.379,89	1.150.655,44	3.337.713,54	3.430.948,84	1.587.570,22	2.249.380,23

Fuente: Área de planificación de servicio agrícolas Casa Grande S.A.A.

Se transportan un promedio de 100 toneladas de caña por viaje, la cantidad de los viajes es muy variable por la deficiente gestión de la operación, se tiene un rango de 3 a 10 viajes por tracto, lo cual representa una inadecuada asignación de viajes a las unidades, además se observa que el porcentaje de operación promedio en los últimos años es del 52% y el tiempo en parada es de un 25%, por lo cual se necesita una buena distribución de unidades para evitar la falta de caña en fábrica, una adecuada gestión de operaciones y mantenimiento, además de evitar los costos adicionales de tercerización de carguío que en promedio representa 2.054.608,03 soles anualmente.

El mantenimiento de la flota presenta deficiencias constantes por la baja disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad que ofrece el taller de servicios agrícolas a los equipos. A continuación se presenta los indicadores generales de taller del año 2016.

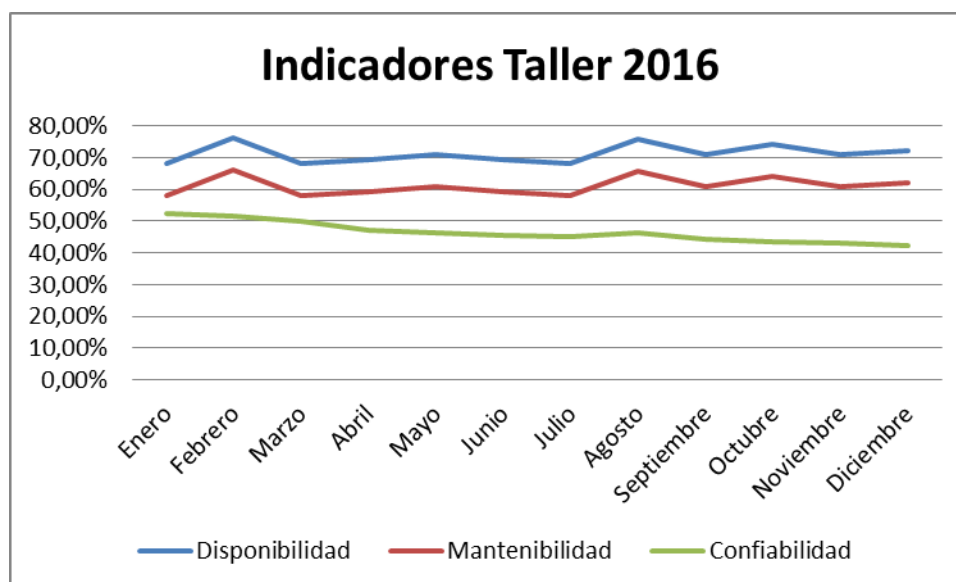


**Tabla 3: Indicadores Generales de Taller y Operaciones de servicios agrícolas año 2016**

MES	KM/GALON	TN/VIAJE	Disponibilidad	Mantenibilidad	Confiabilidad	% Operación	%Parada	% Motor OFF
Enero	4,24	95,83	68,02%	57,92%	52,23%	58%	22,35%	12,19%
Febrero	3,86	104,76	76,11%	66,01%	51,41%	63%	21,57%	14,44%
Marzo	3,05	111,52	68,15%	58,05%	50,12%	54%	22,93%	13,32%
Abril	4,29	93,12	69,19%	59,09%	47,23%	42%	25,01%	11,72%
Mayo	4,21	115,12	71,01%	60,91%	46,41%	47%	24,05%	18,22%
Junio	4,15	96,15	69,18%	59,08%	45,67%	67%	20,96%	19,45%
Julio	4,05	107,12	68,14%	58,04%	45,11%	68%	20,66%	21,15%
Agosto	4,99	98,13	75,73%	65,63%	46,16%	61%	21,57%	22,59%
Septiembre	4,01	115,12	71,04%	60,94%	44,12%	55%	18,92%	18,19%
Octubre	4,21	107,15	74,09%	63,99%	43,56%	67%	20,83%	12,34%
Noviembre	4,53	108,91	71,02%	60,92%	43,11%	115%	12,70%	13,45%
Diciembre	4,44	101,2	72,06%	61,96%	42,17%	66%	20,86%	13,15%
<b>Promedio</b>	<b>4,17</b>	<b>104,51</b>	<b>71,15%</b>	<b>61,05%</b>	<b>46,44%</b>	<b>63,11%</b>	<b>21,04%</b>	<b>15,85%</b>

Fuente: Área de taller de servicios agrícolas Casa Grande S.A.A.

**Grafica N°3: Indicadores generales de Taller Servicios Agrícolas 2016**



Fuente: Elaboración Propia.

La disponibilidad promedio del año anterior fue de 71,15%, siendo la meta para ese año de un 85%, esto representa una pérdida de 2.249.380 soles anuales. Es decir por cada 1% de disponibilidad perdida se asume un costo de 16.235,50 soles anuales en este año.

La confiabilidad de las reparaciones tiene una tendencia decreciente, en promedio es de 46,44%, siendo la meta para ese año de 70%, lo cual significa que la probabilidad de que el equipo falle en operación es elevada, esto da entender que los análisis de falla y reparaciones no se realizan de una manera adecuada. Esta ineficiencia represento una pérdida de 1.007.276 soles anuales, por la reparación de los equipos y tercerización de transporte. Es decir por cada 1% confiabilidad perdida se asume un costo de 16.735,99 soles anuales en este año.

La mantenibilidad del taller de ese año fue de 61,05% en promedio, siendo la meta 85%, lo cual indica que el taller no cumple los plazos de entrega de la maquinaria en el plazo estipulado y no planifica adecuadamente su mantenimiento realizado. Esto represento una pérdida de 645.312 soles anuales. Es decir por cada 1% de mantenibilidad se asume un costo de 112.481,97 soles anuales en este año.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de implementación de la metodología TPM y simulación de operaciones de tracto camiones de la división de cosecha para incrementar la rentabilidad de la empresa Casa Grande S.A.A.?”

## **1.3. Delimitación de la investigación:**

La investigación se desarrollara en las áreas de operaciones y mantenimiento de la división de cosecha de la Agroindustria Casa Grande S.A.A.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar es el impacto de la propuesta de implementación de la metodología TPM y simulación de operaciones de tracto camiones de la división de cosecha para incrementar la rentabilidad de la empresa CASA GRANDE S.A.A.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Elaborar un análisis de las áreas de mantenimiento y operaciones de los tracto camiones de división cosecha de la empresa CASA GRANDE S.A.A.
- Elaborar la propuesta de mejora aplicando herramientas del TPM en mantenimiento y simulación en operaciones para incrementar la rentabilidad.
- Evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora.

#### **1.5. Justificación.**

##### **1.5.1. Justificación Práctica:**

La presente investigación, mejorará la rentabilidad de la empresa CASA GRANDE S.A.A. mediante la implementación de la propuesta de mejora.

##### **1.5.2. Justificación Valorativa:**

En el aspecto económico se justifica, debido a que la implementación de la propuesta de mejora permitirá incrementar la rentabilidad de la empresa.

##### **1.5.3. Justificación Académica:**

En el aspecto académico, se justifica ya que la presente investigación al aplicar herramientas de Ingeniería, servirá como guía o instrumento de consulta para futuras investigaciones.

## **1.6. Tipo de Investigación**

### **1.6.1. Según el Propósito**

Investigación Aplicada

### **1.6.2. Según el Diseño**

Pre-Experimental

## **1.7. Hipótesis**

La propuesta de implementación de la metodología TPM y simulación de operaciones de tracto camiones de la división de cosecha incrementará la rentabilidad de la empresa CASA GRANDE S.A.A

## **1.8. Variables**

### **1.8.1. Variable Independiente**

Implementación de la metodología TPM y simulación de operaciones de tracto camiones de la división de cosecha

### **1.8.2. Variable Dependiente**

Rentabilidad de la empresa CASRA GRANDE S.A.A.

## 1.9. Operacionalización de Variables

DESCRIPCIÓN	INDICADOR	FORMULA	DESCRIPCIÓN
Metodología TPM	%Mantenibilidad de reparaciones	$M(t) = 1 - e^{-\lambda t}$	Mide la mantenibilidad de los vehiculos en reparación
	% de cumplimiento de mantenimiento	$\frac{\text{Ordenes de Trabajo de Mantenimiento Ejecutadas} * 100}{\text{Ordenes de Trabajo de Mantenimiento Programadas}}$	Mide el grado de cumplimiento de mantenimiento
	% Disponibilidad de Maquinaria	$\frac{(\text{Tiempo utilización-Tiempo de baja}) * 100}{\text{Tiempo de utilización}}$	Mide la disponibilidad de maquinaria utilizada
	% de confiabilidad de reparaciones	$\frac{\text{Tiempo medio entre fallas}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$	Mide el porcentaje de confiabilidad de las unidades
Simulación de Operaciones	% de Tiempo en cola para carguio	$\frac{\text{Horas de Tracto-camiones en cola de carguio} * 100}{\text{Total de horas de Tracto-camiones}}$	Mide el porcentaje del tiempo perdido por colas de carguio
	% de Personal Capacitado	$\frac{\text{Personal Capacitado} * 100}{\text{Total de Personal a Capacitar}}$	Mide el porcentaje del personal capacitado
Rentabilidad	VAN (Valor Actual Neto)	$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$	Calcula el valor presente de un flujo de caja proyectado
	Beneficio Costo	$\frac{\text{Total de Ingresos en Valor Actual}}{\text{Total de Gastos en Valor Actual}}$	Mide la relación del total de ingresos obtenidos y de gastos realizados
	TIR (Tasa Interna de Retorno)	$TIR = \sum_{t=0}^n \frac{F^t}{(1 + i)^t} = 0$	Sirve para comparar la viabilidad del proyecto contra el costo de la oportunidad de inversión
	ROI (Retorno de la Inversión)	$\frac{\text{Beneficios Totales en el Valor Actual}}{\text{Total de Inversión}}$	Permite conocer el tiempo de recuperación de la inversión

Fuente: Elaboración Propia

**CAPITULO 2**  
**REVISIÓN DE LITERATURA**

## MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### LOCAL

- Castañeda Muñoz, Jackson Stewart. “Plan de mejora para reducir los costos en la gestión de mantenimiento de la empresa transportes Chiclayo s.a.”, 2015. Universidad César Vallejo- filial Trujillo.

“...El Plan de mejora permitió realizar la planificación de los mantenimientos preventivos y correctivos, permitiendo tener un mejor control en el proceso de producción. Concluyendo que implementando un plan de mantenimiento se obtiene un ahorro de 13.56% en el costo unitario por uso de equipo, además de incrementar el nivel de disponibilidad en un 20%...”

- Mantilla Tello, Freddy Rinaldi. “Rediseño de las operaciones de la empresa de transporte urbano Virgen de la Puerta S.A.”, 2014. Facultad de Ingeniería. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo.

“...En resumen, se obtuvo un ahorro de S/71,000 por la disminución de tiempo empleado en los servicios de transporte. La inversión propuesta es de S/14.490 por lo que el retorno de la inversión se realiza en menos de un año, obteniendo una TIR de 21,5% y un retorno de inversión de 1,5 años, con lo cual es muy recomendable implementar el uso del plan de diseño de operaciones...”

#### NACIONAL

- Chang Nieto, Enrique. “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler”, 2014. Facultad de Ingeniería. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima.

“...Como se puede observar, al considerar el sistema propuesto se pueden ahorrar 17.533,28 dólares. Esto en función a los costos operativos por mantener un equilibrio entre el costo por mantenimiento de equipo y un

aumento en la mantenibilidad del taller. Luego de proponer la inversión necesaria para mejorar la gestión de mantenimiento y almacenes se obtiene un VPN de 16.886 dólares, una TIR de 33%. Finalmente analizando la relación entre el Beneficio y Costo de Inversión, como es mayor a 1, entonces se acepta el proyecto debido a que los resultados superan la inversión...”

- Luque Percca, Elmer Eduardo. “Modelo de estimación y comparación de velocidades reales vs simuladas de los camiones Komatsu 930e en minera los pelambres – Antofagasta Minerals S.A.A”, 2016. Facultad de Ingeniería. Universidad del Altiplano.Cusco.

“...En resumen, se obtuvo un ahorro de S/52,562 por la disminución de tiempo en las rutas de transporte. La inversión propuesta es de S/10,490 por lo que el retorno de la inversión se realiza en menos de un año, obteniendo una TIR de 29%, con lo cual es muy recomendable implementar el uso de la simulación en el sistema de carguío...”



## **INTERNACIONAL**

- Álvarez Peralta, Darwin Enrique, “Propuesta de mejora del área de taller de mantenimiento para vehículos pesados volvo y mack, aplicando lean manufacturing para incrementar la rentabilidad de la empresa MANNUCCI DIESEL S.A.C.”, 2014. Facultad de Ingeniería Mecánica. PUCE. Quito  
“... Concluyendo que luego de evaluar la situación actual ha sido oportuno implementar la metodología del TPM ya que permitió un aumento de disponibilidad de 30%, además se redujo el tiempo de permanencia de equipo en taller en 25%, se eliminaron mermas como tiempo desperdiciado en análisis de fallas, garantizando así las políticas de eficiencia y seguridad en los trabajos de mantenimiento del taller logrando un beneficio económico total de 375,000 dólares anuales...”
- Galván Romero, Mario Daniel, “Implementación de un sistema de gestión eficiente de flotas de transporte para la sostenibilidad económica de la empresa de transporte Aguilar S.A.”, 2013. Para optar por el título de Master en Ingeniería Optima Financiera, México, D.F.  
“...Tras haber cumplido los objetivos específicos que fueron: Crear un Programa anual de asignación de flota a sucursales, aplicable para el manejo y el control de los vehículos de carga pesada; desarrollar un diagrama de Gantt que muestre la programación de actividades de cada unidad; desarrollar una Programación de simulación de operaciones a partir de datos históricos recopilados para ajustar el programa de carguío. Se percibe un beneficio total económico de 60.000 dólares mensuales y un aumento de eficiencia de flota del 28%, además de un ahorro de combustible del 15%...”

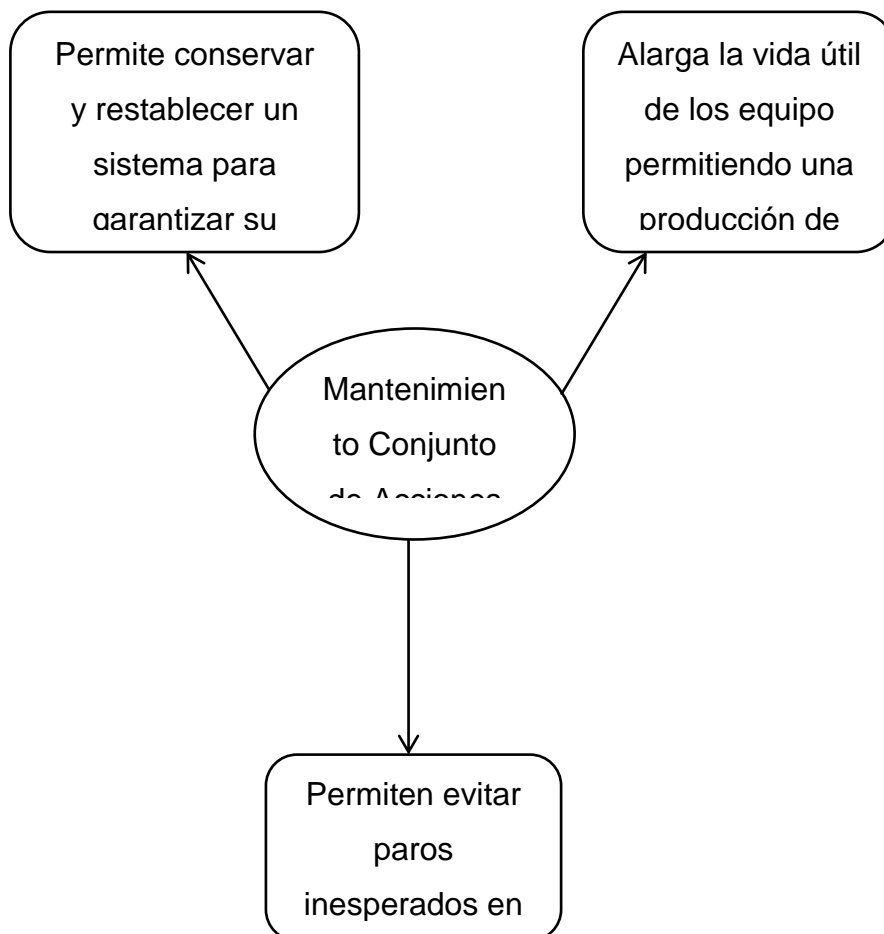
## 2.2. Base Teórica

### 2.2.1. Área de Mantenimiento

#### Definición de Mantenimiento:

Conjunto de actividades destinadas a mantener o a restablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión. (Silva, 2013).

GRÁFICO N°1: Mantenimiento Conjunto de Acciones

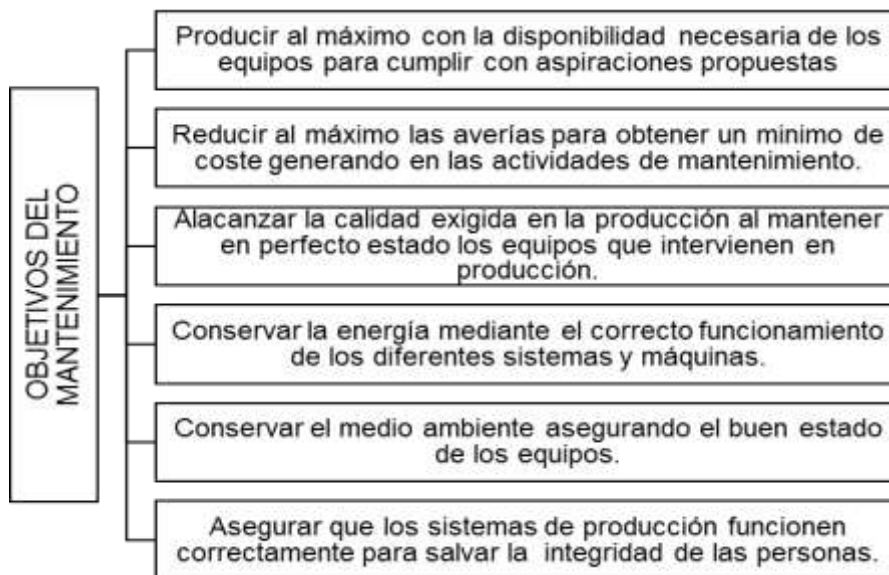


Fuente: Elaboración propia en base a conceptos de Silva, 2013.

## Objetivos de Mantenimiento:

Uno de los principales objetivos del mantenimiento es garantizar la producción necesaria en el momento oportuno y con el mínimo coste. Para saber si el mantenimiento que se lleva a cabo es el correcto hay que observar el nivel de consecución de los objetivos siguientes:

### Ilustración 1: Objetivos del Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia en base a conceptos de Ricky Smith 2013

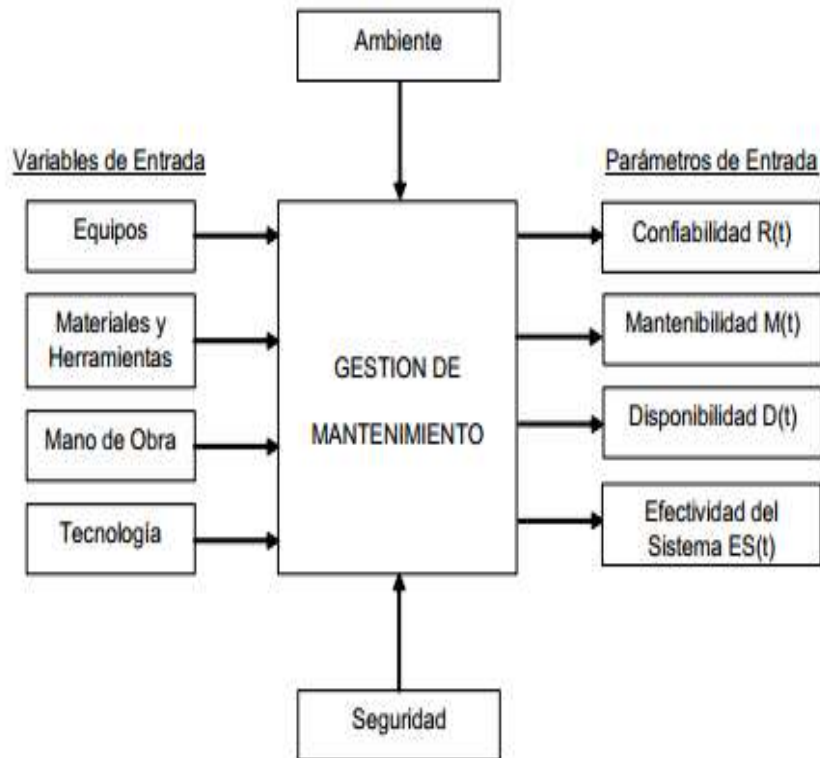
## Gestión de Mantenimiento:

Es una actividad dinámica donde interactúan varias variables complejas dentro de un patrón aleatorio, que se fundamenta en la teoría de probabilidades y su objetivo es la maximización de la efectividad del sistema, sin sacrificar el medio ambiente y la seguridad.

Esta actividad debe ser susceptible a ser: Planificada, dirigida y controlada.

A través de la Gerencia General de Mantenimiento que tiene como funciones primarias: Control de equipos, control de trabajos, control de materiales, control de costos y reporte a la gerencia. El mantenimiento debe ser analizado como un sistema abierto donde interactúan varias variables complejas. (Contreras, 2011).

## Ilustración 2: Variables y parámetros de entrada de Gestión de Mantenimiento



Fuente: Contreras, 2011

### Mantenimiento para flotas de transporte:

El mantenimiento es un conjunto de procedimientos, planificados de una manera exacta que tienen por objetivo alargar la vida útil de un mecanismo, el tal que puede estar en un vehículo.

El objetivo del mantenimiento es supervisar que las partes mecánicas de un sistema funciones de una manera adecuada y eficiente para su operación segura y confiable de su conductor.

Los objetivos principales de una flota de vehículos de transporte deben ser la seguridad, la comodidad, la calidad y el cumplimiento del servicio.

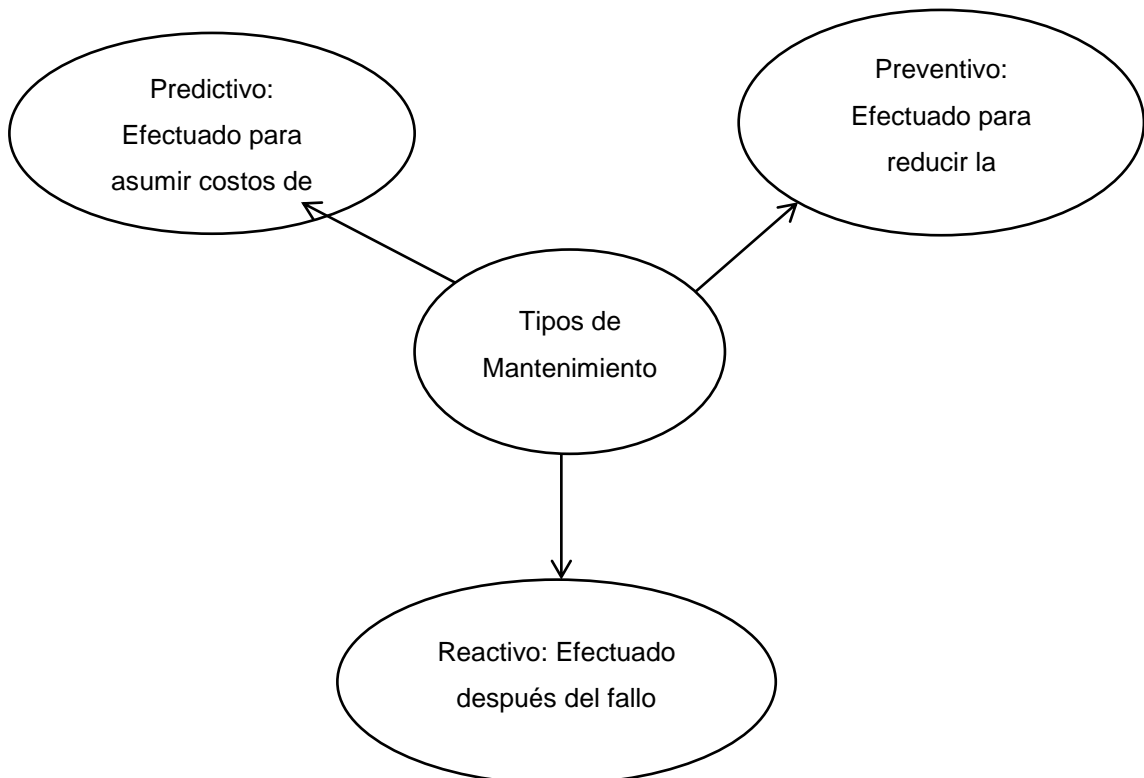
El plan de mantenimiento debe garantizar la disponibilidad de los automotores, aumentando su tiempo útil y disminuyendo las fallas, reduciendo los costos contribuyendo a la eficiencia de la empresa.

Un objetivo principal es la de considerar la vida útil de los vehículos si es rentable tener unidades con su vejez alta o remodelar la flota vehicular que dará mayor productividad a la empresa, lo que primero hay que realizar un registro observando minuciosamente los tipos de mantenimiento que la flota vehicular requiere, y cuáles son los costos , este punto dará al encargado de controlar los vehículos el punto de vista si seguir con vehículos con su vida útil elevada o invertir en una unidad nueva.(Contreras, 2011)

### **Tipos de Mantenimiento:**

El mantenimiento dentro de la industria ha sufrido una evolución importante empujada en gran parte por el desarrollo tecnológico de los equipos de control y medida. El mantenimiento para se clasifica en 3 como se detalla a continuación:

#### **Ilustración 3: Tipos de Mantenimiento**

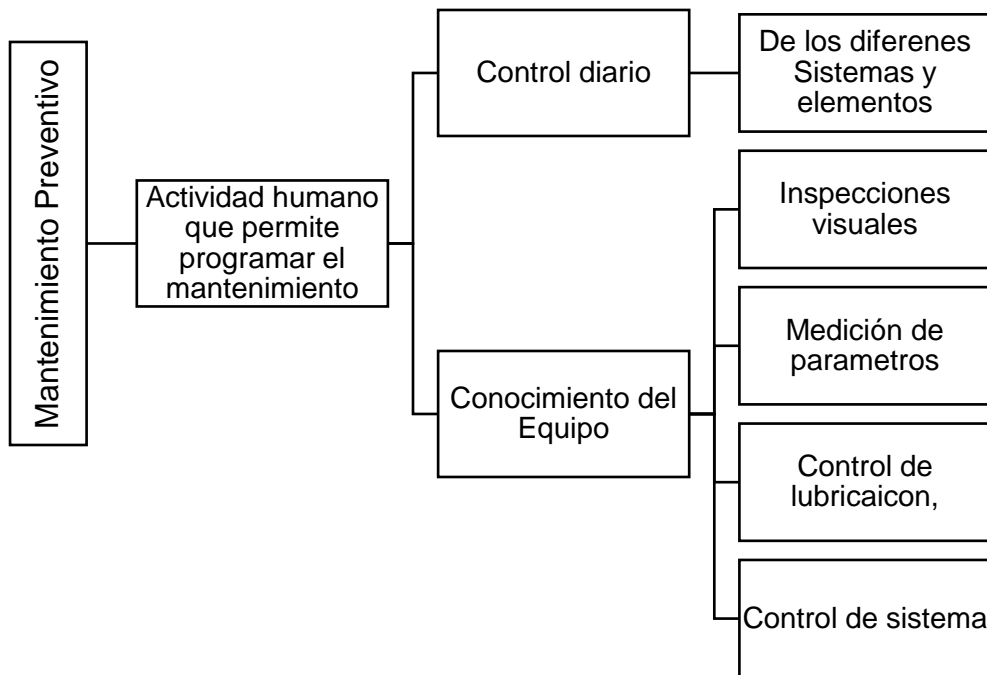


Fuente: Elaboración Propia con base en (Contreras, 2011)

### **Mantenimiento Preventivo:**

Es el que como su nombre lo dice, previene las fallas. Ha sido el más usado y su base de funcionamiento es la estadística, la observación, las recomendaciones del fabricante y el conocimiento del equipo. El lapso que se le permite trabajar a un elemento, depende de criterios tales como la recomendación del fabricante, el buen sentido del técnico y sobre todo el lapso de tiempo observado de duración de piezas similares. Con un buen mantenimiento preventivo, se obtienen experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, entre otros. La falta de mantenimiento preventivo en los equipos e instalaciones en una empresa ocasiona muchos de los accidentes que en ella ocurren o puede poner en riesgo la vida de las personas que allí trabajan. Si el plan de mantenimiento preventivo se realiza como lo hacen los planes de mantenimiento tradicionales, se tiene en cuenta que un equipo trabaja 8 horas laborales al día y 40 horas por semana; el mantenimiento planificado puede mejorar la productividad, reduce los costos de mantenimiento y alarga la vida de la maquinaria y equipos.(Contreras, 2011)

#### Ilustración 4: Mantenimiento Preventivo



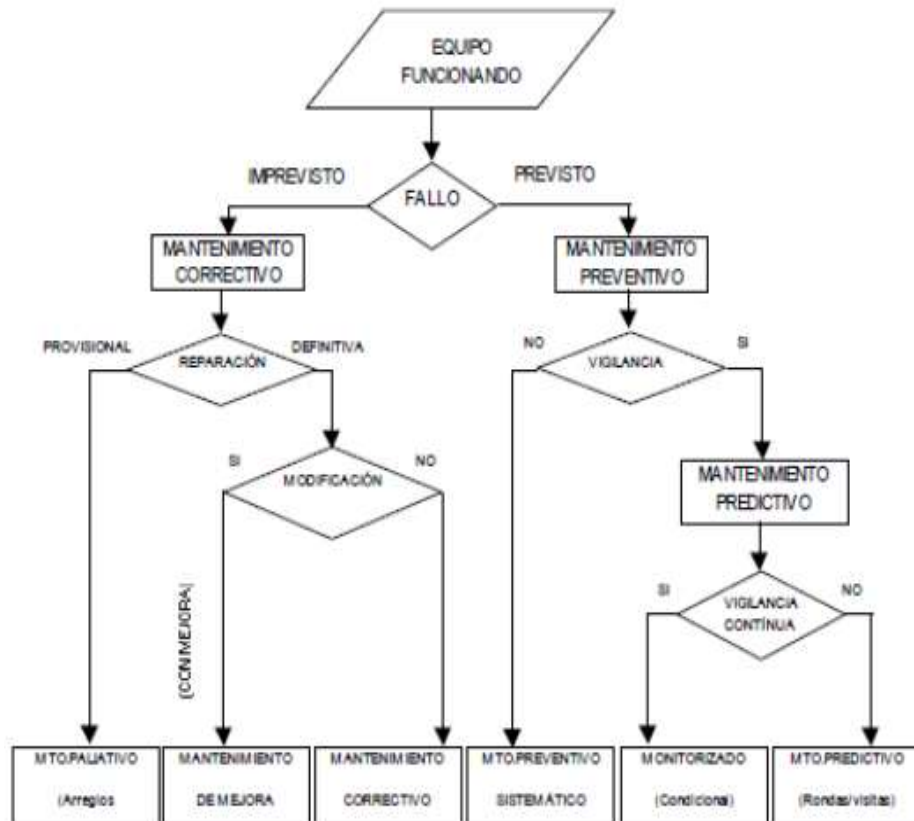
Fuente: Elaboración propia con base en (Contreras, 2011)

El Mantenimiento Preventivo, efectuado con intención de reducir la probabilidad de fallo, del que existen dos modalidades:

- El Mantenimiento Preventivo Sistemático, efectuado a intervalos regulares de tiempo, según un programa establecido y teniendo en cuenta la criticidad de cada máquina y la existencia o no de reserva.
- El Mantenimiento Preventivo Condicional o según condición, subordinado a un acontecimiento predeterminado.
- El Mantenimiento Predictivo, que más que un tipo de mantenimiento, se refiere a las técnicas de detección precoz de síntomas para ordenar la intervención antes de la aparición del fallo. (Jasso, 2011).

Un diagrama de decisión sobre el tipo de mantenimiento a aplicar, según el caso, se presenta en la figura:

**Ilustración 5: Diagrama de decisión para efectuar Mantenimiento**



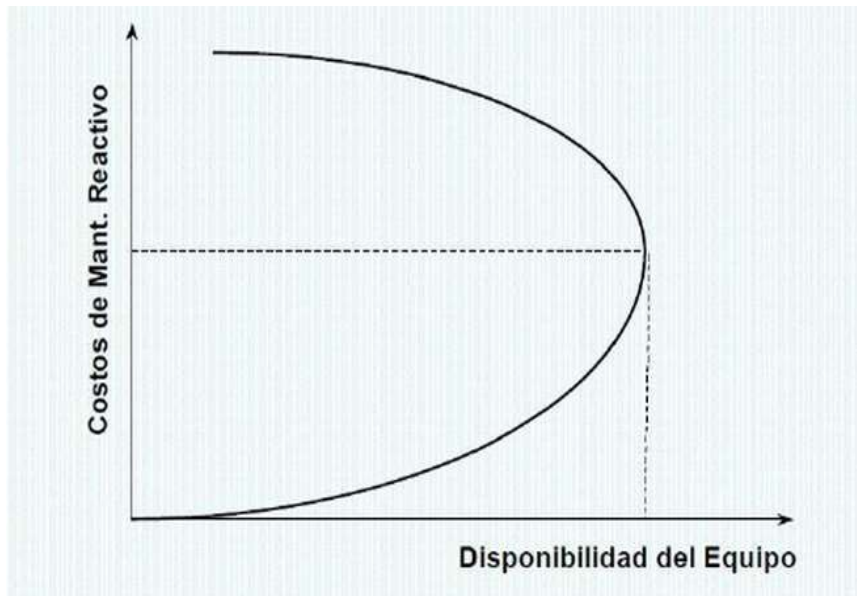
Fuente: Jasso, 2011

### **Mantenimiento Reactivo:**

En el mantenimiento en el cual no se realiza ningún tipo de planificación ni programación. Corresponde así a la reparación imprevista de fallas y se practica en las empresas, en aquellos componentes de bajo costo, donde el equipo es de una naturaleza auxiliar que no está directamente relacionado con la producción. Si se realizara en equipos directamente relacionados con la producción los costos de mantenimiento serían sumamente elevados. El efecto que el Mantenimiento Reactivo tiene sobre la disponibilidad del equipo. Cuando el Mantenimiento Reactivo es reducido por las inspecciones de Mantenimiento Preventivo, la disponibilidad el equipo aumenta. Se debe tener cuidado en evitar ambos extremos. En algún lugar, a lo largo de la curva, está la situación más económica.



### **Ilustración 6: Efectos de Mantenimiento Reactivos sobre la disponibilidad sobre la disponibilidad del equipo**

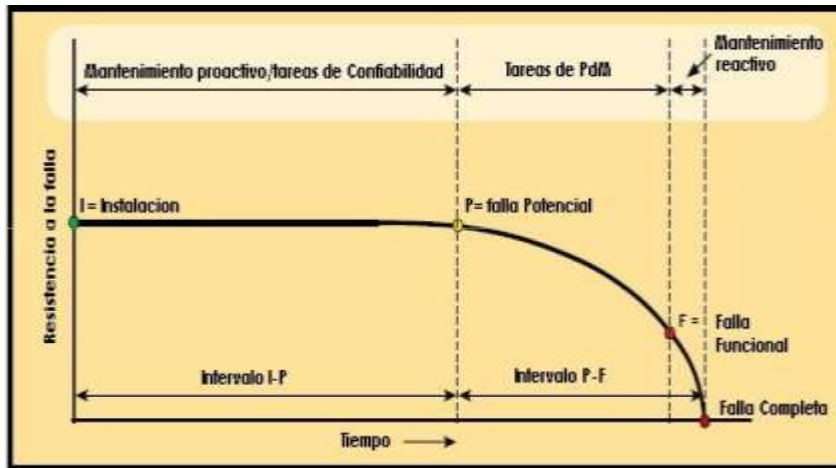


Fuente: Jasso, 2011

#### **Mantenimiento Predictivo:**

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar. (Garrido, 2011)

### Ilustración 7: Curva de Mantenimiento Preventivo



Fuente: GARRIDO, 2011

#### Limitaciones:

- No se aplica a aquellos sistemas en los que existen reglamentos o normas que estipulan el número máximo de horas de funcionamiento de las instalaciones o máquinas; en este caso se aplica el mantenimiento preventivo programado según dichos intervalos.
- Tampoco se aplica en aquellos sistemas en los que la detección de avería es costosa y/o poco fiable, ni en aquellos en los que la reposición se puede realizar a bajo costo y de forma inmediata.
- Mayores inversiones iniciales ya que la amortización de un sistema de mantenimiento predictivo resulta inicialmente costosa debido a la incorporación de los equipos de medida y recolección de datos. (González, 2009)

#### Indicadores Generales de Mantenimiento:

- **Disponibilidad:**

Se define la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total

considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico. Es una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionalidad de un equipo. (Mora, 2016)

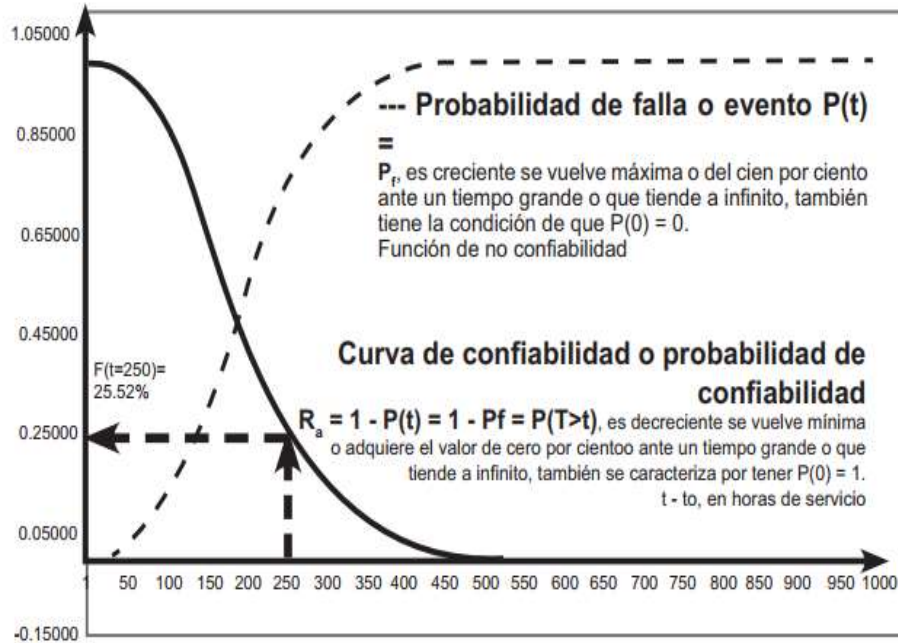
Disponibilidad = Horas Totales –Horas para por mantenimiento/horas totales

- **Confiabilidad:**

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseña, durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno.

Si no hay fallas, el equipo es 100% confiable; si la frecuencia de fallas es muy baja, la confiabilidad del equipo es aún aceptable, pero si es muy alta, el equipo es poco confiable. Un equipo con un muy buen diseño, con excelente montaje, con adecuadas pruebas de trabajo en campo y con un apropiado mantenimiento nunca debe fallar (en teoría); sin embargo, la experiencia demuestra que incluso los equipos con mejores diseños, montajes y mantenimientos fallan alguna vez. (Mora, 2016)

### Ilustración 8: Comportamiento de Curva de confiabilidad y probabilidad



Fuente: Alberto Mora Gutiérrez, 2016

La fórmula básica que se define para el cálculo de la confiabilidad es la siguiente:

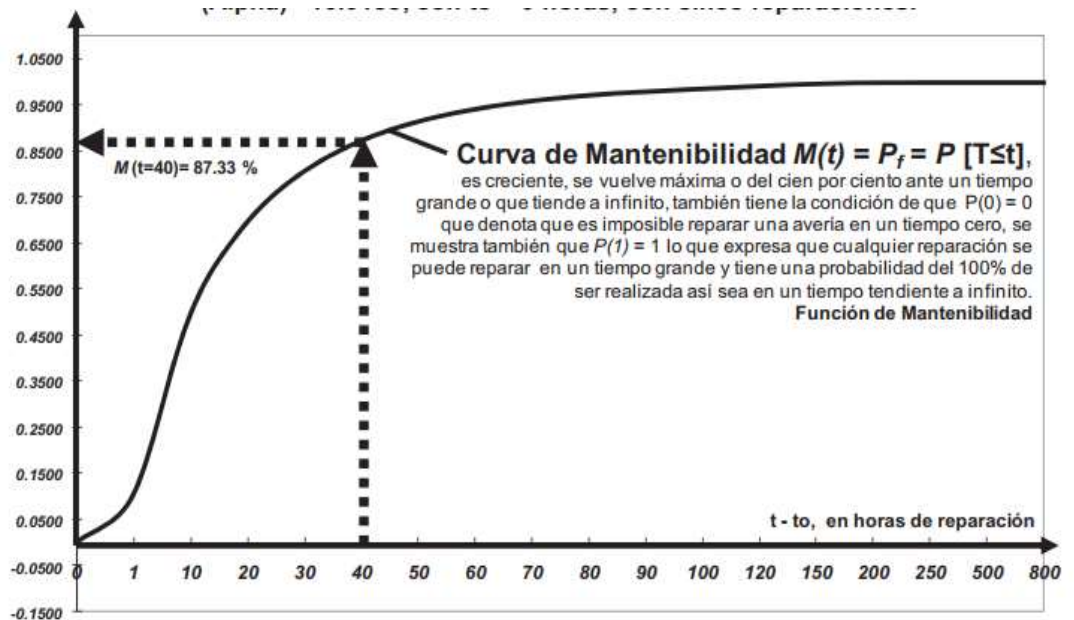
Confiabilidad =  $\frac{\text{Tiempo medio entre fallas}}{\text{Tiempo medio entre fallas} + \text{Tiempo medio entre reparaciones}}$

- **Mantenibilidad:**

Se denomina mantenibilidad a la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva (funcional o de servicio), mediante una reparación que implica realizar unas tareas de mantenimiento, para eliminar las causas inmediatas que generan la interrupción. La normalidad del sistema al restaurarse su funcionalidad se refiere a su cuerpo y a su función. Se asume que para restaurar el nivel de confianza de funcionalidad al equipo, la reparación se hace con personal adecuado con las habilidades necesarias y las herramientas adecuadas, con los datos y la información

técnica pertinente, con las características específicas de la función del equipo, con el conocimiento de los factores ambientales y de entorno que requiere el equipo para funcionar normalmente, con unos períodos de tiempo normales ya conocidos para realizar las tareas específicas de mantenimiento. (Mora, 2016)

### Ilustración 9: Comportamiento de Curva de confiabilidad y probabilidad



Fuente: Alberto Mora Gutiérrez, 2016

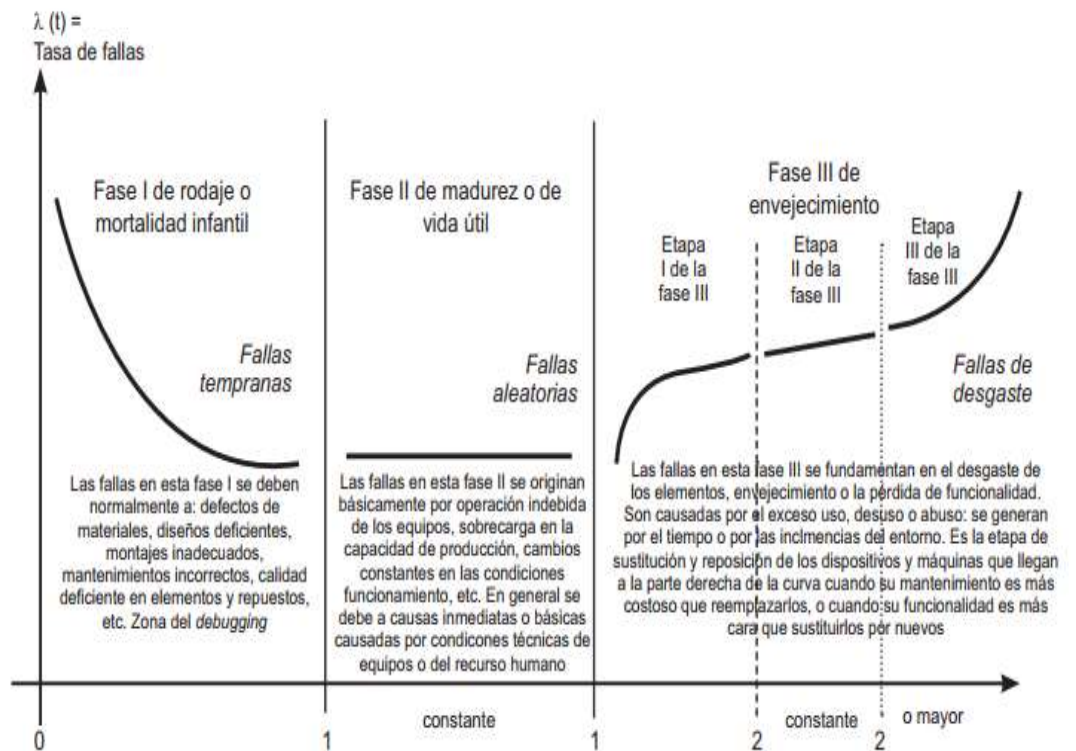
El tratamiento de la curva de mantenibilidad es similar al de la curva de confiabilidad; esta función se representa por  $M(t)$  e indica la probabilidad de que la función del sistema se recupere y el equipo se repare dentro de un tiempo definido  $t$  antes de un tiempo especificado total  $T$ .

### Curva de la Bañera o Davies:

Las diferentes acciones que se deciden sobre las tareas que se deben realizar por parte de mantenimiento (y producción), dependen entre otros parámetros de la curva de la bañera o de Davies, donde se muestra la evolución en el tiempo frente a la tasa de fallas.

De acuerdo con el valor del equipo para ese momento, se selecciona si las tareas de mantenimiento deben ser correctivas, modificativas, preventivas o predictivas, al tener en cuenta la fase en que se encuentre el elemento o sistema.

**Ilustración 10: Comportamiento de curva de bañera o Davies definido por Etapadas**



Fuente: Alberto Mora Gutiérrez, 2016

### **TPM:**

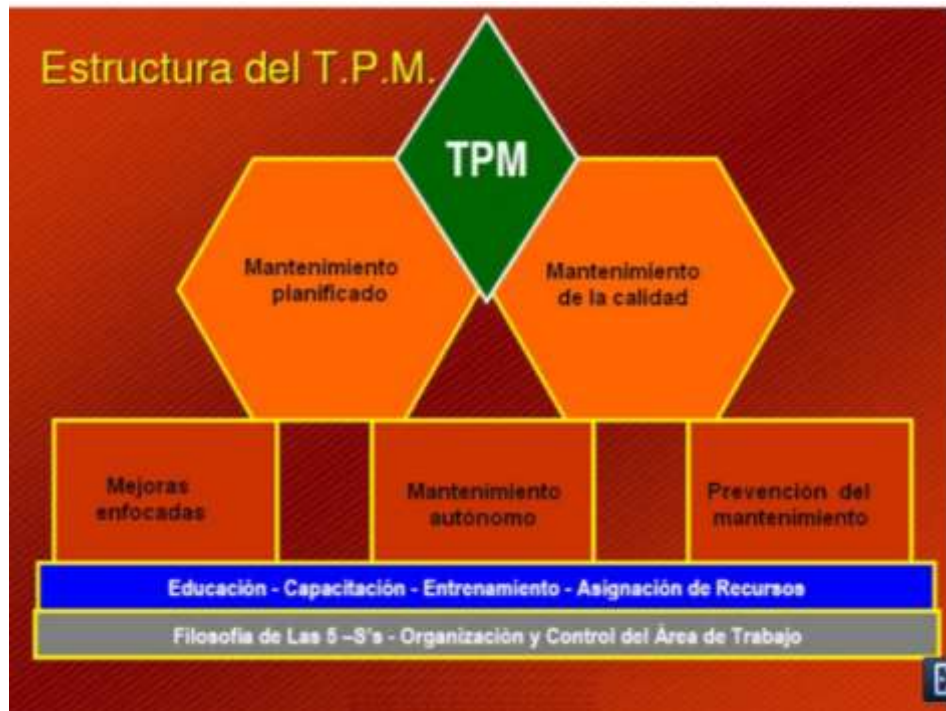
Surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción "Just in Time", la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales: Tiempos muertos o paro del sistema productivo.

Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos. Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

El TPM incorpora una serie de nuevos conceptos entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega a conceptos antes desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, nuevas herramientas tales como las Mejoras de Mantenibilidad, el Mantenimiento Predictivo y el Mantenimiento Correctivo.(Espinosa, 2012)

### Ilustración 11: Modelo de Estructural TPM



Fuente: Espinosa, 2012

#### **Beneficios del TPM:**

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. (McCarthy, 2014)

#### **1. Beneficios con respecto a la organización:**

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.



- Redes de comunicación eficaces.

## **2. Beneficios con respecto a la seguridad:**

- Mejora las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entendimiento del porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Elimina radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

## **3. Beneficios con respecto a la productividad:**

- Elimina pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor coste financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crea capacidades competitivas desde la fábrica.

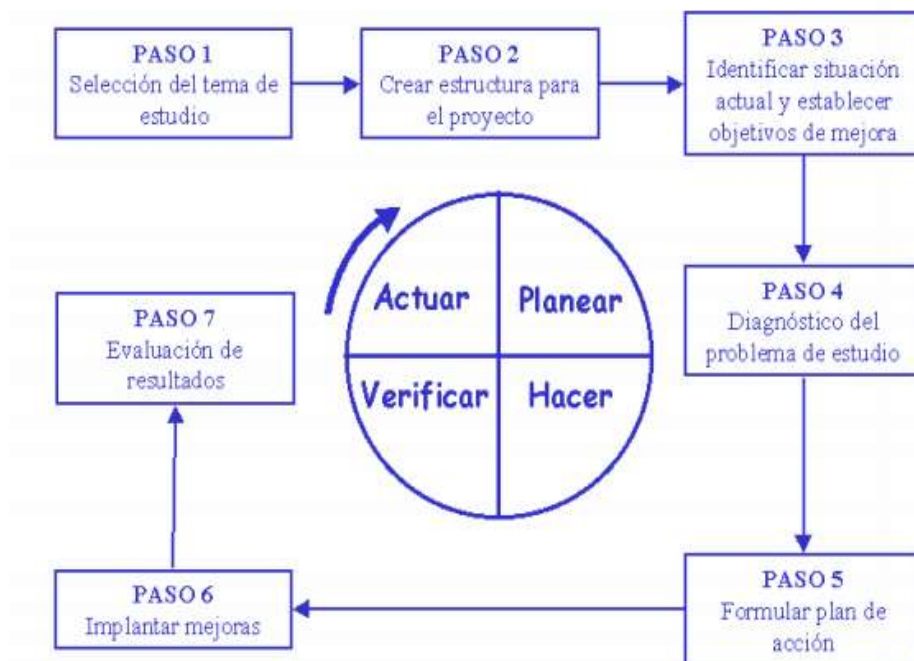
## Características TPM

### Pilares TPM:

**Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen:** son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e inter-funcionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de la seis pérdidas existentes en la planta. (Espinosa, 2012) Las técnicas TPM ayudan a eliminar ostensiblemente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA.

El desarrollo de las actividades Kobetsu Kaizen se realizan a través de los pasos mostrados. (McCarthy, 2014)

### Ilustración 12: Ciclo de Deming PVHA



Fuente: McCarthy, 2014

**Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen:** se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego assimilar acciones de mantenimiento más complejas.

**Mantenimiento planificado o progresivo:** el objetivo es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejoras, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención del conocimiento a partir de esos datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de esas actividades

**Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen:** tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final.

**Prevención del mantenimiento:** son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Las técnicas de prevención del mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad y esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencias y reparaciones.

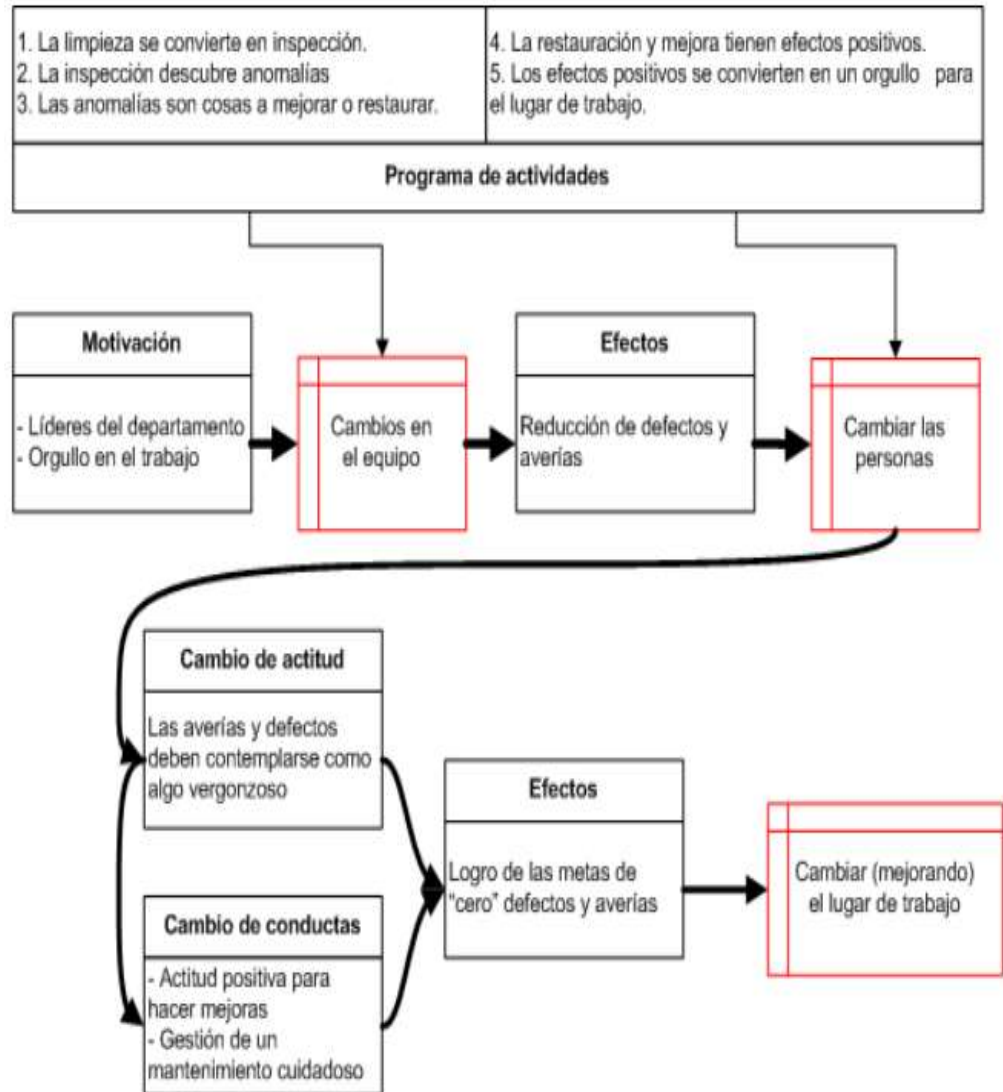
**Mantenimiento en áreas administrativas:** esta clase de actividades no involucra al equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información

**Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación:** Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder abalizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.

- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

### Ilustración 13: Flujo de actividades – TPM



Fuente: Espinosa, 2012

Las metas del TPM son el desarrollo de las condiciones óptimas en el taller como sistema hombre máquina y mejorar la calidad general del lugar de trabajo.

### **Las seis grandes pérdidas:**

El TPM aumenta al máximo la efectividad del equipo a través de dos tipos de actividad:

- Cuantitativa: aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad dentro de un período dado de tiempo operativo.
- Cualitativa: reduciendo el número de productos defectuosos estabilizando y mejorando la calidad. La meta del TPM es aumentar la eficacia del equipo de forma que cada pieza del mismo pueda ser operada óptimamente y mantenida a ese nivel.
- El personal y la maquinaria deben funcionar ambos de manera estable bajo condiciones de averías y defectos cero. Aunque sea difícil aproximarse al cero, el creer que los defectos cero pueden lograrse es un requerimiento importante para el éxito del TPM.

#### **a) Pérdidas por averías**

Las averías son el grupo de pérdidas más grande de entre las seis citadas. Hay dos tipos: averías de pérdida de función y averías de reducción de función. Las averías de pérdida de función suelen producirse esporádicamente (de repente) y son fáciles de detectar ya que son relativamente dramáticas: el equipo se detiene por completo. Por otra parte, las averías de función reducida permiten que el equipo siga funcionando pero a un nivel de eficacia inferior. Un ejemplo sería el de una lámpara fluorescente que empieza a apagarse o empieza a perder fuerza intermitentemente. Muchas veces se descubren las averías de función reducida sólo después

de una exhaustiva observación, pero cuando no se detectan pueden causar momentos de inactividad y paradas pequeñas, repeticiones de trabajos, velocidad reducida y otros problemas y pueden llegar a ser la causa de averías de falla de función esporádicas.

Para alcanzar la meta de cero averías hay que llevar a cabo las siguientes siete acciones:

- Impedir el deterioro acelerado.
- Mantenimiento de condiciones básicas del equipo.
- Adherirse a las condiciones correctas de operación.
- Mejorar la calidad del mantenimiento.
- Hacer que el trabajo de reparación sea algo más que una medida transitoria.
- Corregir debilidades de diseño.
- Aprender lo máximo posible de cada avería. (McCarthy, 2014)

#### **b) Pérdidas por preparación y ajuste**

Las pérdidas por preparación y ajustes son pérdidas que se deben a paradas que ocurren durante el proceso de reutilización tales como cambio de útiles, etc. Las pérdidas por preparación y ajuste comienzan cuando la fabricación de un producto se ha concluido, y finaliza cuando se consigue la calidad estándar en la fabricación del producto siguiente. Los ajustes son los que consumen la mayor parte del tiempo. A veces se necesitan de los ajustes debido a una falta de rigidez o alguna otra deficiencia mecánica. Sin embargo, al intentar reducir el número de ajustes primero hay que investigar los mecanismos de ajuste y dividir los ajustes en los evitables (que se pueden mejorar) y los inevitables (no mejorables). (McCarthy, 2014)

### **c) Pérdidas por tiempos muertos y paradas pequeños**

A diferencia de las averías ordinarias la inactividad y paradas pequeñas son el resultado de problemas transitorios en el equipo. Por ejemplo, una pieza puede atascarse en una tolva o un sensor de control de calidad puede parar temporalmente el equipo. Tan pronto como alguien quita la pieza atascada o vuelve a poner en marcha el sensor, funciona normalmente de nuevo. Por lo tanto, la inactividad y paradas pequeñas difieren cualitativamente de las averías normales, pero tienen tanta o mayor incidencia que ellas en la eficacia del equipo sobre todo en máquinas de proceso automático, de ensamble o de línea. Ya que se pueden restaurar con bastante facilidad los tiempos muertos y paradas pequeñas, hay una tendencia a pasarlos por alto y no considerarlos como pérdidas. Pero son, de hecho, pérdidas y esto hay que hacerlo entender a todo el mundo. Sin embargo, aún después de haber explicado esto, puede que sea difícil entender la importancia de las pérdidas por tiempos muertos desde un punto de vista cuantitativo. Por ello, mientras no se haga patente su nocividad, difícilmente se podrán tomar medidas exhaustivas para eliminarlas. (McCarthy, 2014)

### **d) Pérdidas por reducción de velocidad**

Las pérdidas por reducción de velocidad se producen cuando hay una diferencia entre la velocidad prevista en el diseño de la máquina y su velocidad de operación actual. Las pérdidas por reducción de velocidad se ignoran generalmente, aunque constituyen un gran obstáculo para la eficacia del equipo y deben estudiarse cuidadosamente. La meta debe ser eliminar el desfase entre la velocidad de diseño y la actual. El equipo puede estar operando por debajo de la velocidad ideal o de diseño por una variedad de razones: problemas mecánicos y calidad defectuosa, una historia de problemas anteriores o el temor de sobrecargar el



equipo. A menudo, simplemente no se conoce la velocidad óptima. Por otro lado, aumentar deliberadamente la velocidad de operación contribuye a la resolución de problemas revelando fallos latentes en la condición del equipo. (McCarthy, 2014)

**e) Defectos de calidad y repetición de trabajos**

Los defectos de calidad y trabajos rehechos son pérdidas originadas por disfunciones de las máquinas. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente devolviendo el equipo a su condición normal. Estos defectos incluyen los aumentos súbitos en la cantidad de defectos u otros fenómenos dramáticos. Por otra parte, las causas de los defectos crónicos son de identificación difícil. Las reparaciones rápidas para restaurar el status de la máquina raramente resuelven el problema, y las condiciones que realmente causan los defectos pueden ignorarse o dejarse de lado. Deben también registrarse como pérdidas crónicas, y no ignorarse, los defectos que se pueden corregir a través de rectificaciones y trabajos rehechos. La eliminación de los defectos crónicos, como las averías crónicas, exige una profunda investigación y medidas innovadoras. Deben determinarse las condiciones que provocan los defectos y entonces controlarse eficazmente. La meta principal es siempre la eliminación total de los defectos. (McCarthy, 2014)

**f) Defectos de calidad y repetición de trabajos**

Las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son las que ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción estable. Muchas veces, las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son difíciles de identificar y su alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso, la disponibilidad de plantillas y troqueles, la formación de los trabajadores, las pérdidas debidas a

operaciones de prueba y otros factores. En todo caso, el resultado es tener muchas pérdidas.

#### Ilustración 14: Las 6 grandes pérdidas y la efectividad del equipo



Fuente: McCarthy, 2014

#### Puntos de estudio para condiciones óptimas:

- ✓ **Precisión dimensional:** ¿es correcta la precisión dimensional de los componentes individuales del equipo?
- ✓ **Forma externa y apariencia:** ¿tienen los componentes la apariencia externa y forma correcta?, ¿están libres de suciedad, oxidación, correctamente alineados?, etc.
- ✓ **Precisión del ensamble:** ¿están bien elegidas las superficies de referencia o los puntos de acoplamiento?, ¿el ajuste y el torque es el correcto?, etc.
- ✓ **Calidad y fuerza de los materiales:** ¿son apropiados los materiales o el uso de otros materiales alargaría la vida útil del equipo? ¿Son los materiales lo suficientemente duros?

- ✓ **Funciones del equipo:** ¿funciona normalmente y dentro de los límites cada componente del equipo?

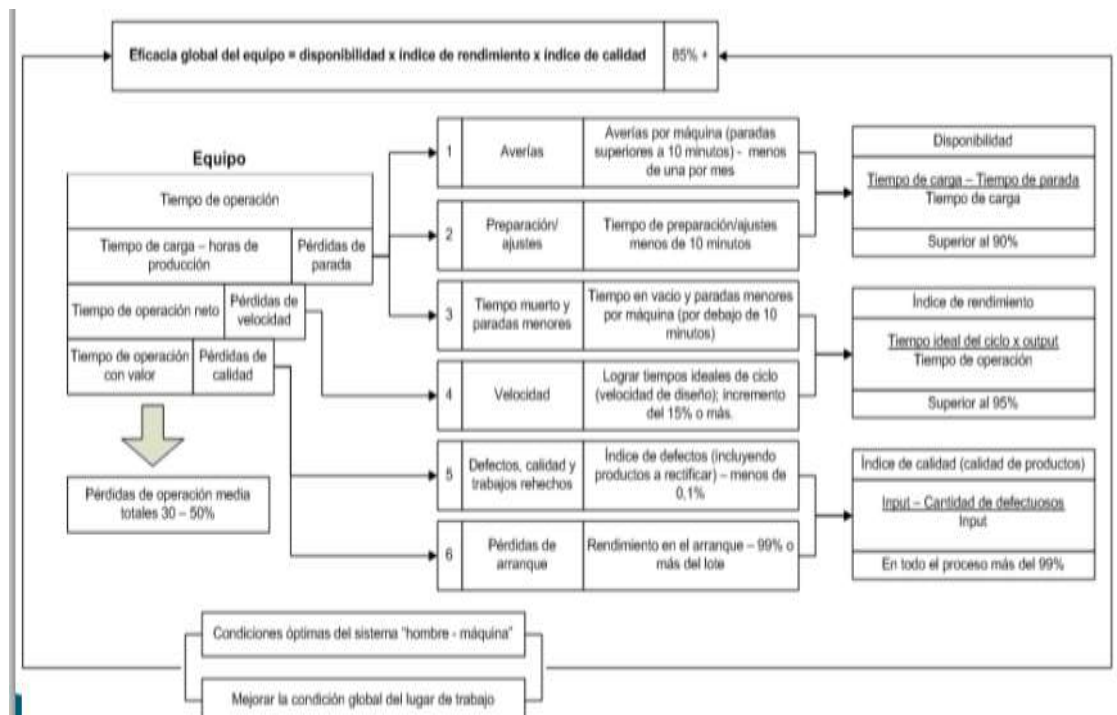
El taller: ¿se encuentra el equipo enclavado en un buen sitio?

¿Es un lugar excesivamente caliente o frío o sucio? ¿cumple con las especificaciones para el mantenimiento?

- ✓ **Condiciones de uso:** ¿se está utilizando el equipo en óptimas condiciones de proceso?

Precisión de instalación: ¿cumple la precisión de la instalación especificaciones tales como la necesidad de superficies planas y equilibradas así como niveles bajos de vibración.

**Ilustración 15: Metas de mejora para pérdidas crónicas**



Fuente: Espinosa, 2012

## 2.2.2. Área De Operaciones

### **Detección de Necesidades de Capacitación (DNC):**

El Diagnóstico de Necesidades de Capacitación (DNC) es el proceso de investigación sistemático, dinámico, flexible y participativo que orienta la estructuración y desarrollo de planes y programas para el establecimiento y fortalecimientos de conocimientos, habilidades o actitudes en los participantes de una empresa o institución, a fin de contribuir en el logro de los objetivos de la misma.

Importancia:

El papel del profesional que hace la detección de necesidades debe ser muy cuidadoso, de él depende que la organización sea competitiva en su entorno. Un buen administrador de los recursos humanos, es el responsable de solicitar la capacitación debe investigar lo que sucede en el área donde trabaja para conocer y detectar las necesidades reales de capacitación.

Parámetros:

- Problemas observables en las diferentes unidades de la organización.
- Desviaciones en la productividad.
- Rechazo de productos y/o servicios por mala calidad.
- Altos índices de accidentes, ausentismo laboral y rotación de personal.
- Deficiente operación y/o mantenimiento de máquinas y equipos de trabajo.
- Bajos estándares de rendimiento del trabajador por unidad de tiempo. Procedimientos de trabajo mal concebido o inexistente.

## **Conceptos Básicos de DNC:**

### **Formación:**

Es la primera etapa de desarrollo de un individuo o grupo de individuos que se caracteriza por una programación curricular en alguna disciplina y que permite a quien la obtiene alcanzar niveles educativos cada vez más elevados. En general son programas a mediano y largo plazo.

### **Capacitación:**

Por su parte Bohlander, Snell y Sherman (2011) definen capacitación como “la generalidad de los esfuerzos iniciados por una organización para impulsar el aprendizaje de sus miembros”, mencionan que existe una diferencia entre capacitación y desarrollo, ya que la capacitación se refiere a cuestiones de desempeño de corto plazo y desarrollo a largo plazo. La capacitación es una actividad sistemática, planificada y permanente cuyo propósito general es preparar, desarrollar e integrar a los recursos humanos al proceso productivo, mediante la entrega de conocimientos, desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para el mejor desempeño de todos los trabajadores en sus actuales y futuros cargos y adaptarlos a las exigencias cambiantes del entorno.

La capacitación va dirigida al perfeccionamiento técnico del trabajador para que éste se desempeñe eficientemente en las funciones a él asignadas, producir resultados de calidad, dar excelentes servicios a sus clientes, prevenir y solucionar anticipadamente problemas potenciales dentro de la organización. A través de la capacitación hacemos que el perfil del trabajador se adecue al perfil de conocimientos, habilidades y actitudes requerido en un puesto de trabajo. La capacitación no debe confundirse con el adiestramiento, este último que implica una transmisión de conocimientos que hacen apto al individuo ya sea para un equipo o maquinaria. La capacitación permite a la organización contar con personal altamente preparado, elevando la calidad en el trabajo que realiza, y promueve que dicha organización sea cada vez más productiva y competitiva.

## Métodos de Capacitación:

Hay varios métodos que se usan comúnmente, Bohlander (2001), analiza los siguientes: en el trabajo, vestibular, demostración y ejemplo, simulación, aprendizaje, métodos de aula. El método que se escoja depende del tiempo, costo, esfuerzo, profundidad de conocimientos requerida, disponibilidad, preferencias del instructor, número de personas que hay que entrenar, antecedentes de quienes reciben entrenamiento y de la actividad que realizan las personas a capacitar.

### Ilustración 16: Modelo de necesidades de capacitación y formación

Necesidades de capacitación del recurso humano				
	Componente de Proceso	Componente Administrativo	Componente Institucional	Componente Tecnológico
Tareas que realiza el trabajador	Necesidades relacionadas con funciones específicas en el puesto.	Necesidades relacionadas con aspectos del ámbito de la estructura funcional u organizacional	Necesidades relacionadas con el modelo de cultura organizacional que debe conocer cada trabajador.	Necesidades relacionadas el uso de software general y especializado en función de cada tarea realizada.
Se deben separar los "deseos" de capacitación				

Fuente: ARGIDO, 2013

### **Matriz ILUO:**

El objetivo principal de implementar el Sistema ILUO es alcanzar la excelencia operativa a través del desarrollo del personal de la organización.

El Sistema ILUO es empleado principalmente en la industria automotriz para desarrollar y administrar las habilidades técnicas y prácticas del personal. Empresas que son TIER 1 y TIER 2 de armadoras automotrices utilizan este sistema con mucho éxito.

Las organizaciones compiten en un medio agresivo y consumidor, donde algunos pueden llegar a la cima, pero solo unos pocos pueden mantenerse ahí. Es por este motivo que las empresas continuamente buscan ser mejores, y se han dado cuenta que sólo pueden ser mejores, en medida que su recurso humano sea mejor, de ahí la importancia de formar, educar y capacitar a sus empleados en las diversas tareas o actividades que deben desempeñar, lo cual tendrá un impacto directo en el proceso, en la calidad y en la organización como tal.

El Sistema ILUO contribuye al cumplimiento de los procesos de gestión del área de Recursos Humanos. Entre los procesos mencionados se encuentran los siguientes: selección y reclutamiento; capacitación y desarrollo; evaluación y remuneración; y desvinculación. La información generada por el Sistema ILUO se utiliza de manera directa como herramienta para desarrollar al personal mediante la administración de sus habilidades y también para identificar que capacitaciones teóricas y/o prácticas se requieren de acuerdo a los resultados obtenidos. De manera indirecta aporta información confiable para los otros procesos mencionados

### **Ventajas de Matriz ILOU:**

Son múltiples las empresas en el mundo que han optado por implementar este modelo de adquisición y medición del nivel de habilidad, esto como una estrategia fundamental para asegurar múltiples puntos, tales como:

- La calidad de sus productos y/o servicios
- Reducción de desperdicios
- Mejorar la satisfacción de sus clientes
- Lograr la continuidad operativa
- Polivalencia en sus operaciones
- Se elimina o reducen los paros por ausentismo, rotación, incapacidades e impuntualidad
- El riesgo de accidentes es menor
- El supervisor tiene múltiples opciones para configurar la operación
- Aumenta la motivación de los empleados
- Desarrolla el sentido de pertenencia hacia la organización

### **Niveles de Habilidades ILOU:**

Las siglas ILUO tienen un significado gráfico y representan el avance que se va teniendo en el desarrollo de los empleados de la organización. La cantidad de líneas que forman cada letra indica el nivel de madurez de cada empleado. Los cuatro niveles de habilidad ILUO indican:

Nivel I: Aquellas personas que se encuentran en capacitación para conocer y cumplir con su tarea, sin intervenir en los procesos

Nivel L: Aquellas personas que ya intervienen en los procesos, pero no están calificadas para operar sin supervisión. Realiza la operación y cumple entre el 70% y 80% del tiempo estándar, además de conocer el elemento clave de la operación (Este nivel se presenta mucho cuando el trabajador es de reciente ingreso).




Nivel U: Aquellas personas que ya están acreditadas para cumplir con su tarea bajo los estándares y el tiempo requerido, pero no están facultadas para capacitar a otras personas en la misma operación. Realiza su operación respetando la secuencia sin equivocarse, además cumple con el tiempo estándar y con el nivel de calidad.

Nivel O: •Aquellas personas que ya han acreditado todos los niveles de habilidad y recibieron una certificación de Training for trainers, por ende ya están facultadas para capacitar a otras personas en su operación. Explica la razón de los puntos clave y tiene conocimientos necesarios para enseñarles a otros operadores su operación, esta persona puede capacitar a los de grado “I”, “L” y “U” y en ocasiones suele superar el tiempo estándar (en operaciones manuales) y la calidad.

A continuación se presentara un ejemplar de matriz ILUO donde se pueden identificar sus parámetros que están de acuerdo a la actividad evaluada.

Tabla 4: Modelo de Matriz ILOU

Matriz de Habilidades ILOU																		1x2		OBSERVACIONES
OPERACIÓN		Cremas		Ensaladas		Platos fuertes		Organización		Presentación		Limpieza		Colocación de Inya		Servicio				
NOMBRE DEL OPERADOR	No. DE CONTR. OL	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	
MES: <u>Noviembre</u> AÑO: <u>2009</u> ACT. <u>Cocina "Banquete" y Servicio</u>																				
Chef Miguel Montes	525	O	/	L	Δ	U	/	L	/	L	/	L	/	I	/	L	/			O
Ayud. Juan Reyes	527	I	Δ	I	/	I	Δ	X	Δ	O	Δ	I	Δ	X	Δ	X	Δ			X
C. E. Nuray Ramirez	526							L	/	L	/	O	/	O	/	O	/			O
C. M. Juan Morales	528							I	/	L	/	I	/	L	Δ	I	/			O
2x1																				
Elaboró: <u>Christian R. Castro R.</u> Supervisor Revisó: <u>Gabriela Ramirez</u> Líder																		Elaboración Propia		

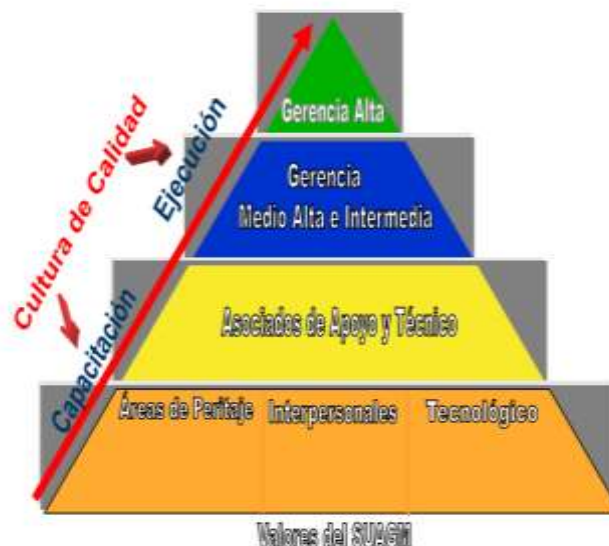
Fuente: BOUSE, 2012.

### Plan de Capacitación:

La capacitación es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada y sistémica, mediante el cual los asociados adquieren conocimientos y desarrollan destrezas específicas relativas al trabajo. De igual forma, contribuye a modificar las actitudes de los asociados relacionadas con aspectos de la organización, el puesto que ocupan o el ambiente laboral. Como componente del proceso de desarrollo de los recursos humanos, la capacitación implica por un lado, una sucesión definida de condiciones y etapas orientadas a lograr la integración del asociado a su puesto y a la organización. Además, promueve el incremento y mantenimiento de su eficiencia, así como su progreso personal y laboral en la Institución. En este sentido, la capacitación constituye un factor importante para que el asociado aporte a las metas y objetivos de la Institución, ya que es un proceso constante de la búsqueda de mayores niveles de eficiencia, efectividad y productividad. El Plan de Capacitación que se incluye impactará a los asociados administrativos de la Gerencia Alta, Intermedia, el Nivel de Apoyo Administrativo y Técnico de las Instituciones.

### Ilustración 17: Modelo de Desarrollo de Capacitación

Estructura del Modelo de Desarrollo y Capacitación del SUAGM



Fuente: SUGAM, 2013

### **MUESTREO ALEATORIO SIMPLE**

El muestreo aleatorio simple es una muestra de tamaño  $n$  extraída de una población  $N$ , en donde cada muestra posible de tamaño  $n$  tiene la misma probabilidad de ser seleccionada.

Dicho procedimiento se puede realizar con reemplazo o sin reemplazo; cuando se realiza un muestreo con reemplazo, cada elemento de la población está disponible para cada extracción, es decir, un elemento puede aparecer por lo menos una vez en la muestra. En un muestreo sin reemplazo el elemento que se extrae no es devuelto a la población, es decir, que cada elemento puede aparecer solo una en la muestra. (p.80). Cárdenas (2014)

### **ESTUDIO DE TEMPOS**

El estudio de tiempos es la técnica básica (y principal) de la medición del trabajo. Su objetivo es registrar los tiempos de ejecución de las actividades de los empleados, observándolas directamente y usando un instrumento de medición del tiempo (por lo general cronometro, aunque también se utiliza el video y el cronógrafo), evaluando su desempeño y comparando estos resultados con normas establecidas. (p.187). Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, I., Baca, G., Gutiérrez, J., Pacheco, A., Rivera, A., Obregón, M. & Rivera, I. (2014)

## **VPN**

Alvarado (2014) menciona sobre el Valor Presente Neto (VPN):

El VPN es la cantidad monetaria resultante de la diferencia entre los ingresos netos al presente y la inversión inicial.

$$VPN = S_0 - E_0$$

Donde:

$S_0$  : Ingresos Netos

$E_0$ : Inversión Inicial

Aunque, si por alguna circunstancia se requiere trabajar sobre el flujo de caja original, el VPN se puede determinar calculando los valores presentes de los ingresos y los egresos.

$$VPN = \sum VPI - \sum VPE$$

Donde:

$\sum VPI$ : Sumatoria del valor presente de los ingresos.

$\sum VPE$ : Sumatoria del valor presente de los egresos. (p.112)

## **TIR:**

Alvarado (2014) menciona sobre la Tasa Interna de Retorno (TIR):

De acuerdo con la estructura del flujo de caja ideal de evaluación, la tasa interna de retorno es la tasa de interés ( $i^*$ ) que, dada una inversión inicial ( $E_0$ ), permite generar los ingresos netos proyectados.

Se denomina “tasa interna” debido a que su determinación no se ve afectada por factores económicos externos al flujo de caja, ya que su valor se establece únicamente relacionando de forma matemática los ingresos netos con la inversión inicial.

El método de cálculo expone que la tasa de interés es la incógnita, por lo que fundamentado en el cálculo del valor presente del flujo de caja ideal se

determina el valor de “ $i^{\wedge*}$ ”, de manera que se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

$$S_0 - E_0 = 0$$

o

$$S_0 = E_0$$

## **CONCEPTOS ESTADÍSTICOS:**

### **Varianza**

La varianza es una medida muy conocida y usada, su importancia radica especialmente en que da origen a otra medida de dispersión mucho más significativa, denominada Desviación Estándar

La varianza se simboliza indistintamente por: “S”. Se define como: la media aritmética de los cuadrados de las desviaciones respecto a la media aritmética.

$$S = \frac{\sum x_i^2}{n} - \frac{(\sum x_i)^2}{n^2}$$

(para datos no agrupados)

$$S^2 = \frac{\sum y_i^2 n_i}{n} - \frac{(\sum y_i n_i)^2}{n^2}$$

(para datos agrupados)

Fuente: (Martinez, 2016)

### **Desviación Típica o estándar**

La Desviación estándar se simboliza por “s” (minúscula), también se puede simbolizar con  $\sigma$ . Se define como la raíz cuadrada de la varianza, tomada siempre como signo positivo. También se puede definir como la raíz cuadrada de las desviaciones respecto a la media.

$$s = \sqrt{s}$$

En datos no agrupados la desviación típica será:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - n\bar{x}^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2}$$

Para datos agrupados, las fórmulas son más o menos similares.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2 n_i}{n}} = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 n_i - n\bar{y}^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum y_i^2 n_i}{n} - \bar{y}^2}$$

Fuente: (Martínez, 2016)

La desviación típica es la medida de dispersión más conocida y por tal motivo la más utilizada; desempeña un papel muy importante en el análisis de los datos estadísticos.

## INTERVALOS DE CONFIANZA

El intervalo de confianza describe la variabilidad entre la medida obtenida en un estudio y la medida real de la población (el valor real). Corresponde a un rango de valores, cuya distribución es normal y en el cual se encuentra, con alta probabilidad, el valor real de una determinada variable. Esta «alta probabilidad» se ha establecido por consenso en 95%. Así, un intervalo de confianza de 95% nos indica que dentro del rango dado se encuentra el valor real de un parámetro con 95% de certeza

El intervalo de confianza es una medida de precisión que permite al clínico evaluar 2 aspectos de un resultado (estimador puntual):

1. Si existe diferencia estadística significativa.
2. Si tal diferencia es relevante para recomendarla a mis pacientes (relevancia clínica).

Para analizar si existe o no diferencia estadística significativa debemos observar los extremos del IC. Independiente si el estimador puntual muestra

beneficio o daño, debemos verificar si alguno de los extremos del IC pasa sobre la línea del no efecto. Si es así, existe la posibilidad de que el valor real corresponda al no efecto o incluso tenga un efecto opuesto al esperado. En este caso no existiría diferencia estadísticamente significativa entre aplicar o no la intervención (Figura 1).

Cuando un estudio demuestra un efecto con significación estadística (es decir el extremo del IC no cruza ni toca la línea del no efecto), el clínico debe definir cuál es el beneficio mínimo necesario para recomendar la terapia, lo que llamaremos umbral. Así, nuestro estudio hipotético demuestra beneficio estadístico significativo, siendo el beneficio mínimo probable un RRA de 0,9%. El que este beneficio tenga relevancia clínica depende del tipo de evento prevenido o favorecido, los efectos adversos de la droga A v/s la droga B, el costo, las circunstancias clínicas, etc. Si el evento a prevenir es banal, o si la droga A tiene muchos efectos adversos y es más cara que B, nuestro umbral va a ser alto, por lo tanto el beneficio demostrado en nuestro estudio no sería relevante (Figura 2).

Al contrario, si el evento a prevenir es relevante en sí mismo (por ej: mortalidad o invalidez), o si la nueva droga es más barata y sin efectos adversos, tal vez con demostrar un RRA de sólo 0,5% nos basta para recomendarla (umbral), por lo tanto nuestro estudio no sólo demuestra diferencia estadísticamente significativa, sino que también beneficio relevante para el paciente (Figura 3).

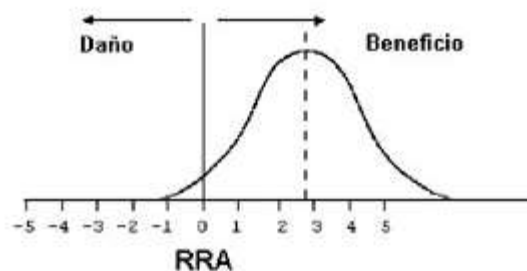


Figura 1. Estudio hipotético cuyo estimador puntual informa un RRA 2,8%, pero cuyo IC sobrepasa la línea del no efecto, por lo



tanto es posible que el valor real sea daño. No existe diferencia estadística significativa en este estudio.

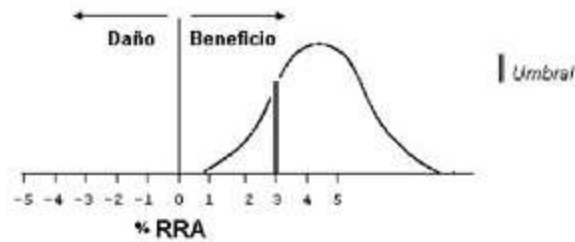


Figura 2. Estudio hipotético que informa beneficio estadístico significativo, sin embargo, el IC pasa sobre el beneficio mínimo necesario para recomendar la terapia (umbral, RRA 3%). El beneficio mínimo demostrado (RRA 0,9%) no es suficiente para recomendar la terapia.

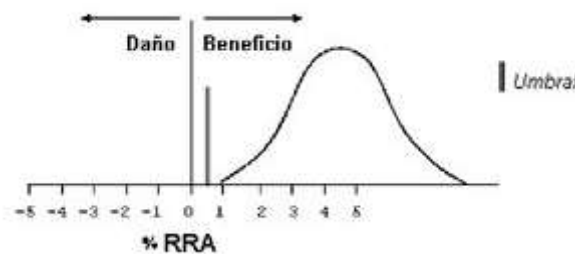


Figura 3. Estudio hipotético que informa beneficio estadístico significativo. El IC no sobrepasa el beneficio mínimo necesario para recomendar la terapia (umbral, RRA 0,5%). El beneficio mínimo demostrado (RRA 0,9%) es suficiente para recomendar la terapia.

Fuente: Candia y Caiozzi, 2005

## **QUE ES LA SIMULACIÓN**

Es la disciplina del diseño y representación ficticia de situaciones reales, por medio de elementos matemáticos y tecnológicos en la cual se experimenta a través de un modelo que constituye una abstracción de la realidad; con el objetivo de comprender el comportamiento del sistema y evaluar de esta manera diferentes tipos de estrategias para su mejor operación.

El requisito previo para cualquier tipo de simulación, es poseer un nivel amplio de conocimiento del sistema real. Aquellos que se ven enfrentados a un problema susceptible de ser simulado deberán entender muy bien las condiciones reales dentro del cual se encuentra inmerso el problema, sus elementos, relaciones y metas, para de esta manera visualizarlas como un sistema.

Dada la complejidad de los sistemas reales a los cuales se ven enfrentados diariamente los Ingenieros, es de vital importancia construir modelos simplificados de los sistemas que contenga parámetros, variables, datos y relaciones que sean lo más próximos a la realidad, con el fin de experimentar alternativas factibles de solución al problema de dichos modelos. Por ello es fundamental que los modelos propuestos reflejen lo más acertado posible los sistemas reales, puesto que los conocimientos adquiridos mediante la experimentación han de ser los que se aplicarán posteriormente en el mundo real. Por lo tanto simulación es una herramienta de análisis que permitirá realizar innumerables pruebas de ensayo y error dentro de los sistemas, que desarrollarlos en el ámbito real sería prácticamente imposible dados los altos costos generados y el riesgo que esto implicaría para los mismos

## SOTWARE DE SIMULACION

- ProModel

Es uno de los paquetes de software comerciales para simulación más usados en el mercado. Cuenta con herramientas de análisis y diseño que, unidas a la animación de los modelos bajo estudio, permiten al analista conocer mejor el problema y alcanzar resultados más confiables respecto de las decisiones a tomar. (García, García & Cárdenas 2013)

- MedModel

El software MedModel es una poderosa tecnología de simulación que trabaja bajo ambiente Windows, para simular y analizar sistemas de salud en general, de diferentes complejidades y tamaños. El software MedModel provee la perfecta combinación entre facilidad de uso y completa flexibilidad para modelar cualquier situación relacionada con el área de salud. Las capacidades de animación del software MedModel permiten que la simulación cobre vida.

- SimRunner de Optimización

Es un software que permite, definir criterios de optimización, por ejemplo: maximizar la producción, minimizando los costos por unidad producida. Al definir los factores o elementos que pueden ser cambiados para lograr optimizar su proceso, como por ejemplo el número de empleados, niveles de inventario o capacidad del sistema. Usando el criterio que usted defina, el software SimRunner automáticamente corre una serie de experimentos sobre el modelo de simulación y registra los resultados para su evaluación. Estos resultados pueden ser jerarquizados de acuerdo a sus preferencias. Con la optimización usted, puede tener absoluta confianza que ha encontrado la mejor solución a su problema.

## **ELEMENTOS BASICOS DEL PROMODEL**

En ProModel podemos distinguir una serie de módulos que permiten al analista hacer un estudio más completo sobre el modelo que quiere simular. Cada uno de estos módulos cuenta con herramientas de trabajo que hacen de ProModel uno de los mejores paquetes de simulación que existen en el mercado. A continuación daremos una breve descripción de cada uno de ellos.

- **ProModel.**

Es el área de trabajo donde se definirán el modelo y todos sus componentes.

En este módulo se programa todo lo que tiene que ver con las relaciones entre las variables del modelo, tanto contadores como relaciones lógicas, flujos, actividades y ciclos de producción, por ejemplo.

- **Editor gráfico.**

El editor gráfico de ProModel cuenta con una serie de bibliotecas que permiten dar una mejor presentación visual a los modelos realizados. Además, cuenta con la capacidad de importar y crear las imágenes necesarias para representar con mayor propiedad el problema a simular. Incluso pueden importarse dibujos hechos con algún software para dicho propósito.

- **Resultados.**

ProModel cuenta con una interfaz de resultados que facilita la administración, el manejo y el análisis de la información. En este módulo se pueden ver los resultados de todas las variables del modelo. Algunas de ellas se reportan de manera automática, y otras se obtienen bajo solicitud expresa del analista. Además, el módulo permite la interacción con programas de hoja de cálculo, como Excel.

- **Stat::Fit.**

El software incluye una herramienta estadística llamada Stat::Fit que permite hacer pruebas de bondad de ajuste sobre datos muestra, produciendo información muy importante para determinar las distribuciones asociadas a las variables aleatorias del modelo. Además, constituye una gran ayuda si se desconoce cómo alimentar distribuciones complejas de la biblioteca de ProModel en el modelo de simulación.

- **Editor de turnos.**

El editor de turnos permite asignar turnos de trabajo a los elementos del modelo que lo requieran, por ejemplo, descansos programados, como el tiempo de comida.

- **Simrunner.**

Ésta es una herramienta muy útil en el análisis posterior del modelo. Con ella se pueden diseñar experimentos destinados a conocer el impacto de factores críticos que se generan a partir de la variación en los valores de las variables aleatorias seleccionadas para ello. Asimismo, permite discernir cuál es la mejor combinación de factores para obtener el máximo beneficio al mejorar un proceso.

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA SIMULACIÓN**

Como hemos visto hasta ahora, la simulación es una de las diversas herramientas con las que cuenta el analista para tomar decisiones y mejorar sus procesos. Sin embargo, se debe destacar que, como todas las demás opciones de que disponemos, la simulación de eventos discretos presenta ventajas y desventajas que se precisa tomar en cuenta al decidir si es apta para resolver un problema determinado.

Dentro de las ventajas más comunes que ofrece la simulación podemos citar las siguientes:

- Es muy buena herramienta para conocer el impacto de los cambios en los procesos, sin necesidad de llevarlos a cabo en la realidad.
- Mejora el conocimiento del proceso actual ya que permite que el analista vea cómo se comporta el modelo generado bajo diferentes escenarios.
- Puede utilizarse como medio de capacitación para la toma de decisiones.
- Es más económico realizar un estudio de simulación que hacer muchos cambios en los procesos reales.
- Permite probar varios escenarios en busca de las mejores condiciones de trabajo de los procesos que se simulan.
- En problemas de gran complejidad, la simulación permite generar una buena solución.
- En la actualidad los paquetes de software para simulación tienden a ser más sencillos, lo que facilita su aplicación.
- Gracias a las herramientas de animación que forman parte de muchos de esos paquetes es posible ver cómo se comportará un proceso una vez que sea mejorado.

Éstas son algunas de las desventajas que la simulación puede presentar:

- Aunque muchos paquetes de software permiten obtener el mejor escenario a partir de una combinación de variaciones posibles, la simulación no es una herramienta de optimización.
- La simulación puede ser costosa cuando se quiere emplearla en problemas relativamente sencillos de resolver, en lugar de utilizar soluciones analíticas que se han desarrollado de manera específica para ese tipo de casos.
- Se requiere bastante tiempo —por lo general meses— para realizar un buen estudio de simulación; por desgracia, no todos los analistas tienen la disposición (o la oportunidad) de esperar ese tiempo para obtener una respuesta.

- Es preciso que el analista domine el uso del paquete de simulación y que tenga sólidos conocimientos de estadística para interpretar los resultados.
- En algunas ocasiones el cliente puede tener falsas expectativas de la herramienta de simulación, a tal grado que le asocia condiciones similares a un video juego o a una bola de cristal que le permite predecir con exactitud el futuro (García, García & Cárdenas, 2013)

### **INDICADORES DE RENTABILIDAD:**

Los indicadores referentes a rentabilidad, tratan de evaluar la cantidad de utilidades obtenidas con respecto a la inversión que las originó, ya sea considerando en su cálculo el activo total o el capital contable.

Se puede decir entonces que es necesario prestar atención al análisis de la rentabilidad porque las empresas para poder sobrevivir necesitan producir utilidades al final de un ejercicio económico, ya que sin ella no podrán atraer capital externo y continuar eficientemente sus operaciones normales (Sánchez, 2012)

### **Valor Actual Neto (VAN):**

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable. La fórmula del VAN es (Miranda, 2013):

$$VAN(K) = -I_0 + \sum_{t=1}^n a_t K_t + \frac{VR}{(1+i)^n}$$

Dónde:

$I_0$ : Inversión inicial del proyecto

$K_t$ : Saldo de Flujo de caja ( $B_t - C_t$ ) en el periodo  $t$  ( $t=1, \dots, n$ )

$B_t$ : Beneficio del proyecto en el periodo  $t$  ( $t=1, \dots, n$ )

$C_t$ : Costo del proyecto en el periodo  $t$  ( $t=1, \dots, n$ )

VR: Valor Residual

i: Tasa de descuento

n: Total de años en el horizonte de evaluación del proyecto

$a_t$ : Es el factor financiero en el periodo  $t$  ( $t=1, \dots, n$ ) o factor de descuento.

### **Tasa Interna de Retorno (TIR):**

La TIR es otro de los indicadores de rentabilidad que se emplea ampliamente en la evaluación económica de proyectos individuales, y que también tiene una equivalencia metodológica y conceptual con el Valor Actual Neto.

En lugar de emplear una tasa de descuento preestablecida para actualizar el flujo de costos y beneficios como en el cálculo del VAN, con la TIR se selecciona una tasa de descuento que anula los flujos de costos y beneficios del proyecto.

La tasa interna de retorno se define como la tasa de descuento que permite anular el Valor Actual Neto de la Inversión, es decir representa la tasa TIR que permite satisfacer la siguiente ecuación.

$$VAN(K) = \sum_{t=0}^n \frac{K_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

El criterio de selección será el siguiente donde “ $k$ ” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

- Si  $TIR > k$ , el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si  $TIR = k$ , estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.
- Si  $TIR < k$ , el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión. (Miranda, 2013)



Contrario al VAN, cuyos resultados están expresados en términos absolutos, este indicador financiero expresa la rentabilidad en términos relativos. La interpretación de tales resultados es en centavos por cada "euro" ó "dólar" que se ha invertido.

### **Relación Beneficio Costo (B/C):**

En la relación de beneficio/costo, se establecen por separado los valores actuales de los ingresos y los egresos, luego se divide la suma de los valores actuales de los costos e ingresos. Situaciones que se pueden presentar en la Relación Beneficio Costo:

- **Relación B/C >0**

Índice que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse.

- **Relación B/C < 0**

Índice que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio.

Entonces, si el índice es negativo, el proyecto debe rechazarse.

El valor de la Relación Beneficio/Costo cambiará según la tasa de actualización seleccionada, o sea, que cuanto más elevada sea dicha tasa, menor será la relación en el índice resultante.

La fórmula que se utiliza es (Martínez, 2014):

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

Dónde:

B/C: Relación Beneficio Costo

Vi: Valor de la producción (i=0, 1, 2, 3, 4,...n)

Ci: Egresos (i=0, 2, 3, 4...n)

### 2.2.3. Definición de Términos

#### **DEFINICIONES DE SIMULACIÓN**

- Sistema: Colección de entes que actúan o interactúan para la consecución de un determinado fin.  
Dados los objetivos del estudio del sistema, generalmente se condiciona el conjunto total de entidades a ser evaluadas.
- Estado: Determinado por el conjunto de variables o parámetros necesarios utilizados para describir el sistema en cualquier instante temporal, en relación con los objetivos del estudio.
- Evento: Suceso instantáneo que puede cambiar el estado del sistema.
- Entidad: Representación de los flujos de entrada a un sistema.
- Localizaciones: Todos aquellos lugares en los que la pieza puede detenerse para ser transformada o esperar a serlo.
- Recursos: Dispositivos necesarios para llevar a cabo una operación.
- Atributo: Características de una entidad.
- Variables: Condiciones cuyos valores se crean modifican por medio de ecuaciones matemáticas y relaciones lógicas.
- Reloj de la simulación: Contador de tiempo de la simulación. Mediante este se establece el tiempo que debe durar una simulación.  
“Históricamente se han considerado dos mecanismos para el registro

del tiempo reloj. El primero, que se conoce como avance variable de tiempo o avance de tiempo al siguiente evento, consiste en avanzar el reloj a la siguiente hora a que debe ocurrir el siguiente evento. El segundo método conocido como avance de tiempo de incremento fijo, consiste en avanzar el reloj en intervalos pequeños uniformes de tiempo y determinar en cada intervalo si deben ocurrir eventos en ese lapso. (García, García & Cárdenas 2013)

# **CAPITULO 3**

## **DIAGNOSTICO**

### **3.1. Identificación del Problema e Indicadores.**

#### **3.1.1. Misión.**

Mantener el liderazgo en cada uno de los mercados en los que participamos, a través de la producción y comercialización de bienes, con marcas que garanticen un valor agregado para nuestros clientes y consumidores. Los procesos y acciones de todas las empresas de la corporación se desarrollan en un entorno que motiva a sus colaboradores, mantiene el respeto y la armonía en las comunidades donde opera, y asegura el máximo retorno de la inversión para sus accionistas.

#### **3.1.2. Visión.**

Ser una corporación de capitales peruanos con un portafolio diversificado de negocios, con presencia y proyección internacionales. Aspiramos a satisfacer las necesidades de nuestros clientes y consumidores con servicios y productos de la más alta calidad, siendo siempre su primera opción.

#### **3.1.3. Principios y Valores.**

- Tenemos una estrecha relación con nuestros clientes de amistad, confianza y fidelidad; escuchando y adelantándonos a sus necesidades.
- Ponemos mucho énfasis en capacitar a nuestro personal con el fin de brindar el mejor servicio e incrementar el desarrollo personal.
- Somos honestos en las labores diarias tanto con nuestros compañeros, clientes y colaboradores.
- Compartimos nuestras ideas, escuchando y comprendiendo las necesidades y mejoras, para llegar a un fin común de mejora continua.

### **3.2. Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.**

#### **3.2.1. Área de Operaciones.**

El área de operaciones se encarga de la distribución de los choferes y unidades para los servicios de transporte, así como asegurarse del cumplimiento de las tareas de los conductores. También tiene el completo control de los vehículos que están en el circuito de cosecha y además el control del combustible, eficiencia y productividad de flota.

Ésta área también es la responsable de analizar todos los costos y gastos existentes en los conductores, tales como: EPP's, alimentación, etc.

Podemos encontrar que en ésta área no existe una planificación para los viajes, así como para el consumo de combustible; debido a que los costos son muy elevados. Además los vehículos tienen fallas mecánicas constantes por que no cuentan con una eficiente gestión de mantenimiento. Por tales razones han nacido malas relaciones interpersonales y grupales del personal.

#### **3.2.2. Área de Mantenimiento.**

El área de mantenimiento es responsable de reparar, organizar las necesidades de servicios, además de asegurar la disponibilidad y confiabilidad de la flota, con su respectiva seguridad y documentación.

Por lo tanto es la encargada de velar por la funcionalidad de la flota, y de realizar la adecuada planificación de mantenimiento, además de mantener las documentaciones en regla para determinar la trazabilidad de las fallas y determinar si un equipo está en condiciones para ser operado, reparado o remplazado.

El área de mantenimiento de cosecha de CASA GRANDE, tiene mucha comunicación directa con el área de operaciones, pudiendo así desarrollar todas las indicaciones, ordenes de trabajo, etc. que requiera el área de operaciones.

En esta área podemos encontrar que existe una gestión no eficiente de las reparaciones y falta de comunicación con el área de operaciones, conllevando a que en algunas oportunidades no se atienden las fallas oportunamente y esto causa que se intensifiquen y causan costos mayores en su reparación.

### 3.3. Identificación del problema e indicadores.

#### 3.3.1. Diagrama de Ishikawa.

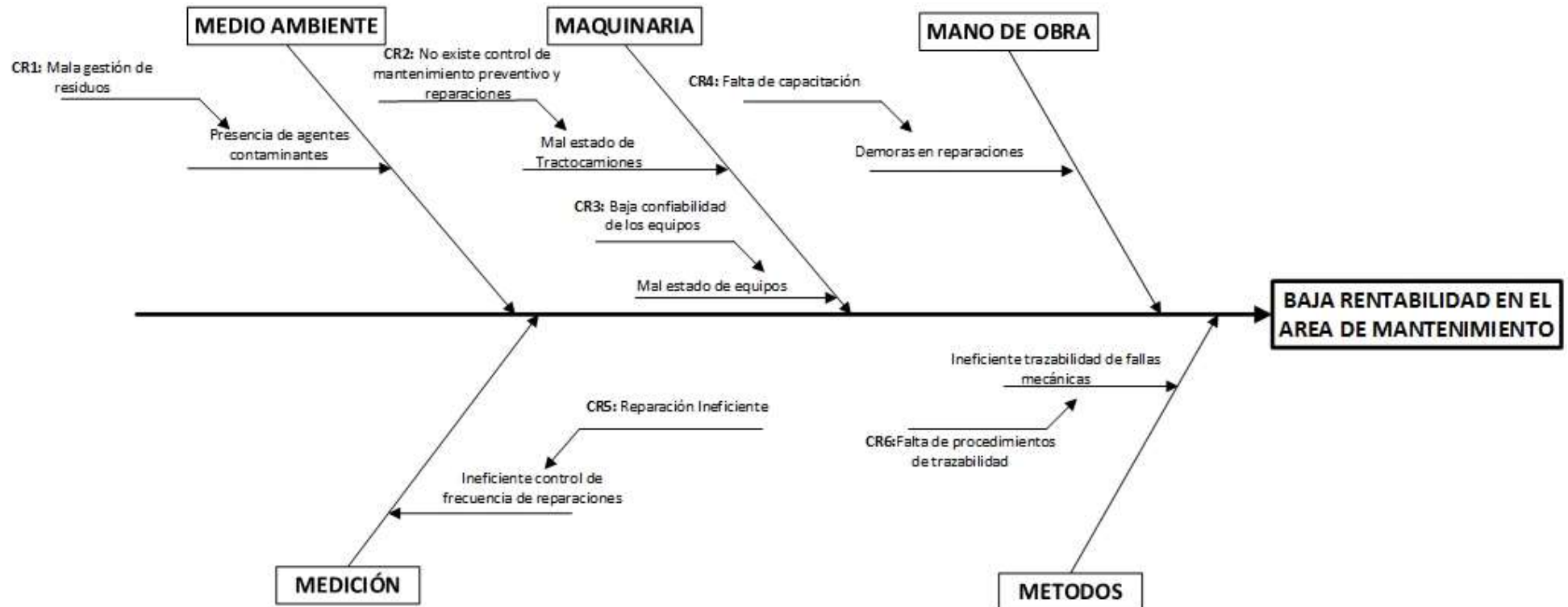
Ilustración 18: Diagrama Ishikawa del área de Operaciones



Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 19: Diagrama Ishikawa del área de Mantenimiento**



Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.1 Matriz de indicadores:

**Tabla 5: Indicadores del área de Operaciones**

TABLA DE INDICADORES DEL ÁREA DE OPERACIONES								
CR	DESCRIPCION	INDICADOR	FORMULA	VA	PÉRDIDA MENSUAL	META	BENEFICIO	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR4	No existe planificación de distribución de tracto camiones	% de Tiempo en cola para carguio	$\frac{\text{Horas de Tracto-camiones en cola de carguio} * 100}{\text{Total de horas de Tracto-camiones}}$	20.8%	S/. 163,630	9.0%	S/. 163,630	Simulación de distribución de Maquinaria
CR2	Falta de capacitación	% de Personal Capacitado	$\frac{\text{Personal Capacitado} * 100}{\text{Total de Personal a Capacitar}}$	51.1%	S/. 25,707	66.1%	S/. 7,548	DNC

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6: Indicadores del área de Mantenimiento**

TABLA DE INDICADORES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO								
CR	DESCRIPCION	INDICADOR	FORMULA	VA	PÉRDIDA MENSUAL	META	BENEFICIO	HERRAMIENTA DE MEJORA
CR3	Falta de procedimientos de trazabilidad	%Mantenibilidad de reparaciones	$M(t) = 1 - e^{-ut}$	61.5%	S/. 26,051.86	30%	S/. 12,750.45	TPM
CR2	No existe control de mantenimiento preventivo y reparaciones	% de cumplimiento de mantenimiento	$\frac{\text{Mantenimiento Preventivo Realizado} * 100}{\text{Mantenimiento Preventivo Programado}}$	72.9%	S/. 12,692.58	43%	S/. 7,457.08	TPM
		% Disponibilidad de Maquinaria	$\frac{(\text{Tiempo utilización-Tiempo de baja}) * 100}{\text{Tiempo de utilización}}$	70.7%	S/. 26,265.75	54%	S/. 20,149.66	TPM
CR6	Reparación Ineficientes	% de confiabilidad de reparaciones	$\frac{\text{Tiempo medio entre fallas}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$	46.5%	S/. 34,526.84	33%	S/. 24,556.19	Mantenimiento Predictivo

Fuente: Elaboración Propia

**CAPITULO 4**  
**SOLUCIÓN PROPUESTA**

## 4.1. Área de operaciones

### 4.1.1. CR5: No existe planificación de distribución de tracto-camiones

#### 4.1.1.1. Causa Raíz

Debido a una inexistencia planificación diaria en la distribución de Tracto-camiones para los diferentes frentes de cosecha, se tiene como resultado un 20.81% de Tracto-camiones parados en campo por motivo de colas de carguío de caña. Esto pasa debido a que envían demasiados Tracto-camiones a un frente.

#### 4.1.1.2. Costo de Causa Raíz

Para obtener los costos generados por una inexistente planificación de distribución de tracto-camiones se analizaron los costos generados por los choferes al estar en las colas para el carguío y el costo adicional por compra de caña por no llegar a cosechar diariamente las 9500 Toneladas requeridas por la fábrica.

**Tabla 7: Consolidado de Tiempos de Tracto-camiones**

TIEMPOS ANUALES DE TRACTO 2016					
Etiquetas de fila	T. Movimiento (h)	Parada Total (h)	Maquina Apagada	P. Motor ON	P. Motor OFF
307	1,705	5,100	1,979	3,279	1,821
310	727	3,428	4,629	2,451	978
320	2,871	5,755	158	1,270	4,485
326	1,562	5,512	1,710	1,355	4,158
332	1,514	6,463	807	3,428	3,036
394	699	3,569	4,516	3,469	100
413	2,884	5,729	172	1,925	3,804
414	3,459	5,290	35	1,173	4,117
415	1,793	3,415	3,576	687	2,728
416	3,118	5,267	399	1,182	4,085
417	2,705	3,167	2,912	1,100	2,067
419	2,247	4,053	2,483	957	3,096
420	2,842	5,923	20	1,486	4,436
<b>Total general</b>	<b>28,125</b>	<b>62,672</b>	<b>23,395</b>	<b>23,762</b>	<b>38,909</b>
<b>%</b>	<b>24.63%</b>	<b>54.88%</b>	<b>20.49%</b>	<b>20.81%</b>	<b>34.07%</b>

Fuente: Planificación área de mantenimiento Casa Grande S.A.A.

Al analizar las horas totales de los tracto-camiones durante todo el 2016 obtenemos un 20% de Paradas con Motor ON (Horas en colas de carguío).

**Tabla 8: Resultados de Simulación con un 20% de Desocupabilidad.**

DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD
TIEMPO DE SIMULACION	22	HR
TN - CAÑA	8690	TN
TRACTOS	13	TRACTOS
TN - CAÑA HORA	30.38	TN/HORA-TRACTO
DESOCUPABILIDAD	20%	%

Fuente: Elaboración Propia

**Nota: La desocupabilidad es igual al Motor ON.**

**Tabla 9: Detalles de Datos para el costeo de Inexistente Planificación de Distribución de Tracto camiones.**

SALARIO		
DESCRIPCIÓN	COSTO	UND
<b>MANO DE OBRA</b>		
Salario	1400	Soles/Mes
Jornada	8	Horas/Día
Operador tracto (T. Día)	13	Operarios
Operador tracto (T. Noche)	13	Operarios
Días del Mes	30	Día/Mes
Días Laborables Promedio al Mes	26	Día/Mes
Días Dominicales	4	Día/Mes
Dominical Día	S/.	93.33 Soles/día
Dominical Mensual	S/.	373.33 Soles/Mes
Costo por Hora	S/.	5.83 Soles/hora
Costo por Hora Extra (1ra - 2da hora)	S/.	14.58 Soles/hora
Horas		2 horas extras
% adicional por hora		25%
Costo por Hora Extra (3ra - 4ta hora)	S/.	15.75 Soles/hora
Horas		2 horas extras
% adicional por hora		35%
Horario Nocturno		35%
<b>DATOS DE COSECHA</b>		
Rendimiento de Tractos - ANUAL	30.38	TN/Hora
Rendimiento de Caña	1	TN/Saco
Tractocamiones	13	Tractos
Costo de TN de caña Propia	90	Soles
Costo de TN de caña Tercerizada	96	Soles
Costo de Oportunidad	6	Soles

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar el cruce y análisis de los datos del Consolidado de Tiempos de Tracto-camiones con los detalles de costo de mano de obra y el costo adicional por compra de caña se obtiene que se está pagando S/. 17,246 soles al mes a los choferes por estar en las colas de carguío y de S/.145'800 soles adicionales al mes por la compra de caña para llegar a cumplir con los requerimientos de fábrica.

**Tabla 10: Resumen de costos perdidos por tiempos en colas de carguío**

<b>PERDIDA MENSUAL</b>			
COSTO DE CHOFERES AL MES	S/.	85,683	Soles/mes
% de Paradas por Colas de Carguio		20.81%	
Costo Perdido en Choferes	S/.	17,830	Soles/mes
TN de caña requeridas		9500	TN/día
TN de caña cosechadas		8690	TN/día
TN de caña faltantes		810	TN/día
Costo por adicional por comprar a terceros	S/.	145,800	Soles mes
<b>COSTO PERDIDO</b>	<b>S/.</b>	<b>163,630</b>	<b>Soles mes</b>

Fuente: Elaboración Propia

Durante todo el año 2016 la inexistencia de una Planificación diaria de distribución de tracto camiones genero un costo de S/. 1'963'558 soles o un costo mensual de S/. 163'630 soles mensuales durante el 2016.

#### 4.1.1.3. Propuesta de Mejora

Para realizar la Simulación en ProModel de Planificación de Distribución de tracto-camiones primero se tendrán que encontrar los tiempos que se van a utilizar en la simulación.

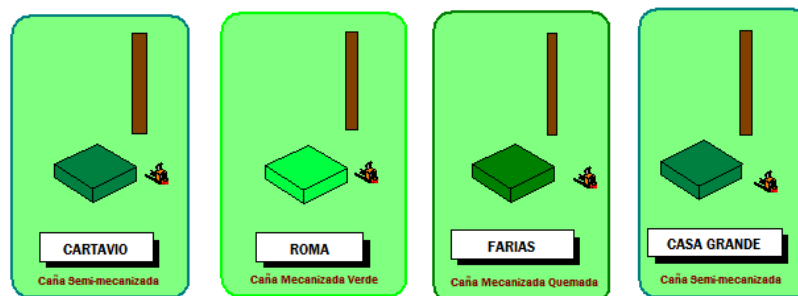
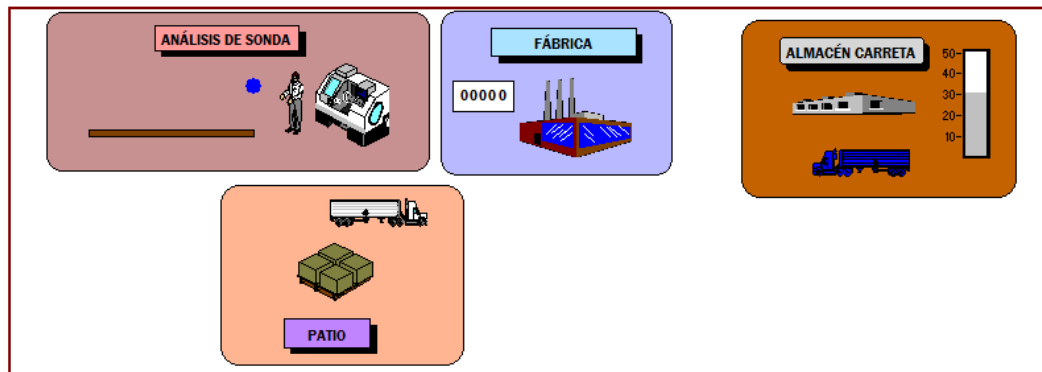
**Tabla 11: Tiempos a utilizar en la Simulación**

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	CASA GRANDE	FARIAS	ROMA	CARTAVIO	CASA GRANDE	FARIAS	ROMA	CARTAVIO
T1	Enganche	0.17	0.17	0.17	0.17				
T2	Almacen -> Cola (Zona)	0.17	0.60	0.22	1.25	0.51	0.95	0.56	1.60
T3	Ingreso a Campo	0.17	0.17	0.17	0.17				
T4	Cargio	0.28	0.30	0.78	0.28	0.28	0.30	0.78	0.28
T5	Salida de Campo	0.17	0.17	0.17	0.17				
T6	(Zona) -> Cola fabrica	0.25	0.90	0.33	1.88	0.42	1.07	0.50	2.05
T7	Cola fabrica -> Sonda	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
T8	Sonda	0.31	0.31	0.52	0.31	0.31	0.31	0.52	0.31
T9	Sonda -> Patio	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
T10	Desenganche	0.17	0.17	0.17	0.17				
T11	Patio -> Almacen	0.09	0.09	0.09	0.09	0.26	0.26	0.26	0.26

Fuente: Elaboración Propia

Luego se Procede a realizar una primera Simulación en Promodel con los tiempos de transporte y de operaciones.

**Ilustración 20: Entorno Visual de la Simulación en ProModel**



Fuente: Elaboración Propia

## Realidad Actual

### Ilustración 21: Histograma de Ocupabilidad de Tracto-camiones



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 12: Consolidado de Desocupabilidad de Tracto-camiones antes de la Simulación**

OCUPABILIDAD DE TRACTOS						
DESCRIPCION	CATN	HORA SIMULA	TIEMPO DE TRABAJO (MIN)	MIN SIMULA	OCUPABILIDAD (%)	DESOCUPABILIDAD (%)
TRACTO CARTAVIO	3	66	3960	3960	100%	0%
TRACTO CARTAVIO.1	1	22	1320	1320	100%	0%
TRACTO CARTAVIO.2	1	22	1320	1320	100%	0%
TRACTO CARTAVIO.3	1	22	1320	1320	100%	0%
TRACTO CASA GRANDE	3	66	2744	3960	69%	31%
TRACTO CASA GRANDE.1	1	22	895	1320	68%	32%
TRACTO CASA GRANDE.2	1	22	888	1320	67%	33%
TRACTO CASA GRANDE.3	1	22	961	1320	73%	27%
TRACTO FARIAS	3	66	3959	3960	100%	0%
TRACTO FARIAS.1	1	22	1319	1320	100%	0%
TRACTO FARIAS.2	1	22	1320	1320	100%	0%
TRACTO FARIAS.3	1	22	1320	1320	100%	0%
TRACTO ROMA	4	88	3002	5280	57%	43%
TRACTO ROMA.1	1	22	1050	1320	80%	20%
TRACTO ROMA.2	1	22	771	1320	58%	42%
TRACTO ROMA.3	1	22	707	1320	54%	46%
TRACTO ROMA.4	1	22	474	1320	36%	64%
<b>PROMEDIO</b>					<b>80%</b>	<b>20%</b>

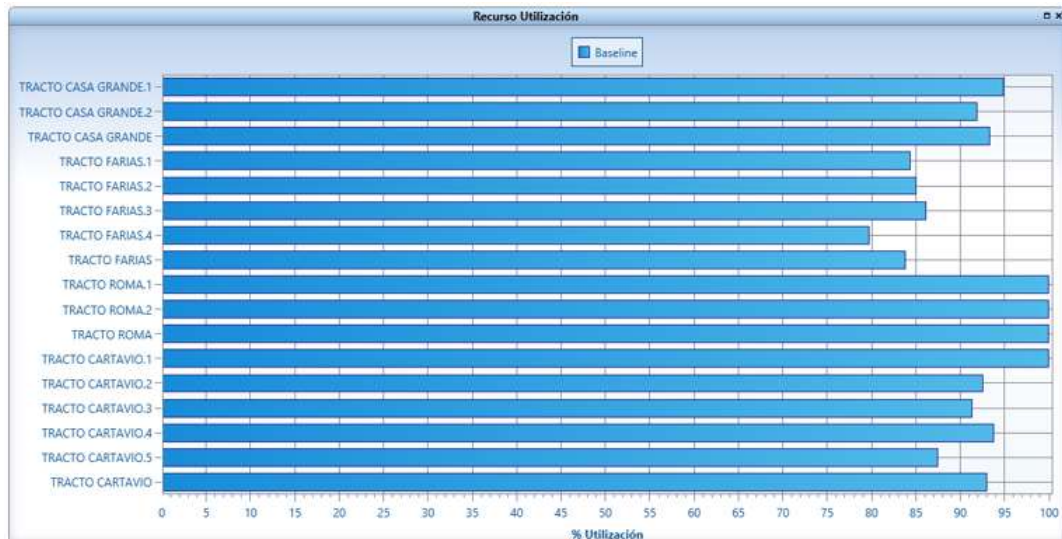
Fuente: Elaboración Propia



Como se puede observar una distribución inadecuada de Tracto-camiones provoca un 20% de desocupabilidad o también nombrado un 20% en colas de carguío.

Después de reajustar la Distribución

Ilustración 22: Histograma de Ocupabilidad de Tracto-camiones



Fuente Elaboración Propia

Tabla 13: Consolidado de Desocupabilidad de Tracto camiones después de reajustar la distribución de Tracto-camiones.

OCUPABILIDAD DE TRACTOS						
DESCRIPCION	CATN	HORA SIMULA	TIEMPO DE TRABAJO (MIN)	MIN SIMULA	OCUPABILIDAD (%)	DESOCUPABILIDAD (%)
TRACTO CARTAVIO	5	110	6143	6600	93%	7%
TRACTO CARTAVIO.1	1	22	1320	1320	100%	0%
TRACTO CARTAVIO.2	1	22	1222	1320	93%	7%
TRACTO CARTAVIO.3	1	22	1207	1320	91%	9%
TRACTO CARTAVIO.4	1	22	1238	1320	94%	6%
TRACTO CARTAVIO.5	1	22	1156	1320	88%	12%
TRACTO CASA GRANDE	2	44	2466	2640	93%	7%
TRACTO CASA GRANDE.1	1	22	1253	1320	95%	5%
TRACTO CASA GRANDE.2	1	22	1213	1320	92%	8%
TRACTO FARIAS	4	88	4427	5280	84%	16%
TRACTO FARIAS.1	1	22	1114	1320	84%	16%
TRACTO FARIAS.2	1	22	1123	1320	85%	15%
TRACTO FARIAS.3	1	22	1138	1320	86%	14%
TRACTO FARIAS.4	1	22	1053	1320	80%	20%
TRACTO ROMA	2	44	2640	2640	100%	0%
TRACTO ROMA.1	1	22	1320	1320	100%	0%
TRACTO ROMA.2	1	22	1320	1320	100%	0%
<b>PROMEDIO</b>					<b>91%</b>	<b>9%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Al verificar el Porcentaje de Desocupabilidad de los Tracto-camiones en los diferentes frentes de cosecha, se realiza el reajuste en la distribución de tracto-camiones hacia los frentes; obteniendo un menor Porcentaje de Desocupabilidad o un menor tiempo en colas de carguío, disminuyendo de un 20% a un 9%. Para llevar a cabo esta mejora se necesitara una inversión de S/. 17'888 soles.

#### **4.1.2. CR3: Falta de Capacitación**

##### **4.1.2.1. Causa Raíz**

Debido a la falta de capacitación a los choferes de Tracto-camiones se genera retrasos en los tiempos de las actividades para el transporte de los frentes de cosecha a la fábrica.

##### **4.1.2.2. Costo de Causa Raíz**

Para obtener los costos generados por la falta de capacitación a los choferes de Tracto-camiones se analizaron los costos de Mano de Obra de los Choferes y el costo de oportunidad con los tiempos en las actividades para el transporte que les toma a los choferes capacitados y no capacitados.

**Tabla 14: Detalles de Datos para el costo Falta de Capacitación**

SALARIO		
DESCRIPCIÓN	COSTO	UND
<b>MANO DE OBRA</b>		
Salario	1400	Soles/Mes
Jornada	8	Horas/Día
Operador tracto (T. Día)	13	Operarios
Operador tracto (T. Noche)	13	Operarios
Días del Mes	30	Día/Mes
Días Laborables Promedio al Mes	26	Día/Mes
Días Dominicales	4	Día/Mes
Dominical Día	S/. 93.33	Soles/día
Dominical Mensual	S/. 373.33	Soles/Mes
Costo por Hora	S/. 5.83	Soles/hora
Costo por Hora Extra (1ra - 2da hora)	S/. 14.58	Soles/hora
Horas		2 horas extras
% adicional por hora		25%
Costo por Hora Extra (3ra - 4ta hora)	S/. 15.75	Soles/hora
Horas		2 horas extras
% adicional por hora		35%
Horario Nocturno		35%
<b>DATOS DE COCECHA</b>		
Rendimiento de Tractos - ANUAL	30.38	TN/Hora
Rendimiento de Caña	1	TN/Saco
Tractocamiones	13	Tractos
Costo de TN de caña Propia	90	Soles
Costo de TN de caña Tercerizada	96	Soles
Costo de Oportunidad	6	Soles

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 15: Consolidado de Tiempos Promedio por Actividad para el Transporte**

PROMEDIO TIEMPOS				
CAPACITADOS	Enganche y Desengache de canastas	Maniobra en cuarteles	Inspección General de maquinaria	Conducción con 4 carretas
SI	10	23	56	54
NO	21	30	62	64
TOTAL	31	53	118	118

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 16: Costos mensuales por falta de capacitación**

<b>PERDIDA MENSUAL</b>			
<b>COSTOS PERDIDOS</b>			
Operarios	S/.	1,229.26	Soles - mes
Costo de Oportunidad	S/.	24,477	Soles - mes
<b>COSTO PERDIDO</b>		<b>S/.</b>	<b>25,707 Soles - mes</b>

Fuente: Elaboración Propia

Los costos mensuales por falta de capacitación a los choferes de tracto-camiones ascienden a S/, 25'707 debido a que existen demoras en las actividades para el transporte de caña de los frentes de cosecha a la fábrica.

#### **4.1.2.3. Propuesta de Mejora**

La propuesta de mejora consiste en realizar DNC (Detección de Necesidad de Capacitación) mediante la matriz ILOU, para lo cual se necesita realizar el perfil del puesto:

### Ilustración 23: Perfil del Puesto de Choferes

PERFIL DE PUESTOS			
<b>CARGO:</b>	Chofer de Tracto-camión		
<b>AREA O DEPARTAMENTO:</b>	Div. Cosecha/Operaciones		
<b>DEPENDI DE CARGOS:</b>	Supervisor de Cosecha Mecánica		
<b>SALARIO:</b>	S/. 1.400,00		
<b>NATURALEZA DEL CARGO:</b>			
<b>PERFIL DEL CARGO:</b>			
Chofer de Tracto-camión con experiencia con conducción con carretas, con conocimientos en mecánica, seguridad. Con disponibilidad de trabajar de 12 horas diarias			
<b>Educación:</b> Técnico		<b>Experiencia:</b> 1 año	
<b>Nivel de responsabilidades</b>			
<b>Valores</b>		<b>Funciones básicas:</b>	
Honestidad		1. Enganche y Desenganche de canastas	
Responsabilidad		2. Maniobra en cuarteles	
Resolución de Problemas		3. Inspección General de maquinaria	
Respeto		4. Conducción con 4 carretas	
<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Condiciones Ambientales</b>	<b>Esfuerzo físico</b>	<b>Estado de salud</b>
Medio	Normales	Medio	Excelente

Fuente: Elaboración Propia

#### Desarrollo de la Matriz ILUO:

Se realizó la matriz ILUO para evaluar las necesidades requeridas de los choferes en las operaciones que realizaban y evaluar los cualitativamente con ayuda de los supervisores y Jefe de área.

En el siguiente cuadro se muestra a continuación la matriz ILOU realizada en el Área de operaciones en la Agroindustria Casa Grande.

**Tabla 17: Matriz de Habilidades ILOU CASA GRANDE S.A.A.**

MATRIZ ILOU											
MES: Septiembre			AÑO: 2017			AREA: OPERACIONES					
ITEM	OPERACIÓN		Enganche y Desengache de canastas		Maniobra en cuarteles		Inspección General de maquinaria		Conducción con 4 carretas		1 X 2
	NOMBRE DE CHOER	CARGO	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	ILOU	/Δ	
1	Rojas Portales, Luis Enrique	Chofer de Tracto-camión	I	/	U	Δ	L	/	U	Δ	X
2	Salazar Plasencia, Roger Elmer	Chofer de Tracto-camión	I	Δ	L	/	L	/	O	/	O
3	Cruzado Briceño, Roberto	Chofer de Tracto-camión	I	/	I	Δ	I	Δ	I	Δ	X
4	Gallardo Ruiz, Eleodoro Eleazar	Chofer de Tracto-camión	O	/	I	/	L	/	I	Δ	X
5	Caballero Rodriguez, Cesar Luis	Chofer de Tracto-camión	I	/	I	/	L	Δ	L	/	O
6	Guevara Diaz, Jose Inocente	Chofer de Tracto-camión	I	/	I	/	I	/	U	Δ	X
7	Quiroz Gomez, Jose Celso	Chofer de Tracto-camión	I	/	I	/	O	Δ	L	/	X
8	Saldaña Jara, Israel Gonzalo	Chofer de Tracto-camión	I	/	I	/	L	/	I	Δ	X
9	Alayo Cerna, Jorge	Chofer de Tracto-camión	I	Δ	U	/	L	/	O	/	X
10	Tirado Perez, Jose Luis	Chofer de Tracto-camión	U	/	O	/	I	/	I	/	X
11	Mosqueira Bobadilla, Luis Alberto	Chofer de Tracto-camión	U	Δ	U	/	O	/	L	/	X
12	Elias Mendoza, Christopher Karol	Chofer de Tracto-camión	L	/	I	Δ	O	/	I	/	X
13	Gonzales Estraver, Victor Jesus	Chofer de Tracto-camión	U	/	U	/	I	/	I	/	X
14	Villarreal Soto, Julio Cesar	Chofer de Tracto-camión	I	/	I	/	U	/	O	/	X
15	Vega Quito, Erasmo	Chofer de Tracto-camión	O	/	I	/	I	Δ	L	/	X
16	Diaz Camacho, Francisco Manuel	Chofer de Tracto-camión	I	/	O	/	I	Δ	O	/	X
17	Cabellos Chavez, Cesar William	Chofer de Tracto-camión	I	/	L	/	I	/	L	/	O
18	Mudarra Polo, Santos Angel	Chofer de Tracto-camión	I	/	O	/	O	/	O	Δ	X
19	Ruiz Cabellos, Concepcion	Chofer de Tracto-camión	I	/	I	/	I	/	L	Δ	X
20	Gamarra Chuquipoma, Augusto	Chofer de Tracto-camión	I	Δ	I	/	I	Δ	O	/	X
21	Tafur Medina, Segundo Cruz	Chofer de Tracto-camión	U	/	I	Δ	O	Δ	L	/	X
22	Villarreal Pretell, Henderso Luis	Chofer de Tracto-camión	O	/	U	/	I	Δ	I	/	X
23	Chalan Vasquez, Jose Adolfo	Chofer de Tracto-camión	I	/	I	/	L	Δ	U	/	X
2 X 1			X		O		O		O		X

Fuente: Elaboración Propia

## OBSERVACIONES:

**1x2:** Operador que conoce dos operaciones con nivel L

**2X1:** Operación que conocen dos operadores con nivel L

**I:** El operador puede realizar la operación con supervisión constante.

**L:** El operador realiza la operación en el tiempo estándar, conoce los principales defectos y como detectarlos, además respeta la secuencia de operación sin equivocarse

**U:** Mejora el tiempo estándar, conoce y sabe cómo reparar los defectos, conoce el funcionamiento de la parte en el producto terminado.

**O:** Tiene los conocimientos necesarios para enseñar a otra persona.

**X:** No cumple con el 1x2 o 2x1

**O:** Cumple con el 1x2 o 2x1

**/:** Operación que cubre actualmente

**Δ:** Operación en capacitación

## Resultados de Matriz ILOU:

Se trabajara con ponderación 80/20 si menos del 20% de los trabajadores tienen nivel “I” en el área no será necesario capacitación.

**Tabla 18: Resumen de Necesidad de Capacitación – Enganche y Desenganche de canastas**

Enganche y Desenganche de canastas			
Niveles de Matriz	Cantidad	Frecuencia	Frecuencia Acumulado
I	15	65.22%	65.22%
L	1	4.35%	69.57%
O	3	13.04%	82.61%
U	4	17.39%	100.00%
Total	23		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19: Resumen de Necesidad de Capacitación – Maniobra en Cuarteles**

<b>Maniobra en cuarteles</b>			
Niveles de Matriz	Cantidad	Frecuencia	Frecuencia Acumulado
I	13	56.52%	56.52%
L	2	8.70%	65.22%
O	3	13.04%	78.26%
U	5	21.74%	100.00%
Total	23		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 20: Inspección General de Maquinaria**

<b>Inspección General de maquinaria</b>			
Niveles de Matriz	Cantidad	Frecuencia	Frecuencia Acumulado
I	10	43.48%	43.48%
L	7	30.43%	73.91%
O	5	21.74%	95.65%
U	1	4.35%	100.00%
Total	23		

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21: Resumen de Necesidad de Capacitación – Conducción con 4 carretas**

<b>Conducción con 4 carretas</b>			
Niveles de Matriz	Cantidad	Frecuencia	Frecuencia Acumulado
I	7	30.43%	30.43%
L	7	30.43%	60.87%
O	6	26.09%	86.96%
U	3	13.04%	100.00%
Total	23		

Fuente: Elaboración Propia

**Nota: Los Temas y el detalle de las capacitaciones se encuentran en los Anexos 7-10.**



### Cronograma de Capacitaciones:

El cronograma de capacitaciones realizado contiene los temas que los supervisores y el Jefe de división sugirieron que se debía capacitar, con el apoyo de los supervisores de campo, mayordomos y el jefe de mantenimiento capacitaran a los choferes.

**Tabla 22: Cronograma de Capacitaciones**

CAPACITACIONES	1° TRIM			2° TRIM			3° TRIM			4° TRIM			RESPONSABLE DEL PROGRAMA	FECHAS PROPUESTAS	STATUS	OBSERVACIONES
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET				
<b>Enganche y Desenganche de canastas</b>																
1 Introducción a punto de enganche	X												Jefe de División	24/10/2017	Pendiente	El Capacitador sera el Mayordomo
2 Medidas de seguridad		X											Jefe de División	14/11/2017	Pendiente	El Capacitador sera el Mayordomo
3 Resolución de problemas			X										Jefe de División	12/12/2017	Pendiente	El Capacitador sera el Mayordomo
4 Inspección final de acoples electrico y mangueras de aire			X										Jefe de División	19/12/2017	Pendiente	El Capacitador sera el Mayordomo
<b>Maniobra en cuarteles</b>																
1 Introducción a maniobras en cuartel				X									Jefe de División	09/01/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Supervisor de cosecha
2 Rangos de velocidades y distancias en maniobras				X									Jefe de División	23/01/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Supervisor de cosecha
3 Resolución de problemas					X								Jefe de División	20/02/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Supervisor de cosecha
4 Practica demostrativa en campo						X							Jefe de División	12/03/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Supervisor de cosecha
<b>Inspección General de maquinaria</b>																
1 Introducción a Inspección General de maquinaria							X						Jefe de División	09/04/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Jefe de mantenimiento
2 Identificación de sistemas de tracto-camiones								X					Jefe de División	07/05/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Jefe de mantenimiento
3 Analisis diagnostico de fallas mecanicas									X				Jefe de División	11/06/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Jefe de mantenimiento
4 Examen de inspección general de maquinaria										X			Jefe de División	24/06/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Jefe de mantenimiento
<b>Conducción con 4 carretas</b>																
1 Introducción a Conducción con 4 carretas										X			Jefe de División	12/07/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Mayordomo
2 Rango de velocidades de manejo											X		Jefe de División	09/08/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Mayordomo
3 Especificaciones técnicas												X	Jefe de División	26/08/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Mayordomo
4 Prueba de manejo												X	Jefe de División	15/09/2018	Pendiente	El Capacitador sera el Mayordomo

Fuente: Elaboración Propia.

El total de costos asumidos por el desarrollo del plan de capacitación a mediante un DNC y la Matriz ILOU asciende a un total de S/. 2'633 y el costo asumido por no capacitar a los choferes es de S/. 25'707, según la tesis DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA FLOTA DE TRACTOCAMINIONES EN SU CONTEXTO OPERACIONAL (Presby, 2008). Donde genera un ahorro al aumentar la eficiencia 15% del personal en el primer año. Entonces podemos decir que al implementar esta mejora se tendrá un beneficio de S/. 7'548 soles.

## **4.2. Área mantenimiento**

### **4.2.1. CR2: No existe control de mantenimiento preventivo y reparaciones**

#### **4.2.1.1. Causa Raíz**

Debido a que no existe un control adecuado del mantenimiento preventivo y reparaciones, suele haber deficiencias con la calidad de estas, además de un incremento de la tasa de fallas en las unidades, aparte de esto la vida útil de las unidades se ve afectada de manera negativa al igual que su rendimiento en consumo de aceites y combustibles. Por lo cual se observó que los procedimientos y las responsabilidades en el área no estaban adecuadamente definidas en esta actividad, además de que en varios casos no se cumplía con los mantenimientos preventivos planificados y reparaciones.

#### **4.2.1.2. Costos de la Causa Raíz**

Para obtener los costos que genera no tener un control del mantenimiento y reparaciones primeramente se analizaron a las unidades que sufrían fallas de manera no accidental y no contaban con su mantenimiento preventivo. En la siguiente tabla de muestra el programa de mantenimiento preventivo de las unidades de manera anual del 2016 y el seguimiento de las fallas causadas por su incumplimiento.

**Tabla 23: Programa de mantenimiento flota de cosecha transporte de caña, año 2016.**

EQUIPO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
307	27/01/2016	25/02/2016	25/03/2016	23/04/2016	22/05/2016	20/06/2016	19/07/2016	17/08/2016	15/09/2016	14/10/2016	12/11/2016	11/12/2016
310	23/01/2016	22/02/2016	22/03/2016	20/04/2016	19/05/2016	17/06/2016	16/07/2016	14/08/2016	12/09/2016	11/10/2016	09/11/2016	08/12/2016
394	19/01/2016	17/02/2016	17/03/2016	15/04/2016	14/05/2016	12/06/2016	11/07/2016	09/08/2016	07/09/2016	06/10/2016	04/11/2016	03/12/2016
320	15/01/2016	15/02/2016	17/03/2016	17/04/2016	18/05/2016	18/06/2016	19/07/2016	19/08/2016	19/09/2016	20/10/2016	20/11/2016	21/12/2016
326	11/01/2016	10/02/2016	11/03/2016	10/04/2016	10/05/2016	09/06/2016	09/07/2016	08/08/2016	07/09/2016	07/10/2016	06/11/2016	06/12/2016
328	07/01/2016	08/02/2016	11/03/2016	12/04/2016	14/05/2016	15/06/2016	17/07/2016	18/08/2016	19/09/2016	21/10/2016	22/11/2016	24/12/2016
330	14/01/2016	14/02/2016	16/03/2016	16/04/2016	17/05/2016	17/06/2016	18/07/2016	18/08/2016	18/09/2016	19/10/2016	19/11/2016	20/12/2016
332	21/01/2016	19/02/2016	19/03/2016	17/04/2016	16/05/2016	14/06/2016	13/07/2016	11/08/2016	09/09/2016	08/10/2016	06/11/2016	05/12/2016
413	28/01/2016	26/02/2016	26/03/2016	24/04/2016	23/05/2016	21/06/2016	20/07/2016	18/08/2016	16/09/2016	15/10/2016	13/11/2016	12/12/2016
414	24/01/2016	22/02/2016	22/03/2016	20/04/2016	19/05/2016	17/06/2016	16/07/2016	14/08/2016	12/09/2016	11/10/2016	09/11/2016	08/12/2016
415	20/01/2016	18/02/2016	18/03/2016	16/04/2016	15/05/2016	13/06/2016	12/07/2016	10/08/2016	08/09/2016	07/10/2016	05/11/2016	04/12/2016
416	16/01/2016	16/02/2016	18/03/2016	18/04/2016	19/05/2016	19/06/2016	20/07/2016	20/08/2016	20/09/2016	21/10/2016	21/11/2016	22/12/2016
419	12/01/2016	13/02/2016	16/03/2016	17/04/2016	19/05/2016	20/06/2016	22/07/2016	23/08/2016	24/09/2016	26/10/2016	27/11/2016	29/12/2016
417	08/01/2016	07/02/2016	08/03/2016	07/04/2016	07/05/2016	06/06/2016	06/07/2016	05/08/2016	04/09/2016	04/10/2016	03/11/2016	03/12/2016
420	04/01/2016	05/02/2016	08/03/2016	09/04/2016	11/05/2016	12/06/2016	14/07/2016	15/08/2016	16/09/2016	18/10/2016	19/11/2016	21/12/2016
423	16/01/2016	16/02/2016	18/03/2016	18/04/2016	19/05/2016	19/06/2016	20/07/2016	20/08/2016	20/09/2016	21/10/2016	21/11/2016	22/12/2016

Fuente: Planificación área de mantenimiento Casa Grande S.A.A.

**Tabla 24: Seguimiento de fallas de la flota de transporte de cosecha de caña del año 2016.**

UNIDAD	TIPO DE PM	FECHA PLANIF	FECHA REALIZADA	TIEMPO PLANIF	TIEMPO USADO	REALIZADO	FALLA PRE.
307	500	14/10/2016	18/10/2016	4		NO	FUGA DE ACEITE POR EL CARTER
310	1000	16/07/2016	16/07/2016	12		NO	RECALENTAMIENTO DE MOTOR
310	1000	09/11/2016	06/11/2016	12		NO	PALILLERES ROTOS
394	750	03/04/2017	15/04/2017	8		NO	PICADURA DE TANQUE DE REFRIGERANTE
394	250	24/09/2017	18/09/2017	2		NO	ALTERNADOR EN MAL ESTADO
320	750	19/08/2016	13/08/2016	8		NO	RECALENTAMIENTO DE MOTOR
326	500	08/08/2016	02/08/2016	4		NO	TOMA DE FUERZA EN MAL ESTADO
330	750	14/01/2016	22/01/2016	8		NO	RECALENTAMIENTO DE MOTOR
330	250	19/11/2016	27/11/2016	2		NO	LUCES EN MAL ESTADO
332	1000	19/02/2016	13/02/2016	12		NO	RECALENTAMIENTO DE MOTOR
413	250	26/03/2016	07/04/2016	2		NO	LUCES EN MAL ESTADO
415	1000	18/02/2016	26/02/2016	12		NO	RECALENTAMIENTO DE MOTOR
415	250	12/07/2016	06/07/2016	2		NO	LUCES EN MAL ESTADO
419	250	22/07/2016	03/08/2016	2		NO	LUCES EN MAL ESTADO
417	250	08/03/2016	02/03/2016	2		NO	LUCES EN MAL ESTADO
417	750	04/09/2016	12/09/2016	8		NO	RECALENTAMIENTO DE MOTOR
420	250	14/07/2016	22/07/2016	2		NO	LUCES EN MAL ESTADO
423	250	18/03/2016	30/03/2016	2		NO	RECALENTAMIENTO DE MOTOR
423	250	21/11/2016	03/12/2016	2		NO	RECALENTAMIENTO DE MOTOR

FUENTE: Elaboración Propia.

Se refleja en el seguimiento de la fallas, que con las unidades que no se le realizo su mantenimiento preventivo sufren fallas de manera no accidental, las cuales tienen como resultado un costo refleja extra en la operación que por perdida de tiempos, repuestos , mano de obra y costo de lucro cesante.

**Tabla 25: Costos asumidos por falta de mantenimiento preventivo 2016**

		<b>ANUAL</b>	<b>MENSUAL</b>
<b>TOTAL</b>	<b>COSTO MAT</b>	128,900.00	10,741.67
	<b>Costo M.O</b>	4,271.53	355.96
	<b>COSTO L.C</b>	19,139.40	1,594.95
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>152,310.93</b>	<b>12,692.58</b>

Fuente: Elaboración Propia.

En total en el año 2016 los costos asumidos de manera mensual por esta causa fueron de 12.292,58 nuevos. Además de esto el cumplimiento del mantenimiento preventivo fue de 72,88% y el porcentaje de los vehículos que sufrieron fallas por falta de mantenimiento preventivo representaron al 39,58% de la flota.

#### **4.2.1.3. Propuestas de mejora**

Para establecer un control adecuado del mantenimiento y reparaciones se propone implementar la metodología TPM, para esta causa se enfocaran los 2 primeros pilares de los cuales son Mejoras enfocadas y Mantenimiento preventivo. Los cuales se basan en un control más apropiado de las actividades y su respectivo seguimiento.

### **TPM:**

#### **Implantación de una Filosofía TPM:**

El Mantenimiento Productivo Total es un sistema de gestión de calidad, que promueve el trabajo en equipo para poder cumplir con los objetivos de mejora continua, dando como resultado un mejor ambiente de trabajo, encaminado a mejorar aspectos de eficiencia, mantenibilidad, seguridad para el trabajador y desarrollando responsabilidad con el cuidado del medio ambiente, para poder cumplir el programa de TPM.

#### **Decisión de aplicar TPM en planta:**

Una vez definida la situación actual de la planta se toma una decisión: La planta debe cambiar y para obtener los resultados deseados es necesario plantear un programa de mantenimiento productivo total a la planta automotriz de Casa Grande S.A.A; Es compromiso de los representantes y autoridades de la empresa solventar este requerimiento, por tanto, el primer paso se cumple.

#### **Información del programa TPM al personal implicado:**

Se planificara con la jefatura y supervisores de mantenimiento realizar 4 reuniones con el objetivo de: Informar al personal y dar a conocer que se requiere un cambio de mentalidad, actitud y compromiso por el bien de todos, dichas reuniones informativas constan de los temas que se muestran en la tabla:

**Tabla 26: Cronograma de Actividades del Programa TPM**

Actividad	Temas a Tratar	Tiempo Establecido	Fechas
Reunión 1	TPM Introducción Generalidades Misión del programa TPM Características del TPM Beneficios del TPM	30 min	11/10/2017
Reunión 2	¿Qué es el Mantenimiento planificado? Beneficios del Mantenimiento planificado Etapa de Implantación	30 min	12/11/2017
Reunión 3	¿Que son mejoras enfocadas? Etapa de implantación	20 min	13/11/2017
Reunión 4	Funciones del personal Responsabilidades del personal	30 min	14/11/2017

Fuente: Elaboración Propia

### **Políticas del Programa TPM**

- Elevar la calidad de los servicios que brinda la planta de mantenimiento de Casa Grande S.A.A.
- Organizar, evaluar y planificar la carga de calidad
- Cuidado adecuado de la integridad de los trabajadores, mantenimiento de los equipos y mejora continua del sistema

### **Plan Maestro para la Mejora Enfocada:**

El objetivo de la mejora enfocada es tener un sistema productivo lo más altamente eficiente y durante el mayor tiempo posible, es por eso que debemos descubrir, clasificar y eliminar principales factores que merman las industrias de producción ineficientes.

Se realiza una evaluación de la criticidad del proceso transporte de caña



**Tabla 27: Cuadro de Evaluación de Criticidad de transporte de caña**

<b>Criterios Para determinar Criticidad</b>	Cuantificación
<b>Frecuencias de Falla</b>	
Fallas promedio mayor a 4 fallas/año	<b>4</b>
2-4 fallas/año	3
1-2 fallas/año	2
Mínimo de 1 falla/año	1
<b>Impacto Operacional</b>	
Parada de toda la empresa	10
Parada de toda la planta	6
Impacto a niveles de producción y calidad	<b>4</b>
Repercute a costos operacionales adicionales	2
No genera ningún efecto significativo sobre las demás operaciones	1
<b>Costos de Mantenimiento</b>	
Mayor o igual a S/. 20000	2
Menor o inferior a S/. 20000	<b>1</b>
<b>Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana</b>	
Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños irrelevantes	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores	<b>2</b>
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola normas	1
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambiente	0

Fuente: Elaboración Propia.

Al realizar la matriz de criticidad para hallar la criticidad del proceso se obtiene un puntaje de 11, el puntaje máximo es de 24 que indica una criticidad del 100%, entonces la criticidad de la operación de los tracto camiones es de 46%.

Se plantea un seguimiento de las fallas y los problemas que presentan las unidades con una matriz de criticidad según su sistema afectado.

**Tabla 28: Matriz de criticidad de Sistema de Tracto camiones 350-450 HP**

Cod	Sistema	Frecuencia de fallas				Impacto Operacional				Flexibilidad Operacional			Costo de Mantto		Impacto en la seguridad humana y ambiente			Frecuencia de Ocurrencia	Consecuencias	Criticidad		
		Mayor a 4 fallas al año	3 -4 fallas al año	1 - 2 fallas año	Mínimo 1 falla al año	Parada inmediata del tracto camión	Para inmediata del tracto camión pero puede ser suplido por otro s	Impacto en los niveles de producción o calidad	Repercute en los costos adicionales recuperables	No genera ningún impacto	No existe otra opción de producción y nose puede recuperar	Hay opción de producción a una capacidad permisible	Hay opción de repuestos	Función de repuestos disponible	Mayor o igual a \$3000	Menor o igual a \$3000	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna				Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	Afecta las instalaciones o personas causando daños irreversibles
		4	3	2	1	10	8	6	3	1	5	4	3	1	2	1	8	6	4			
SF	Frenos	4				10						3			1		6		4	37		
SM	Motor	4				10				5				2		8			4	60		
SE	Eléctrico	4					6			5				2			6		4	38		
SH	Hidráulico		3						3				1		1			4	3	8		
SR	Rodamiento	4					8						1	2				4	4	14		
SES	Estrucutra			2						1			1		1			4	2	6		
SS	Suspensión		3				8				4			2			6		3	40		
ST	Transmisión		3					6			4			2			6		3	32		

Fuente: VILLACRÉS, Sergio, 2015

Después del análisis de la matriz se puede analizar que los sistemas que son más críticos es el sistema motor con 60 puntos, eléctrico con 38 puntos, suspensión con 40 puntos y frenos con 37 puntos por lo cual se propone un análisis de método de fallo efecto AMFE.

### Análisis de Modos de Fallo y Efectos (AMFE)

Se evalúan las consecuencias del fallo funcional, además los efectos que causan los sistemas en la unidad y se proponen las tareas preventivas o correctivas con la frecuencia necesaria a través de hojas de información y hojas de decisiones por cada sistema implicado como crítico.

**Tabla 29: Análisis de métodos fallo y efectos del sistema motor.**

Hoja de Información AMEF		Sistema	Facilitador	Fecha	Hoja N°	
		Sistema de motor	Ing. Sergio Villacrés	02/08/2017	1	
		Equipo	Auditor:	Fecha	De	
		Tractocamion International 350 a 450 HP		02/08/2017	1	
Comp.	Función	Falla Funcional	Modo de Falla		Efecto falla	
Sistema de motor	Generar potencia para el movimiento de la unidad	A	No funciona	1	Corotocircuito en corriente de motor	Cuando al operar no se enciende el motor
				2	Temperatura baja para ignición	Cuando el motor tiene dificultades al encender
				3	Bujías rotas	Existe encendido de motor pero no transmite potencia
		B	Sonido extraño al encender	1	Pistones desgastados	Pistón tropieza con alguna válvula
				2	Cojinete de banca desgastado	Mal funcionamiento de cojinete
				3	Balancín en mal estado	Balancín con juego
	C	Baja potencia		1	Mal funcionamiento de bujías	Calentamiento de bujías
				2	Deficiente lubricación	Sobreefuerzo de pisonos
				3	Inyectores en mal estado	Poca alimentación de combustible

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 30: Hoja de decisión sistema motor.**

Hoja de Decisión		Sistema	Facilitador	Fecha	Hoja N°	
		Sistema de motor	Ing. Sergio Villacrés	02/08/2017	1	
		Equipo	Auditor:	Fecha	De	
		Tractocamion International 350 a 450 HP		02/08/2017	1	
Falla funcional	Falla Anual	Revisión	Tareas de Propuestas	Responsable	(minutos)	Costo Estim
A		1	1 Revisión de temperatura de motor y pruebas a min y max rev	Mecanico Automotriz	45	151,24
B		3	3 Revisión de carter, monoblock y ventilador de motor	Mecanico Automotriz	30	302,48
C		3	3 Revisión de lubricación e inyectores	Mecanico Automotriz	15	151,24

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 31: Análisis de métodos fallo y efectos del sistema eléctrico**

Hoja de Información AMEF		Sistema	Facilitador	Fecha	Hoja N°	
		Sistema eléctrico	Ing. Sergio Villacrés	02/08/2017	2	
		Equipo	Auditor:	Fecha	De	
		Tractocamion International 350 a 450 HP		02/08/2017	1	
Comp.	Función	Falla Funcional	Modo de Falla		Efecto falla	
Sistema eléctrico	Proveer energía eléctrica para iluminación y movimiento del motor	A	No proveee energía para iluminación	1	Quema fusibles	No encienden las luces
				2	Corto circuito	No encienden las luces
		B	No proveee energía	1	Marca código de falla, batería	No enciende el motor
				2	Rotura de cables de conexión	No enciende el motor

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 32: Hoja de decisión sistema eléctrico**

Hoja de Decisión		Sistema	Facilitador	Fecha	Hoja N°	
		Sistema eléctrico	Ing. Sergio Villacrés	02/08/2017	2	
		Equipo	Auditor:	Fecha	De	
		Tractocamion International 350 a 450 HP		02/08/2017	1	
Falla funcional	Frecuencia Falla Anual	Frecuencia de Revisión	Tareas de Propuestas	Responsable	Tiempo (minutos)	Costo Estim
A		2	2 Cambio de fusibles	Mecanico Automotriz	45	302,48
A		4	4 Revisión de cables o elementos electricos	Mecanico Automotriz	15	201,66
B		3	3 Revisión y reparación de sistema electrico	Mecanico Automotriz	30	302,48

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 33: Análisis de métodos fallo y efectos del sistema de frenos**

Hoja de Información AMEF		Sistema	Facilitador	Fecha	Hoja N°
		Sistema de frenos	Ing. Sergio Villacrés	02/08/2017	3
		Equipo	Auditor:	Fecha	De
		Tractocamion International 350 a 450 HP		02/08/2017	1
Comp.	Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto falla	
Sistema de frenos	Detener el vehiculo con el operador lo requiera	A	No detiene	1 Desgaste excesivo de los elementos de frenado	Cuando al operar acciona el freno el vehículo no frena inmediatamente.
				2 Mala calibración	Cuando al operar acciona el freno el vehículo no frena
				3 Rotura del diafragma de los pulmones accionados	Cuando se acciona el freno, se escucha una fuga de aire y no funciona.
				4 Elementos de frenado se cristalizan	Existe un olor quemado y no frena
		B	Se frena sin ser accionado	1 Fuga de aire sistema neumático	La presión del panel de instrumentación registra undescenso. Se entiende la lampará testigo.Se frena el carro

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 34: Hoja de decisión sistema frenos**

Hoja de Decisión		Sistema	Facilitador	Fecha	Hoja N°	
		Sistema de frenos	Ing. Sergio Villacrés	02/08/2017	3	
		Equipo	Auditor:	Fecha	De	
		Tractocamion International 350 a 450 HP		02/08/2017	1	
Falla funcional	Frecuencia Falla Anual	Frecuencia de Revisión	Tareas de Propuestas	Responsable	Tiempo (minutos)	Costo Estim
A		10	10 Inspección de los elementos de frenado	Mecanico Automotriz	15	504,14
A		4	4 Calibración de los frenos	Mecanico Automotriz	30	403,31
A		2	2 Cambio de pulmon	Mecanico Automotriz	150	1.008,28
B		8	8 Inspección de neumaticos y panel de instrumentación	Mecanico Automotriz	15	403,31

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35: Análisis de métodos fallo y efectos del sistema de suspensión**

Hoja de Información AMEF		Sistema	Facilitador	Fecha	Hoja N°
		Sistema de suspensión	Ing. Sergio Villacrés	02/08/2017	4
		Equipo	Auditor:	Fecha	De
		Tractocamion International 350 a 450 HP		02/08/2017	1
Comp.	Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto falla	
Sistema de suspensión	Detener el vehículo con el operador lo requiera	A	No absorbe	1	Desgaste de partes móviles de la suspensión: terminales pines, bocinas y bujes de ballesta.
				2	Rotura de amortiguadores
	Mantener la tracción el terreno	B	No mantienen tracción	1	Amortiguadores reventados
				2	Rotura o desgaste de pines y bocinas
				Golpeteo en la suspensión	
				Inestabilidad de unidad	
				La presión del panel de instrumentación registra un descenso. Se entiende la lámpara testigo. Se frena el carro	
				Golpeteo en la suspensión	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36: Hoja de decisión sistema suspensión**

Hoja de Decisión		Sistema	Facilitador	Fecha	Hoja N°	
		Sistema de suspensión	Ing. Sergio Villacrés	02/08/2017	4	
		Equipo	Auditor:	Fecha	De	
		Tractocamion International 350 a 450 HP		02/08/2017	1	
Falla funcional	Frecuencia Falla Anual	Frecuencia de Revisión	Tareas de Propuestas	Responsable	Tiempo (minutos)	Costo Estim
A	5	5	Revisión periódico de pines, bocinas, terminales y bujes	Mecánico Automotriz	20	252,07
A	3	3	Cambio periódico de amortiguadores	Mecánico Automotriz	50	504,14
B	4	4	Reparación periódico de amortiguadores	Mecánico Automotriz	60	806,62
B	3	3	Cambio periódico de pines, bocinas, terminales y bujes	Mecánico Automotriz	140	1.411,59

Fuente: Elaboración propia

En la elaboración del AMEF se concluye que tomar las decisiones de mejora tendrá una inversión de tiempo de 2,81 horas y un costo de 558,75 soles mensuales.

A continuación se muestra el promedio de fallas en operación con concordancia con las hojas de información de los sistemas críticos en los años 2013 al 2016.

**Tabla 37: Historial de fallas promedio de la flota de transporte de caña según criterio AMEF, sistema motor y eléctrico años 2013-2016**

UNIDAD	SISTEMA MOTOR									SISTEMA ELECTRICO			
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	A1	A2	B1	B2
307	1	1	1	1	0	1	1	4	1	0	4	1	1
310	1	2	0	1	1	1	2	2	3	1	0	4	2
320	2	1	1	1	0	2	1	1	1	0	1	0	1
326	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	3	2
332	1	1	1	3	1	1	0	2	1	2	0	2	1
394	0	1	0	1	1	1	1	3	2	0	0	2	1
413	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1
414	2	4	4	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
415	1	1	0	2	2	1	1	2	0	0	3	1	2
416	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1
417	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1
419	0	1	0	1	1	1	2	3	0	1	2	0	1
420	1	1	1	1	1	2	0	4	0	2	1	1	1
<b>TOTAL</b>	11	17	11	16	10	14	14	28	13	10	16	19	16
<b>MTRR</b>	9,15	4,15	9,15	4,95	7,1	6,7	4,82	1,12	7,1	2,2	3,9	1,4	2,5
<b>T.P</b>	100,65	70,55	100,65	79,2	71	93,8	67,48	31,36	92,3	22	62,4	26,6	40
<b>COSTO</b>	20.297	14.227	20.297	15.971	14.318	18.915	13.608	6.324	18.613	4.436	12.583	5.364	8.066

Fuente Elaboración Propia

**Tabla 38: Historial de fallas promedio de la flota de transporte de caña según criterio AMEF, sistema frenos y motor años 2013-2016.**

UNIDAD	SISTEMA DE FRENOS					SISTEMA DE SUSPENSION			
	A1	A2	A3	A4	B1	A1	A2	B1	B2
307	2	1	4	5	2	1	1	1	1
310	3	3	2	1	1	2	3	1	2
320	2	1	2	2	1	1	2	2	2
326	3	2	1	1	2	2	1	2	1
332	1	2	2	3	1	1	1	1	3
394	2	4	1	1	2	0	3	0	2
413	1	1	2	4	1	1	1	1	1
414	3	3	1	1	3	0	0	1	2
415	1	1	2	2	3	2	2	0	3
416	2	1	1	2	1	0	0	3	1
417	1	1	1	1	1	1	3	4	1
419	1	2	1	1	2	0	1	0	2
420	1	4	1	1	1	3	1	1	1
<b>TOTAL</b>	23	26	21	25	21	14	19	17	22
<b>MTRR</b>	1,15	1	6,7	3,1	2	3,93	4,31	4,69	5,07
<b>T.P</b>	26,45	26	140,7	77,5	42	55,02	81,89	79,73	111,54
<b>COSTO</b>	5.334	5.243	28.373	15.628	8.470	11.095	16.514	16.078	22.493

Fuente: Elaboración Propia

Después de la aplicación del AMEF se logra un ahorro de 7.557,080 soles mensuales, además de aumentar la disponibilidad promedio de la flota al 85,13%.

**Implementación de check list diario:**

Se establecen formatos para control y verificación del mantenimiento preventivo en los tracto camiones, estos formatos se utilizaran cada vez que la unidad se dirija al engrase semanalmente. A continuación se mostrara el formato para el check list de control de actividades.






**Tabla 39: Formato M-1 Check List de Tracto camiones 350 -450HP**

Supervisor a Cargo: Edgar Araujo Jorge	Fecha: 15/07/2017	
Mecánico Responsable: Carrasco Carlos	Horometro: 4350	
Hora Inicio: 12:00	Kilometraje: 34530	
Hora Final: 12:15	Código Interno: 414	

	Realizado	Observaciones
	√ / X	
<b>Motor y estructura</b>		
Nivel de combustible	√	
Comprobación de niveles de aceite y filtro	√	
Comprobación del nivel de refrigerante	√	
Estructura general de sistema y calibración adecuada	√	
<b>Neumáticos y frenos</b>		
Apriete de las sujeciones de las ruedas	√	
Comprobación de la presión de los neumáticos	√	
Comprobación del sistema de frenado	√	
Comprobación del sistema de dirección	√	
<b>Sistema Eléctrico/electrónico</b>		
Batería: Comprobación del estado, nivel y densidad del ácido	√	
Comprobación de cableado de 7 líneas y sistema en general	√	
<b>Hidráulica e implementos</b>		
Sistema hidráulico: comprobación del nivel de aceite y filtro	√	
Comprobación del sistema de hidráulico y accesorios	√	
Comprobación del funcionamiento y la seguridad de la quinta rueda	√	
Estado de unidad		
Bajos niveles de aceite, sistema hidráulico sufre atascamiento leve por oxidación y suciedad.		

 <div style="background-color: black; width: 100px; height: 15px; margin: 5px auto;"></div> <p>Supervisor</p>	 <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 15px; margin: 5px auto;"></div> <p>Mecánico</p>	 <p>Jefe Mantenimiento</p>
---	---	--

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta una medición de tiempos de las actividades generales de la inspección:

**Tabla 40: Toma de tiempos de actividades de inspección tracto camiones international 350HP a 450 HP**

Item	Actividades	Tiempo en minutos									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Inspección general de vehiculos niveles de aceite y combustible	2,2	2,1	2,0	1,6	1,7	1,2	1,4	1,7	1,3	1,8
2	Inspección de Frenos	1,5	1,8	2,6	2,4	1,3	1,4	1,3	1,9	0,9	1,0
3	Inspección de Motor	2,5	2,3	3,4	2,7	3,4	2,9	3,1	2,2	3,1	2,8
4	Inspección de Eléctrico	1,0	1,3	1,6	1,0	1,2	1,1	1,3	1,2	1,2	1,0
5	Inspección de Hidráulico	1,5	2,0	1,8	1,9	1,7	2,0	2,2	1,6	1,8	1,5
6	Inspección de Rodamiento	0,9	1,0	1,1	1,6	2,0	1,5	1,4	2,0	1,4	1,3
7	Inspección de Estructura	1,0	0,8	0,8	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,7
8	Inspección de Suspensión	1,2	1,7	1,6	1,3	2,0	1,9	1,7	1,1	1,6	1,2
9	Inspección de Transmisión	1,0	1,2	1,1	1,3	1,3	1,0	1,5	1,3	1,4	1,8
10	Procede a revisar los sistema con equipo motor on	1,2	1,0	1,6	1,9	1,5	1,7	2,0	1,3	1,5	1,2
11	Cierra formato de inspección con verificación correcta	0,4	0,6		0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 41: Estandarización de tiempos actividades de inspección tracto camiones international 350HP a 450 HP**

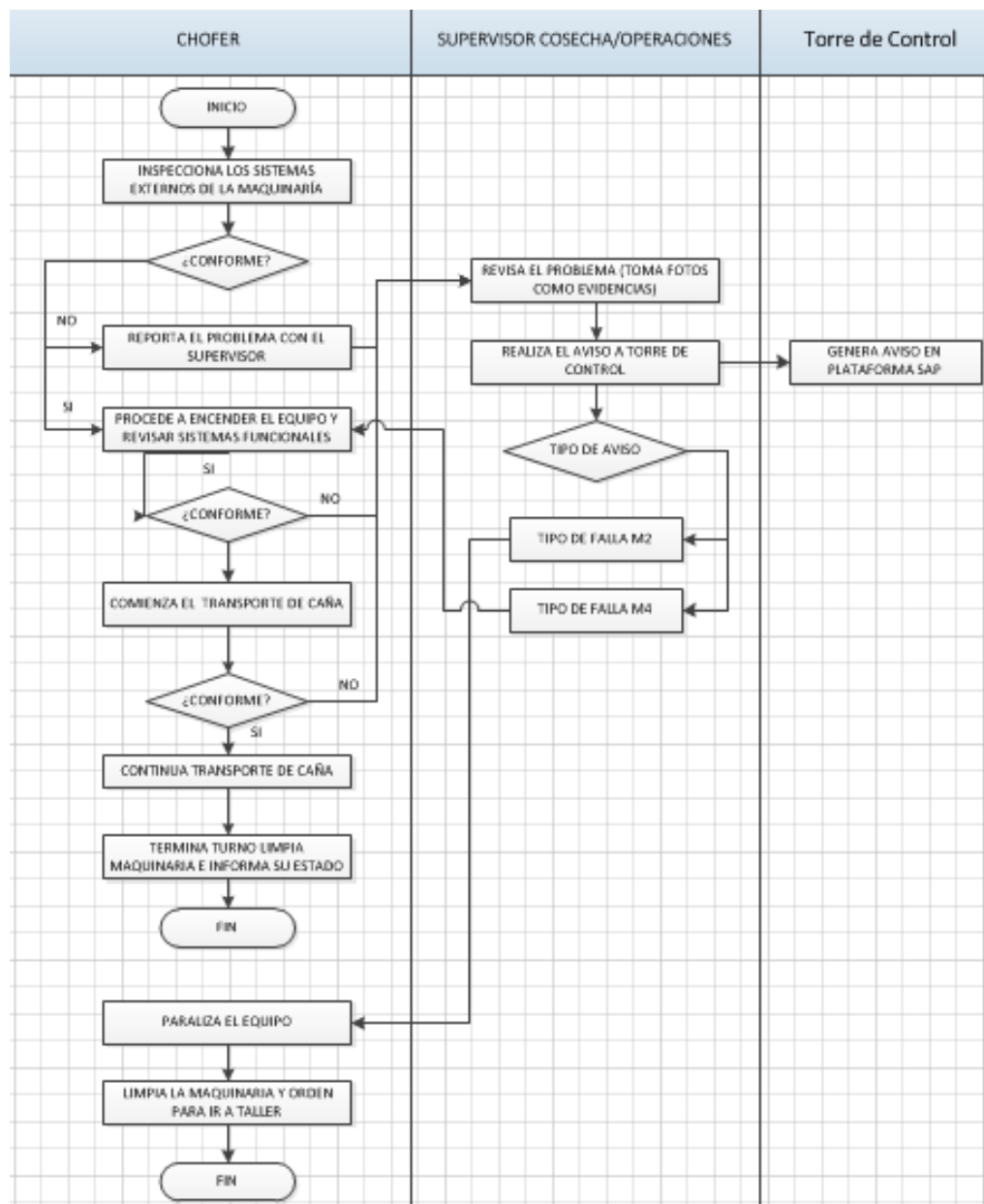
Actividad	TIEMPO PROM.	VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL	SUMPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR
Inspección general de vehiculos niveles de aceite y combustible	1,7	1,03	1,75	0,15	2,01
Inspección de Frenos	1,6	1,03	1,66	0,15	1,91
Inspección de Motor	2,9	1,03	3,00	0,17	3,51
Inspección de Eléctrico	1,2	1,03	1,23	0,17	1,43
Inspección de Hidráulico	1,8	1,03	1,85	0,17	2,17
Inspección de Rodamiento	1,4	1,03	1,46	0,17	1,71
Inspección de Estructura	0,9	1,03	0,93	0,15	1,07
Inspección de Suspensión	1,5	1,03	1,58	0,15	1,81
Inspección de Transmisión	1,3	1,03	1,33	0,15	1,53
Procede a revisar los sistema con equipo motor on	1,5	1,03	1,53	0,15	1,76
Cierra formato de inspección con verificación correcta	0,4	1,03	0,39	0,15	0,45

Fuente: Elaboración propia

Se determinó que el tiempo necesario para las inspecciones semanales es de un total de 19,36 minutos representando un costo de 950,98 soles mensuales.

Además se plantea el procedimiento general de revisión de equipos para los choferes antes de iniciar sus actividades.

**Ilustración 24: Procedimiento de pre-operación de tracto camiones**



Fuente: Elaboración propia

En conclusión se elaboraron los siguientes procedimientos para asegurar el cumplimiento del mantenimiento preventivo programado, esto se reforzara con el pilar siguiente pilar.

**Mantenimiento Planificado:**

El objetivo de este pilar es eliminar los problemas de los equipos a través de acciones de mejora, preventivas y predictivas, y su propósito final es el de avanzar a la mejora de la disponibilidad y cumplimientos de estos mantenimientos en los equipos. A continuación se presenta la cartilla de mantenimiento del modelo International.

**Tabla 42: Actividades de Mantenimiento Internacional 9100 350 a 450HP**

Tipo Mantenimiento	Duración (h)	Actividades General	Sub-Actividades	250	500	1000	2000	5000
PM1	4	Actividades preliminares	Limpiar panel de radiador	X				
			Lavar respiradero de diferenciales	X				
			Limpiar respiradero de motor	X				
			Muestrear aceite de motor	X				
			Limpiar filtro de aire	X				
		Inspecciones-Verificaciones	Inspeccionar fugas de aceite	X				
			Inspeccionar quinta rueda	X				
			Inspeccionar suspensión	X				
			Inspeccionar rodamiento de collarín	X				
			Inspeccionar cruceta/cardanes	X				
			Inspeccionar neumáticos	X				
			Verificar presión inflado de neumáticos	X				
			Revisiones y ajustes	Ajustar juego libre de embrague	X			
		Ajustar pernos cabina y estructura		X				
		Revisar fajas y poleas		X				
		Revisar conductos de admisión/escape		X				
		Ajustar varillaje de dirección		X				
		Medir profundidad remanente de neumático		X				
		Ajustar tuercas de ruedas		X				
		Revisar turbo compresor		X				
		Ajustar frenos		X				
		Revisar baterías		X				
		Cambios	Revisar sistema eléctrico	X				
Cambiar filtro de aceite motor	X							
Cambiar aceite de motor	X							
Lubricaciones	Cambiar filtro de combustible	X						
	Lubricar máquina en general	X						
PM2	6	Actividades preliminares	Muestrear aceite de caja de cambios		X			
			Revisar gobernador		X			
		Revisiones y ajustes	Revisar válvulas de frenos		X			
			Revisar juego de diferenciales		X			
			Revisar caja de cambios		X			
			Revisar sistema eléctrico		X			
			Revisar arrancador		X			
			Revisar alternador		X			
			Revisar secador de aire		X			
		Cambios	Cambiar filtro de aire		X			
			Cambiar filtro separador de agua		X			
			Cambiar filtro de refrigerante		X			
PM3	8	Actividades preliminares	Muestrear aceite diferencial delantero			X		
			Muestrear aceite diferencial posterior			X		
		Inspecciones-Verificaciones	Inspeccionar intercooler			X		
		Revisiones y ajustes	Revisar termostato			X		
			Ajustar rodaje de rueda			X		
		Cambios	Cambiar aceite de caja cambios			X		
			Cambiar filtro de aceite dirección hidráulico			X		
			Cambiar aceite de dirección			X		
Cambiar aceite de cubos delanteros				X				
PM4	10	Inspecciones-Verificaciones	Verificar parámetros operación de motor				X	
			Ajustar holgura válvulas de motor				X	
		Revisiones y ajustes	Cambiar aceite de diferenciales				X	
Cambiar filtro secador de aire					X			
PM5	12	Cambios	Cambios de Refrigerante					X

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento Internacional 9100, 2014

Además se presenta el programa de mantenimiento preventivo de la flota de tracto camiones de transporte de caña, el cual fue trabajo con el área de planificación para la proyección anual y el costeo.

**Tabla 43: Programa de Mantenimiento preventivo de flota transporte de caña 2017**

Descripción	Equipo	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
FECHA	307	21/01/2016	19/02/2016	19/03/2016	17/04/2016	16/05/2016	14/06/2016	13/07/2016	11/08/2016	09/09/2016	08/10/2016	06/11/2016	05/12/2016
TIPO PM		PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3
FECHA	310	03/01/2016	02/02/2016	02/03/2016	31/03/2016	29/04/2016	28/05/2016	26/06/2016	25/07/2016	23/08/2016	21/09/2016	20/10/2016	18/11/2016
TIPO PM		PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
FECHA	320	16/01/2016	14/02/2016	14/03/2016	12/04/2016	11/05/2016	09/06/2016	08/07/2016	06/08/2016	04/09/2016	03/10/2016	01/11/2016	30/11/2016
TIPO PM		PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3
FECHA	326	12/01/2016	12/02/2016	14/03/2016	14/04/2016	15/05/2016	15/06/2016	16/07/2016	16/08/2016	16/09/2016	17/10/2016	17/11/2016	18/12/2016
TIPO PM		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2
FECHA	332	09/01/2016	08/02/2016	09/03/2016	08/04/2016	08/05/2016	07/06/2016	07/07/2016	06/08/2016	05/09/2016	05/10/2016	04/11/2016	04/12/2016
TIPO PM		PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1
FECHA	394	07/01/2016	08/02/2016	11/03/2016	12/04/2016	14/05/2016	15/06/2016	17/07/2016	18/08/2016	19/09/2016	21/10/2016	22/11/2016	24/12/2016
TIPO PM		PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4
FECHA	413	14/01/2016	14/02/2016	16/03/2016	16/04/2016	17/05/2016	17/06/2016	18/07/2016	18/08/2016	18/09/2016	19/10/2016	19/11/2016	20/12/2016
TIPO PM		PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3
FECHA	414	21/01/2016	19/02/2016	19/03/2016	17/04/2016	16/05/2016	14/06/2016	13/07/2016	11/08/2016	09/09/2016	08/10/2016	06/11/2016	05/12/2016
TIPO PM		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2
FECHA	415	22/01/2016	20/02/2016	20/03/2016	18/04/2016	17/05/2016	15/06/2016	14/07/2016	12/08/2016	10/09/2016	09/10/2016	07/11/2016	06/12/2016
TIPO PM		PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4
FECHA	416	21/01/2016	19/02/2016	19/03/2016	17/04/2016	16/05/2016	14/06/2016	13/07/2016	11/08/2016	09/09/2016	08/10/2016	06/11/2016	05/12/2016
TIPO PM		PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1
FECHA	417	19/01/2016	17/02/2016	17/03/2016	15/04/2016	14/05/2016	12/06/2016	11/07/2016	09/08/2016	07/09/2016	06/10/2016	04/11/2016	03/12/2016
TIPO PM		PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4
FECHA	419	22/01/2016	22/02/2016	24/03/2016	24/04/2016	25/05/2016	25/06/2016	26/07/2016	26/08/2016	26/09/2016	27/10/2016	27/11/2016	28/12/2016
TIPO PM		PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3
FECHA	420	16/01/2016	17/02/2016	20/03/2016	21/04/2016	23/05/2016	24/06/2016	26/07/2016	27/08/2016	28/09/2016	30/10/2016	01/12/2016	02/01/2017
TIPO PM		PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Costo Mensual		46.151,5	46.219,4	49.779,6	53.662,8	37.600,5	46.151,5	46.219,4	49.779,6	53.662,8	37.600,5	40.980,1	46.219,4

Fuente: Área de Planificación de Servicios Agrícolas.

En conclusión al implementar los estos pilares y resolver la causa raíz se llega a elevar la disponibilidad de la flota a 85,20% y se logra obtener un beneficio mensual de 27.606,74 soles mensuales, además de asegurar el cumplimiento del mantenimiento preventivo al 100%.

#### **4.2.2. CR3: Falta de procedimientos de trazabilidad**

##### **4.2.2.1. Causa Raíz**

- . La trazabilidad en las fallas es un procedimiento que se debe realizar adecuadamente para registrarse en la hoja de vida de la unidad y tomar medidas preventivas. Actualmente se tienen los registros de fallas de las unidades en el SAP PM, pero esta información no es utilizada adecuadamente, además se conoce que esta causa influye directamente en la el indicador de mantenibilidad.

##### **4.2.2.2. Costo de la Causa Raíz**

Debido a que los costos son por servicios de reparaciones, pero al no realizarse el adecuado análisis de trazabilidad, ocurren fallas constantes que pueden ser analizadas y prevenidas, a nivel de aprovisionamiento de material y planificación de mano de obra. Para determinar estos retrasos generados por esta causa se toma una muestra de las fallas ocurridas en el 2016.

Para tomar la muestra se considera un nivel de confianza del 95%, se toma un margen de error del 8 % y una probabilidad de éxito 50%, estos factores se toman siempre para muestras referenciales las cuales no tienen datos históricos de muestreos. Además se conoce que la población es de 1122 (total de fallas del año 2016). Al aplicar la fórmula de muestreo para una población finita se obtiene como resultado que se necesita un total de 34 muestras.

A continuación se muestra una tabla con fallas código M2, las cuales son consideradas como falla compleja y se debe paralizar el equipo inmediatamente para ser analizado y reparado

**Tabla 44: Muestra de fallas M2 de flota transporte de caña.**

Muestra	Fecha Inicio	Cod Unidad	Sistema	Tipo de Falla	H. Aviso	H. Atención	F. Termino	H. Termino	T. análisis	T. Perdido	T. Repara
1	10/07/2017	307	MOTOR	RELLENAR REFRIGERANTE	11:20	11:45	10/07/2017	15:45	0,75	0:25	4,00
2	10/07/2017	310	FRENOS	REGULAR	10:30	11:48	10/07/2017	13:00	0,25	1:18	1,20
3	10/07/2017	414	MOTOR	REVISAR TEMPLADOR DE CORONA	9:30	10:45	11/07/2017	8:45	2,58	1:15	22,00
4	11/07/2017	419	MOTOR	REVISAR FUGA DE REFRIGERANTE	11:24	13:45	14/07/2017	14:20	2,00	2:21	72,58
5	11/07/2017	310	ESTRUC	RESORTE FAJA SOPORTE VENTILAD	19:32	21:10	12/07/2017	10:50	3,92	1:37	13,67
6	11/07/2017	326	HIDRAU	FUGA DE ACEITE POR LA CORONA	16:13	17:45	15/07/2017	9:20	24,00	1:31	87,58
7	12/07/2017	414	SUSPEN	MUELLE ROTO	8:41	9:50	13/07/2017	10:45	16,00	1:08	24,92
8	13/07/2017	419	MOTOR	REVISAR SONIDO EN LA ZAPATA	9:46	11:05	14/07/2017	10:10	14,00	1:18	23,08
9	13/07/2017	320	MOTOR	REVISAR EMBRAGUE	14:30	15:05	13/07/2017	17:30	0,50	0:35	2,42
10	15/07/2017	416	MOTOR	CAMBIAR MANGUERA DEL COMPRESOR	21:00	21:30	15/07/2017	22:50	0,00	0:30	1,33
11	15/07/2017	420	ELECTR	REVISAR ENCENDIDO	7:29	8:19	15/07/2017	15:30	3,55	0:49	7,18
12	15/07/2017	307	MOTOR	FAJA ROTA DE MOTOR	10:00	10:32	15/07/2017	15:30	1,50	0:32	4,97
13	15/07/2017	332	ELECTR	LUCES INTERNAS	15:30	16:17	15/07/2017	17:10	0,00	0:47	0,88
14	15/07/2017	420	ELECTR	NO ARRANCA	3:00	3:18	15/07/2017	7:35	2,00	0:18	4,28
15	16/07/2017	326	FRENOS	CAMBIAR MANITO DE AIRE	9:00	9:32	16/07/2017	9:45	0,00	0:32	0,22
16	16/07/2017	414	ESTRUC	CAMBIAR TEMPLADORES	8:05	8:42	17/07/2017	10:15	12,50	0:36	25,55
17	16/07/2017	419	ELECTR	NO ARRANCA	10:54	11:20	17/07/2017	8:45	10,00	0:25	21,42
18	16/07/2017	307	FRENOS	FUGA DE AIRE	18:45	19:09	16/07/2017	21:30	0,50	0:23	2,35
19	17/07/2017	310	FRENOS	CAMBIAR MANGUERA DE AIRE	21:30	21:55	17/07/2017	22:30	0,00	0:25	0,58
20	17/07/2017	320	ELECTR	COLOCAR FOCO PIRATA	8:33	9:11	17/07/2017	10:45	0,00	0:37	1,57
21	17/07/2017	416	ESTRUC	CAMBIAR PERNO DE EJE	8:44	9:04	17/07/2017	10:25	0,00	0:19	1,35
22	17/07/2017	417	RODAMI	LLANTA BAJA POS 06	13:34	14:02	17/07/2017	16:45	0,00	0:27	2,72
23	17/07/2017	419	HIDRAU	REVISAR CAÑERIA DE COMBUSTIBLE	7:00	7:22	17/07/2017	8:15	0,00	0:22	0,88
24	17/07/2017	420	ELECTR	FOCOS PIRATAS MAL	8:00	8:32	17/07/2017	10:55	1,50	0:32	2,38
25	18/07/2017	394	ELECTR	FOCOS PIRATAS MAL	14:22	14:50	18/07/2017	16:15	0,60	0:28	1,42
26	18/07/2017	413	RODAMI	CAMBIO LLANTA POS 08	3:00	3:25	18/07/2017	5:55	1,00	0:25	2,50
27	18/07/2017	414	ELECTR	LUCES FALLANDO	14:30	14:59	18/07/2017	15:45	0,00	0:29	0,77
28	18/07/2017	417	MOTOR	REFRIGERANTE POR LA CULATA	8:44	9:17	18/07/2017	14:55	2,00	0:32	5,63
29	19/07/2017	419	MOTOR	FILTRO DE SECADOR EN MAL ESTAD	12:17	12:40	19/07/2017	14:30	1,00	0:22	1,83
30	19/07/2017	420	ELECTR	CABLE 7 LINEAS EN MAL ESTADO	12:10	12:25	19/07/2017	16:50	2,80	0:14	4,42
31	19/07/2017	413	ESTRUC	ARREGLAR MOTOR LIMPIAPARABRISA	8:24	8:46	19/07/2017	13:15	2,00	0:21	4,48
32	19/07/2017	414	FRENOS	CAMBIAR MANGUERA DE AIRE	6:00	6:17	19/07/2017	8:30	1,00	0:17	2,22
33	19/07/2017	417	ELECTR	COLOCAR FOCO PIRATA	12:27	14:25	19/07/2017	16:45	1,00	1:57	2,33
34	19/07/2017	310	ESTRUC	CAMBIAR PERNO DE EJE	8:00	8:30	19/07/2017	10:05	0,50	0:30	1,58

Fuente: Elaboración Propia

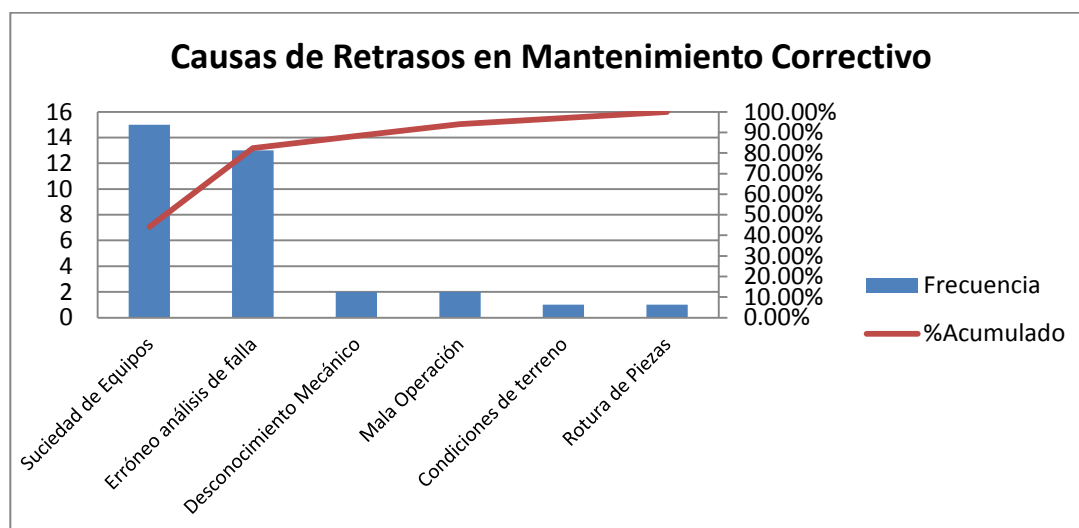


De la muestra se obtiene que el impacto económico de esta causa está centrado en tiempos de análisis y determinación de la causa, los cuales representa 132,17 horas mensual, es un 53,20% del tiempo en reparaciones correctivas y el costo asumido asciende a 26.051,86 nuevos soles mensuales, lo cual causa una mantenibilidad del equipo de 62%, ya que taller acordó dar periodo de 12 horas como máximo para que la unidad quede operativa luego de ingresar a taller

Además se analiza los altercados principales que se presentan en los mantenimientos correctivos que incrementan en índice de mantenibilidad.

A continuación de se presenta un diagrama de pareto respectivo.

**Tabla 45: Causas de retrasos de mantenimiento correctivo**



Fuente: Elaboración propia

Se detectaron que las dos principales causas fueron la suciedad en los equipos y el erróneo análisis de fallas representa al 80% de los atrasos en el mantenimiento correctivo.

#### 4.2.2.3. Propuesta de Mejora

Se plantea la aplicación de los pilares de mantenimiento autónomo y el del control inicial, para reforzar lo aplicado en el análisis de falla del primer pilar y eliminar en su totalidad esta causa.

##### **Mantenimiento Autónomo**

Para la correcta implementación del mantenimiento autónomo se deben implementar los siguientes pasos:

- Paso 1: Identificación de Factores (Desperdicio y Pequeñas Paradas)
- Paso 2: Adaptación de procedimientos
- Paso 3: Estandaras provisionales
- Paso 4: 2º Adaptación (formación)

##### **Paso 1: Identificación Factores:**

- Limpieza e inspección de tracto camiones
- Lista de altercados en reparaciones
- Lista de pequeñas paradas
- Lista de paradas complejas

En este paso se requiere un trabajo exhaustivo en la identificación de los distintos factores de pérdida, comenzando por la limpieza e inspección de tracto camiones lo cual se realizó en el diagnóstico del área.

##### **Paso 2: Adaptación de Procedimientos**

Los procedimientos necesarios para reducir el índice de altercados en el mantenimiento correctivo se presenta en lo siguiente:

Primero se describen las actividades de limpieza e inspección.

**Tabla 46: Actividades de limpieza de tracto camiones.**

Ítem	Actividades	Clasificación de actividad	Encargado
1	Revisión de sistema de tracto camiones	Inspección	Mecánico
2	Pre-enjuagado de unidad parte externa	Operativo	Mecánico
3	Limpieza con detergente	Operativo	Mecánico
4	Post enjuague	Operativo	Mecánico
5	Secado de unidad	Espera	Mecánico
6	Revisión Final de unidad	Inspección	Supervisor de Mecánicos

Fuente: Elaboración Propia

En la segunda tabla se describen los procedimientos de análisis de falla y reparación correctivas de equipo

**Tabla 47: Actividades de análisis de falla en reparación correctivas de equipo**

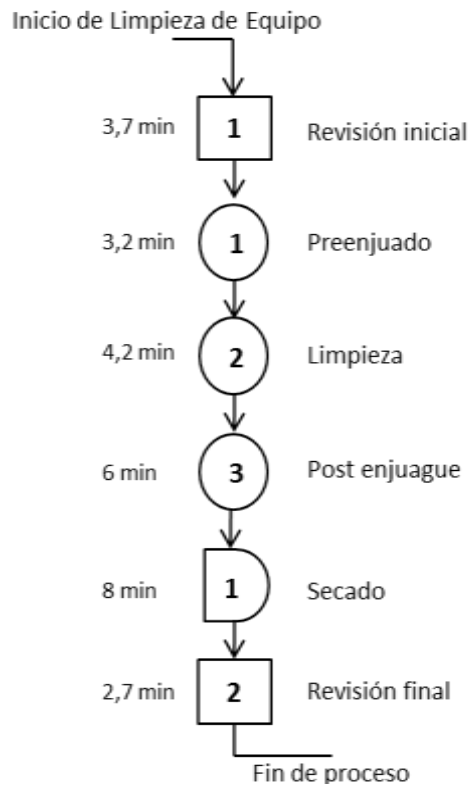
Item	Actividades	Tipo Actividad	Encargado
1	Revisión de especificaciones	Inspección	Mecánico
2	Revisión de sistema afectado en la falla detecta por el operador	Operativo	Mecánico
3	Determina tiempo e insumos necesarios para la avería detectada	Inspección-Op	Mecánico
4	Coordina actividades y materiales necesarios para la reparación	Operativo	Supervisor
5	Prueba el adecuado funcionamiento del equipo	Inspección-Op	Mecánico
6	Realiza una inspección final y termina de llenar la OTM	Inspección	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

### Paso 3: Estándares Provisionales

A continuación se muestra el procedimiento de limpieza y e inspección de tracto camiones.

#### Ilustración 25: Procedimiento de limpieza y e inspección de tracto camiones.



Fuente: Elaboración propia.

Se estandariza la actividad de limpieza e inspección de tractocamiones con el diagrama de operaciones y el estudio de tiempos respectivos y se determinó que la actividad en total demanda de 27,8 minutos para realizarse.

Además se describe con detalle las actividades de limpieza de equipos ya que se debe realizar detalladamente.

**Revisión Inicial:** Se debe realizar revisiones a los sistemas con el motor encendido: Eléctrico, motor, frenos, hidráulico, transmisión; después se debe apagar el equipo y revisar los siguientes sistemas: Eléctrico cableado y fusibles, rodamientos, estructural. Esta primera revisión lo realiza el mecánico con una OT considerando un M4.

**Preenjuado:** Minimiza la suciedad. Dependiendo del tipo de suciedad y la superficie que va a ser limpiada, en este paso se puede obtener hasta el 90% de limpieza. La temperatura ideal del agua en esta operación es usualmente de 38 a 46°C.

**Limpieza:** Debe ponerse en contacto con la suciedad, usualmente a una temperatura de 49-77°C (algunos detergentes se hacen inestables a temperaturas más altas). Este paso requiere que el compuesto tenga propiedades adecuadas de penetración del agua, en este paso la suciedad se elimina de la superficie, las grasas se saponifican, las proteínas se peptonizan y las sustancias minerales se disuelven en esta fase son propiedades importantes del agente, la dispersión, la defloculación y la emulsificación.

**Post- Enjuague:** Impide que la suciedad se vuelva a depositar en las superficies limpias. Para ser efectivo, el agente debe tener buenas propiedades de enjuagado. Para prevenir la formación de espuma, a veces es necesario que el agua esté fría, de 7 a 13°C. El tiempo de post-enjuague también es importante, ya que aun cuando se requiere tiempo para que los agentes funcionen, si permanecen demasiado tiempo podría ser difícil removerlos

**Secado:** Se realiza en un ambiente con temperatura de 25 a 30° y se deja la unidad reposar, recomendado 8 minutos como mínimo.

**Revisión Final:** El supervisor revisa el trabajo y corrobora las actividades realizadas cerrando la OT.

**Materiales:** A continuación de muestra los materiales necesarios para la realización de estas actividades.

**Tabla 48: Materiales requeridos para limpieza de tracto camiones**

Item	Descripción	UMB	CANTIDAD	COSTO S/.
1	Jabón liquido	GAL	1	24,00
2	Soda Caustica	KG	1,5	18,00
3	Detergente Activado	GAL	0,5	16,50
4	Agua	GAL	20	0,22
5	Trapo industrial	KG	2	5,00
6	Equipo de lavado activo	HORAS	0,46	1,85

Fuente: Elaboración Propia.

Se establece el cronograma a nivel para limpieza de las unidades para el mes de octubre.

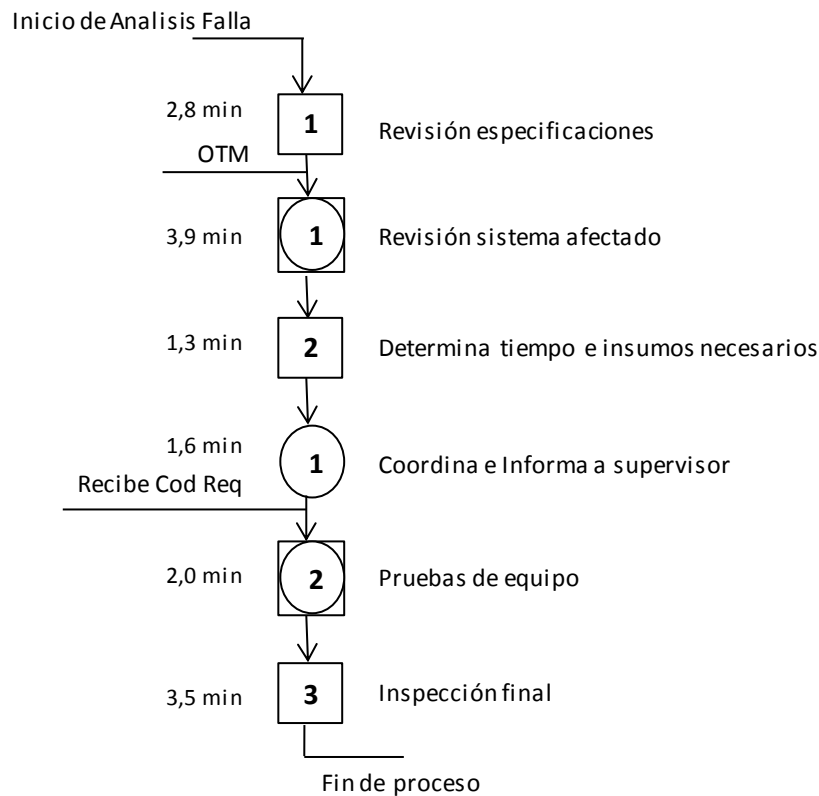
**Tabla 49: Cronograma de limpieza de tracto camiones mes de octubre-2017**

FECHA	Equipo	OCTUBRE			
		1	2	3	4
03//10/2017	307	X			
04//10/2017	310	X			
09//10/2017	320		X		
10//10/2017	326		X		
17//10/2017	332			X	
18//10/2017	394			X	
19//10/2017	413			X	
24//10/2017	414				X
25//10/2017	415				X
20//10/2017	416			X	
11//10/2017	417		X		
05//10/2017	419	X			
26//10/2017	420				X

Fuente: Elaboración propia

La Limpieza y revisión de equipos se realizara de manera rutinaria cada 30 días el costo asumido por la implementación de este procedimiento a nivel mensual asciende a 2,081.91 nuevos soles mensuales.

A continuación se muestra el procedimiento análisis de falla de tracto camiones.



Se estandariza la actividad de limpieza de análisis de falla de tractocamiones con el diagrama de operaciones y el estudio de tiempos respectivos y se determinó que la actividad en total demanda de 15,2 minutos para realizarse. Su costo mensual sería de 6.983,73, soles mensuales

Además se describe con detalle las actividades de análisis de falla de tractocamiones.

**Revisión de especificaciones e historial de fallas:** Se revisa las especificaciones del equipo en el manual de maquinaria según su modelo para tener la noción básica del sistema al que se analizara, también se revisa en sistema SAP módulo MP junto con el asistente de mantenimiento el historial de fallas y hoja de vida del equipo para determinar si la falla es frecuente y en qué momento de su vida útil se encuentra el equipo.

**Revisión de sistema afectado:** Se procede a revisar el sistema afectado y condescendiente a la falla informada por el operador y se determina si es reparable en el taller o es recomendar tercerizar el servicio. Además llenado los datos iniciales de la OTM.

**Determina tiempo e insumos necesarios:** En esta fase en mecánico analiza si necesitara piezas de repuestos y el tiempo de la máquina que estará en taller.

**Coordina e informa supervisor:** El supervisor se encargará de verificar el estado de la maquinaria y si el mecánico necesita piezas de repuestos realiza los requerimientos de materiales mediante el SAP, además coordina con el área de operaciones para informar cuando estará disponible el equipo.

**Pruebas de Equipo:** Se enfocan en el sistema que ha sufrido averías para asegurar su funcionamiento normal y evitar acciones durante las operaciones.

**Inspección Final:** Se asegura de que la parte externa y el funcionamiento del equipo sean los correctos, informa a supervisor, además termina de llenar su OTM.

Se considera que este análisis se realiza cada vez que una maquinaria o equipos tengan un aviso M2, el cual indica que ha sufrido una falla correctiva.



## Paso 4: Formación:


### Lecciones de un punto: (OPL):

Para lograr el involucramiento de los operadores de las máquinas se utiliza una sección donde se comparten dudas, preguntas y respuestas. Cuando un tema quede totalmente entendido, es responsabilidad de la persona que inicialmente planteó el cuestionamiento, realizar una LUP (documento de una sola hoja) para contar con un registro escrito del tópico seleccionado.

Una vez realizada esta LUP, se comparte con los demás miembros del equipo. Así cada una de estas servirá como material de entrenamiento y refuerzo del conocimiento del operador cada vez que se comparte. Es importante denotar que los temas de las LUP's deben de estar bajo el contexto de mantenimiento autónomo, a continuación se muestran los temas a tratar por cada paso de MA.

A continuación se presenta el formato LUP.

### Ilustración 26: Formato LUP del área de mantenimiento agrícola.

		Área: <table border="1"><tr><td>Mantenimiento</td></tr></table>	Mantenimiento	Num OPL: <table border="1"><tr><td>1</td></tr></table>	1			
Mantenimiento								
1								
TIPO OPL: Conocimiento General		Sub área: <table border="1"><tr><td>Servicios Agrícolas</td></tr></table>	Servicios Agrícolas	Elaboro: <table border="1"><tr><td>Jonathan Cuba</td></tr></table>	Jonathan Cuba			
Servicios Agrícolas								
Jonathan Cuba								
		Pilar: <table border="1"><tr><td>Mantenimiento Autónomo</td></tr></table>	Mantenimiento Autónomo	Autorizó: <table border="1"><tr><td>Shuquipoma Jose</td></tr></table>	Shuquipoma Jose			
Mantenimiento Autónomo								
Shuquipoma Jose								
		Fecha: <table border="1"><tr><td>04/10/2017</td></tr></table>	04/10/2017	JEFE DE MANTTO				
04/10/2017								
		DD/MM/AA						
<b>TEMA:</b>	<b>FALLAS EN SISTEMAS ELECTRICOS</b>				<b>Palabras clave:</b>	<b>Electricidad</b>		
<b>Proceso</b>	Operación	General	Calidad	Electricidad	Seguridad	Neumáticos	Hidráulicos	Metodología
<b>SUB TEMAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos Básicos</li> <li>-Riegos Electrico</li> <li>-Elementos de sistema eectrico</li> <li>- Problemas Frecuentes</li> <li>-Implementos e insumos comunes</li> </ul>								
FIRMA RESPONSABLE _____					FIRMA JEFE DE EQUIPO _____			

Fuente: Elaboración Propia

### Lista de Preguntas:

Durante el despliegue de MA se va implementando una cultura nueva donde trabajar más cerca de las maquinas va creando cierta curiosidad acerca de componentes, mecanismos, circuitos, instalaciones, etc. Así que surgen preguntas acerca de estos temas. Es importante realizar una lista de preguntas (documento escrito) para evitar que los temas de las LUP's se repitan además de que se asegure que todos los miembros del equipo están participando en el desarrollo de conocimientos técnicos de las máquinas que operan así que se presenta un formato en la figura para ilustrar un ejemplo:

### Ilustración 27: Formato de lista de preguntas para LUP

Mantenimiento Autónomo		Lista de Preguntas				Nombre:		Fecha:	
Linea / sistema:									
No.	Fecha	Equipo	Pregunta	Respuesta o Contramedida	Persona que aclara la preg.	Aclaración de la pregunta		OPL	
						Fecha Ten.	Fecha Real.	No.	
1									
2									
3									

Fuente: García, 2014

La participación en estas reuniones debe ser obligatoria y los responsables deben estar capacitándose constantemente para dirigir concretamente su grupo de trabajo. Este cronograma se estableció coordinando con todas las sub áreas de mantenimiento agrícola, contando a los mecánicos, supervisores y jefe; la jefa de recursos humanos solo participara en la primera reunión para dar las pautas necesarias que se deben tener en cuenta,

además cada reunión tendrá como tiempo límite 1 hora. A continuación se establece un cronograma de estas reuniones de LUB de manera anual.

**Tabla 50: Cronograma de Reuniones LUP Área Mantenimiento**

Áreas	1º TRIM			2º TRIM			3º TRIM			4º TRIM			Responsable del Programa	FECHAS PROPUES- TAS	STATUS	SERVICIO
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP				
LUBRICACIÓN	X		X		X			X					SUP. Christian Rodríguez	Ultimo sábado de mes	PENDIENTE	Es opcional la participación del jefe
SOLDADURA		X	X			X			X				SUP. Christian Rodríguez	Ultimo sábado de mes	PENDIENTE	Es opcional la participación del jefe
REPARACIONES GENERALES			X	X			X				X		ING MIGUEL RODRIGUEZ	Ultimo sábado de mes	PENDIENTE	Participación obligatoria de Jefe de Mantenimiento
MECANICO			X			X				X		X	ING MIGUEL RODRIGUEZ	Ultimo sábado de mes	PENDIENTE	Participación obligatoria de Jefe de Mantenimiento
ELECTRICIDAD	X				X		X					X	ING MIGUEL RODRIGUEZ	Ultimo sábado de mes	PENDIENTE	Participación obligatoria de Jefe de Mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

**Costos las reuniones LUP:** Los costos que han para realizar las reuniones LUP son los siguientes. A continuación se presentara el cuadro de costos de materiales requeridos.

**Tabla 51: Costos de Materiales para reuniones LUP**

Materiales	Costo Unitario	UMB	Cantidad	Costo Total
Lápiz	S/. 1,00	unid	30	S/. 30,00
Hojas	S/. 21,50	millar	1	S/. 21,50
lapiceros	S/. 1,50	unid	30	S/. 45,00
Plumones	S/. 2,50	unid	3	S/. 7,50
<b>Total</b>				<b>S/. 104,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presente el cuadro de costos de Mano de Obra directa e indirecta que tendrá que intervenir para cumplir el plan de capacitación:

**Tabla 52: Costos de Mano de Obra para reuniones LUP**

Mano de Obra	Sueldo Mensual	Sueldo Hora	Cantidad	Horas Requer	Costo Total
Jefa Recursos Humanos	S/. 5.500,00	S/. 22,92	1	1	S/. 22,92
Mecánico Ayudante	S/. 1.000,00	S/. 4,17	7	20	S/. 583,33
Mecánico Automotriz	S/. 1.400,00	S/. 5,83	16	20	S/. 1.866,67
Jefe Mantenimiento	S/. 4.000,00	S/. 16,67	1	12	S/. 200,00
Supervisor	S/. 2.500,00	S/. 10,42	5	20	S/. 1.041,67
<b>Total</b>					<b>S/. 3.714,58</b>

Fuente: Elaboración propia.

El total de costos asumidos por el desarrollo de las reuniones LUP es un total de 3.836,10 nuevos soles.

### **Beneficios de Mantenimiento Autónomo:**

A continuación se muestra los factores evaluados durante la implementación del mantenimiento autónomo, en la siguiente tabla:

**Tabla 53: Beneficios de Mantenimiento Autónomo**

Descripción	Antes	Después
<b>Tiempos en Retrasos</b>	53,17%	6,83%
<b>MTRR</b>	10,48	5,62
<b>Mantenibilidad</b>	62%	83,14%
<b>Repercusión Económica</b>	26.051,9	399,67

Fuente: Elaboración propia

En conclusión al implementar el mantenimiento autónomo se asumirá un costo total de S/. 12.901,75 nuevos soles, pero el beneficio generado será aumentar la mantenibilidad del taller en un 83,14% generando un beneficio de económico de 12.750,45 nuevos soles mensual.

#### **4.1.3. CR6: Reparaciones Ineficientes**

##### **4.1.3.1. Causa Raíz**

Las reparaciones ineficientes causan que los equipos sufran averías inesperadas y que el indicador de confiabilidad se vea afectado. Actualmente solo se realizan 2 tipos de mantenimiento correctivo y preventivo. Pero se ven limitados ya que hay indicios de daño a la unidad que no se detectan de manera usual.

#### 4.1.3.2. Costo de la Causa Raíz

Se analiza la confiabilidad actual de la flota para determinar las unidades con menor índice de confiabilidad y enfocarnos los factores que causan esto.

**Tabla 54: Confiabilidad de flota de transporte de cosecha año 2016**

Cod Unidad	MTTR	Nº DE FALLAS	MTBF	Tasa de Fallas	Confiabilidad
307	1,919	3	218,08	0,00	65,31%
320	0,875	4	164,13	0,01	56,78%
320	0,875	4	164,13	0,01	56,78%
326	2,813	4	162,19	0,01	56,39%
332	0,734	3	219,27	0,00	65,46%
394	4,808	5	119,50	0,01	45,96%
413	8,500	3	211,50	0,00	64,45%
414	2,550	4	162,45	0,01	56,45%
415	3,572	3	216,43	0,00	65,10%
416	2,631	3	217,37	0,00	65,22%
417	6,206	7	88,08	0,01	34,83%
419	2,501	9	70,83	0,01	26,94%
420	1,438	4	163,56	0,01	56,67%
<b>Promedio</b>	<b>3,032</b>	<b>4</b>	<b>168</b>	<b>0,01</b>	<b>55,10%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Se determina que la confiabilidad actual de la flota es de 55,10% y el tiempo perdido.

Luego se procede cuantificar las fallas de los sistemas afectados en las unidades de la flota de cosecha del año 2016.

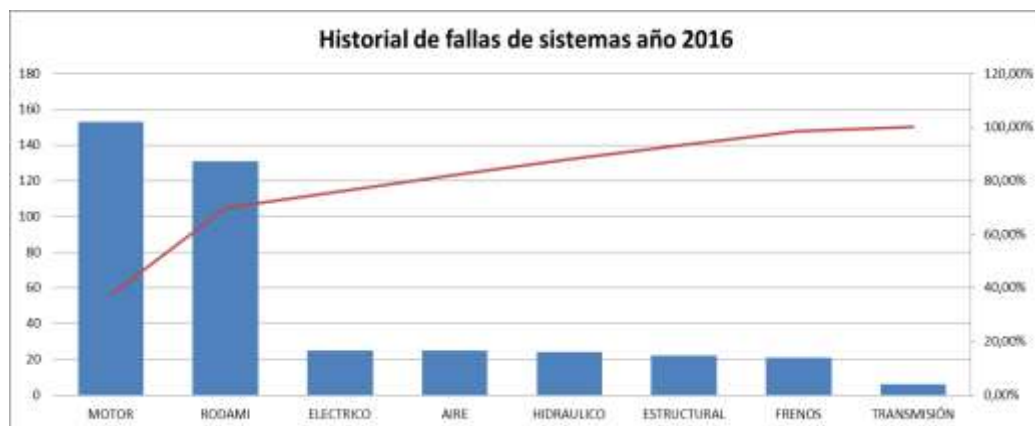
**Tabla 55: Cuantificación de fallas de sistemas de la flota de transporte cosecha año 2016.**

Item	SISTEMAS	Frecuencia	% Repre	%Acumulado
1	MOTOR	153	37,59%	37,59%
2	RODAMI	131	32,19%	69,78%
3	ELECTRICO	25	6,14%	75,92%
4	AIRE	25	6,14%	82,06%
5	HIDRAULICO	24	5,90%	87,96%
6	ESTRUCTURAL	22	5,41%	93,37%
7	FRENOS	21	5,16%	98,53%
8	TRANSMISIÓN	6	1,47%	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Se procede a realizar un análisis pareto para centrarnos en los sistemas que afectan de manera más significativa la confiabilidad.

**Tabla 56: Historial de fallas de sistemas de flota de cosecha en el año 2016**



Fuente: Elaboración propia

Se detectaron que las dos principales sistemas afectados fueron el de motor y rodamientos lo que representa al 80% de la cantidad de mantenimiento correctivos en este año.

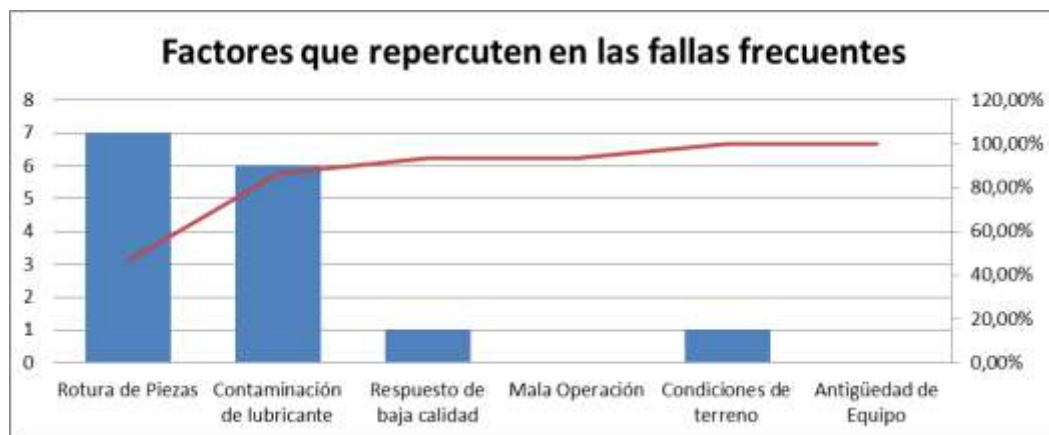


Se procede a tomar un muestreo de las OTM en estos sistemas para determinar los factores por lo cual las reparaciones son ineficientes.

La muestra tomada, se realizó a ase de un muestreo aleatorio simple con una población de 93 las cuales fueron las fallas en estos sistemas hasta el mes de septiembre del año 2017. La muestra optima recomendad fue de 15 con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 8%.

Luego se procedió a analizar las causas de estas fallas y se determina que los principales que influyen son la rotura de piezas por antigüedad y contaminación de aceite.

**Tabla 57: Factores que repercuten en las fallas frecuentes en el área de mantenimiento de servicios agrícolas**



Fuente: Elaboración Propia

Se determina que los factores principales que repercuten en las fallas frecuentes son la rotura de piezas por antigüedad y contaminación de lubricantes. Lo cual carrea un costo mensual de 34.526,84 soles mensuales.

#### **4.1.3.3. Propuesta de Mejora**

Se plantea la aplicación del mantenimiento predictivo, y nos centraremos en la aplicación del análisis de aceite y ultrasonido industrial para que se adapten a la detección de fallas más frecuentes que se presentan en la flota.

##### **Mantenimiento Predictivo:**

El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas, que utilizan herramientas especiales para ayudar a detectar problemas con prontitud o tendencias, en este caso en la empresa CASA GRANDE S.A.A se terciarizará el servicio de análisis de aceite a la compañía MOVIL, el cual cuenta con la instrumentación necesario, los operarios de la empresa solo tomaran las muestras para MOVIL. Esta técnica de análisis de aceite ayuda a detectar los contaminantes o partículas que existe en el aceite, que afectan su rendimiento y afectan también al desgaste de motor.

##### **Implantación de Mantenimiento Predictivo:**

Es una metodología usada en mantenimiento, que promueve el trabajo usando instrumentación especial para poder cumplir con los objetivos de mejora continua, dando como resultado la anticipación de problemas de los vehículos antes de que aparezcan y poder tomar las medidas necesarias.

### Cronograma de Implantación:

**Tabla 58: Cronograma para Implementación de Mantenimiento Predictivo**

Actividad	Temas a Tratar	Tiempo Establecido	Fechas
Reunión 1	Mantenimiento Predictivo <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Introducción</li> <li>➤ Generalidades</li> <li>➤ Características del Mantenimiento Predictivo</li> <li>➤ Beneficios del Mantenimiento Predictivo</li> </ul>	1 horas	30/10/2017
Reunión 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ¿Qué es el Análisis de Aceite?</li> <li>➤ Beneficios del Análisis de Aceite</li> <li>➤ Etapa de Implantación</li> </ul>	1 hora	06/11/2017
Reunión 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ¿Qué es el Ultrasonido industrial?</li> <li>➤ Beneficios de ultrasonido industrial</li> <li>➤ Etapa de Implantación</li> </ul>	1 hora	08/11/2017
Reunión 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Beneficios del Análisis de Aceite</li> <li>➤ Etapa de Implantación</li> </ul>	1 hora	13/11/2017
Reunión 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Funciones del personal</li> <li>➤ Responsabilidades del personal</li> </ul>	30 min	20/11/2017

Fuente: Elaboración Propia

## Determinación de cronograma de Mantenimiento Predictivo:

### Muestreo de Análisis de Aceite:

El análisis de aceite se aplicara 4 tipos de aceite de los vehículos de carga pesa: aceite corona, caja, motor, dirección. A continuación se presenta el muestreo realizado por las recientes prácticas de análisis de aceite para determinar sus tiempos por inspección predictiva:

**Tabla 59: Muestro de Análisis de Aceite Motor en tracto camiones**

Observaciones	Tiempo Observado (minutos)	Placas
1	12,5	T1U840
2	15,7	T1X822
3	14,22	T3E960
4	22	T6O911
5	16,5	T2T833
6	19,5	T2F856
7	13	T4U901
8	15	T5J891
9	15,5	T7K804
10	20,75	T6A937

Fuente: Elaboración Propia

En el muestro de aceite motor se obtuvo un tiempo promedio de 16,47 minutos.

**Tabla 60: Muestro de Análisis de Aceite Corona en Vehículos de carga pesada 30 TN**

Observaciones	Tiempo Observado (minutos)		Placas
	1º Tanque	2º Tanque	
1	10,5	6	T1L820
2	11,65	7,5	T2Y809
3	10,25	9,7	T9F921
4	9,5	8	T4B900
5	9	9,5	T2T833
6	10	10,5	T2F856
7	14,5	8	T4U901
8	13	4,5	T5J891
9	10,25	8,75	T2K824
10	15	9	T5B917

Fuente: Elaboración Propia

En el muestro de aceite corona se obtuve un tiempo promedio de 19,51 minutos.

**Tabla 61: Muestro de Análisis de Aceite Caja en Vehículos de carga pesada 30 TN**

Observaciones	Tiempo Observado (minutos)	Placas
1	21,5	T9C817
2	16,5	T6H856
3	14	T3E960
4	13,5	T6O911
5	20	T2T833
6	18,5	T5S820
7	14,5	T6A971
8	16,5	T5J891
9	17,75	T2K824
10	18	T5B917

Fuente: Elaboración Propia

En el muestro de aceite corona se obtuve un tiempo promedio de 17,05 minutos.

**Tabla 62: Muestro de Análisis de Aceite Dirección en Vehículos de carga pesada 30 TN**

Observaciones	Tiempo Observado (minutos)	Placas
1	5,5	T2K914
2	4	T3Z820
3	3,75	T7J937
4	6,5	T3V866
5	5	T2T833
6	5	T5S820
7	4,5	T6A971
8	5,25	T5J891
9	6	T2K824
10	4,75	T5B917

Fuente: Elaboración Propia

En el muestro de aceite corona se obtuve un tiempo promedio de 5,025 minutos.

#### **Frecuencia de Mantenimiento Predictivo:**

Se determina la frecuencia del mantenimiento preventivo a través de un método técnico, que se aplica a través de una formula el cual considera 3 tipos de factores costo, ajuste y falla.

$$I = F_a * F_f * F_c$$

$$\text{Frecuencia} = 1/I$$

**Tabla 63: Frecuencia de Mantenimiento Predictivo**

Puntos de análisis	Mediciones Necesarias	Fluente Analizar	Tiempo Promedio
Tanque aceite motor	1	Movil Delvac 15W40	16,467
Tanque de aceite corona	2	Movil Delvac 85W140	19,51
Tanque de aceite de caja	1	Movil Delvac 1450	17,075
Tanque aceite dirección	1	Hidrolina ATF220	5,025

Fuente: Elaboración Propia

Falla promedio: 2 veces/año

Costo de Mantenimiento Correctivo: S/. 1848,44

Costo de Inspecciones: S/. 97,63

Entonces:  $I = 0,021$

$F = 48$  veces/año = 1 vez por semana

Se logra determinar que el mantenimiento predictivo como mínimo debe ser aplicado una vez por semana para el análisis de aceite

## Cronograma de Mantenimiento Predictivo Análisis de Aceite

**Tabla 64: Cronograma Mantenimiento predictivo mensual**

Periodos (mes)	Mes 1				Responsable
Periodos (sem)	1	2	3	4	
307	X	X	X	X	Mauricio Pablo
310	X	X	X	X	Shuquipoma Jose
320	X	X	X	X	Fernandez Carlos
326	X	X	X	X	Mauricio Pablo
332	X	X	X	X	Shuquipoma Jose
394	X	X	X	X	Mauricio Pablo
413	X	X	X	X	Shuquipoma Jose
414	X	X	X	X	Mauricio Pablo
415	X	X	X	X	Shuquipoma Jose
416	X	X	X	X	Fernandez Carlos
417	X	X	X	X	Shuquipoma Jose
419	X	X	X	X	Mauricio Pablo
420	X	X	X	X	Shuquipoma Jose

Fuente: Elaboración Propia

### Costos por Implementación de Análisis de Aceite:

Los costos de implementación del análisis de aceite para la flota de cosecha se obtuvo a través de la siguiente formula:

$$CTMP = CMOI + CMR + CI + CMOE + GG + CRE$$

Por implementar del análisis de aceite se obtuvo un costo S/. 3.411,45 nuevos soles mensuales.



### **Ultrasonido Industrial**

El instrumento tiene 5 niveles de detección audible y con registro en decibeles que orientan al usuario en el control de aumento de ruidos en sucesivas mediciones.

Esta prueba se realiza completamente el tiempo predeterminado solicitado por la compañía tercera es de 15 minutos y el costo de la prueba será de 102,73 nuevos soles

### **Frecuencia de Mantenimiento Predictivo:**

$$I = F_a * F_f * F_c$$

$$\text{Frecuencia} = 1/I$$

Falla promedio: 3 veces/año

Puntos de análisis: 16 (la información fue obtenida del tercero)

Costo de Mantenimiento Correctivo: S/. 440,5

Costo de Inspecciones: S/. 140,55

Entonces:  $I = 0,087$

$F = 12 \text{ veces/año} = 1 \text{ vez por mes}$

Se logra determinar que el mantenimiento predictivo como mínimo debe ser aplicado una vez por mes para el ultrasonido industrial.

## Cronograma de Mantenimiento Predictivo Ultrasonido

**Tabla 65: Cronograma Mantenimiento predictivo mensual**

Periodos (mes)	Mes 1				Responsable
	1	2	3	4	
307	X				Mauricio Pablo
310		X			Shuquipoma Jose
320			X		Fernandez Carlos
326					Mauricio Pablo
332				X	Shuquipoma Jose
394			X		Mauricio Pablo
413		X			Shuquipoma Jose
414	X				Mauricio Pablo
415		X			Shuquipoma Jose
416			X		Fernandez Carlos
417				X	Shuquipoma Jose
419			X		Mauricio Pablo
420		X			Shuquipoma Jose

Fuente: Elaboración Propia

### Costos por Implementación Ultrasonido:

Los costos de implementación del ultrasonido para la flota de cosecha se obtuvo a través de la siguiente formula:

$$CTMP = CMOI + CMR + CI + CMOE + GG + CRE$$

Por implementar el ultrasonido industrial se obtuvo un costo S/. 1.921,94 nuevos soles mensuales.

### Formato de Control de Mantenimiento Predictivo:

Se plantea un formato de control de análisis de aceite, para verificar su cumplimiento a nivel semanal para unidades de la flota de cosecha, este formato tiene como código MP-1.

**Tabla 66: Formato MP-1 de verificación de análisis de aceite**

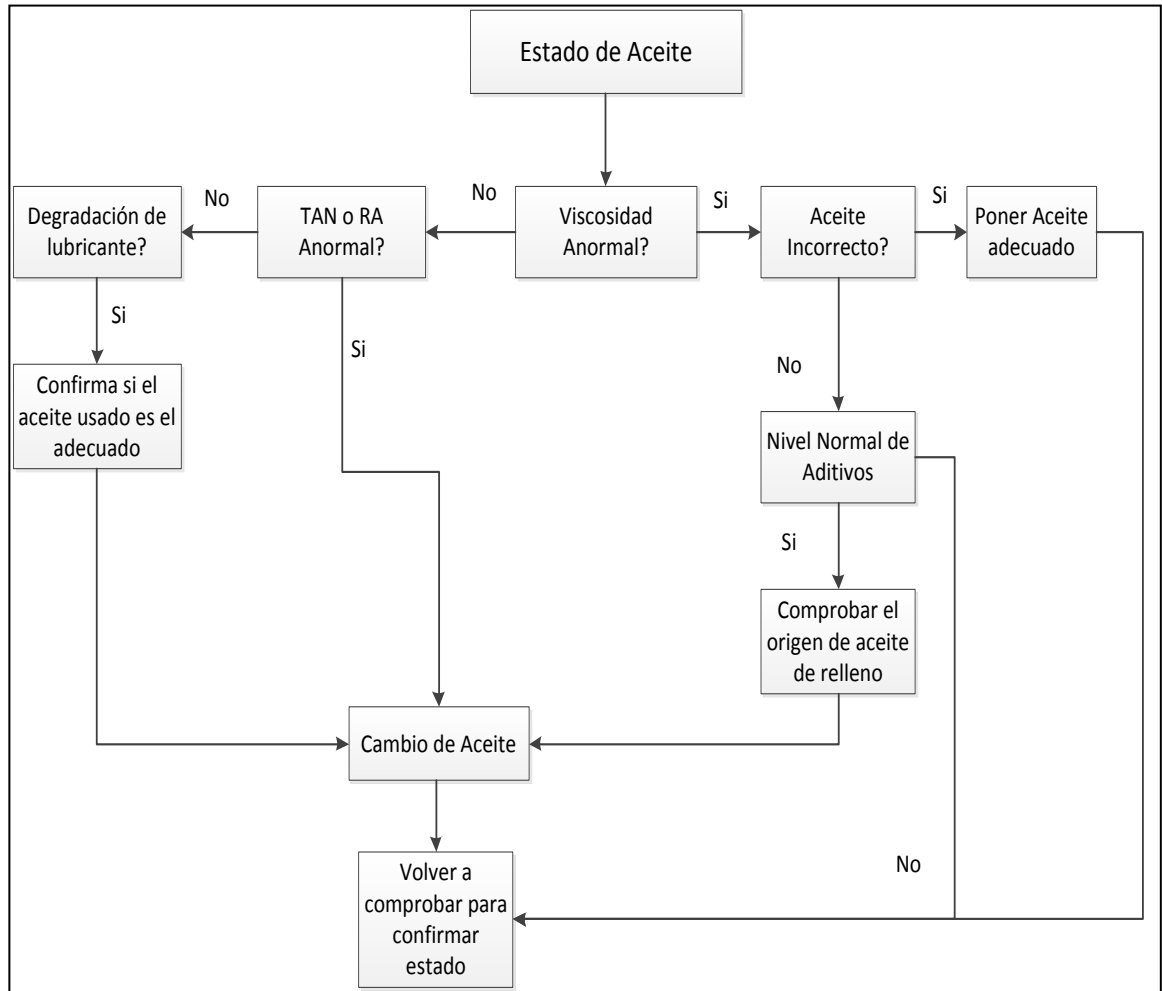
FORMATO MP-1 - CASA GRANDE S.A.C.			
Fecha	02/10/2017	Capacidad Normal	30TN
Tipo	INTERNATIONAL 9600	Capacidad Maxima	33,5TN
Placa	T2F856	Tipo de Carreta	METALERA
Area	Planta 1		
Lectura Horas	1		
<b>Observaciones Iniciales</b>			
Se tuvo que encender el motor inicialmente ya que el vehiculo estuvo reposo por 1 día			
		<b>Realizado</b>	
Muestras	Si	No	
Aceite de Motor	X		
Aceite de Caja	X		
Aceite de Corona	X		
Aceite de Dirección	X		
Muestras	Hora Inicio	Hora Final	Observación
Aceite de Motor	9:00	9:20	Demoras por encender motor
Aceite de Caja	9:22	9:30	
Aceite de Corona	9:33	9:52	
Aceite de Dirección	9:54	10:00	Viscosidad de aceite alterada
Supervisor		Mecánico	

Fuente: Elaboración Propia

### Toma de decisiones enfocadas a Mantenimiento Predictivo:

Se realiza un diagrama de flujo de toma de decisiones según el estado de aceite de la flota de transporte de cosecha.

**Tabla 67: Diagrama de flujo según estado de aceite**



Fuente: Elaboración Propia

### Beneficios de Mantenimiento Predictivo

A continuación se muestra los factores evaluados durante la implementación del mantenimiento predictivo, en la siguiente tabla:

**Tabla 68: Beneficios de Mantenimiento Predictivo**

	Antes	Después
Confiabilidad	55,10%	71,01%
Tiempo en retrasos	169,8138768	49,04
<b>Total</b>	34.526,84	9.970,65

Fuente: Elaboración propia

En conclusión al implementar el mantenimiento predictivo se asumirá un costo total de S/. 5.333,39 nuevos soles mensuales, pero el beneficio generado será aumentar la confiabilidad de los equipos a un 71,01% generando un ahorro de económico de 24.556,71 nuevos soles mensual.

# **CAPITULO 5**

## **EVALUACIÓN FINANCIERA**

## 5.1. Inversiones

### 5.1.1. Inversión área de mantenimiento

La inversión del proyecto en el área de mantenimiento fue el diseño de las metodologías, capacitación para la implementación del TPM, contratación de personal para llevar el sistema como un asistente y un in house para el mantenimiento predictivo que guía a los mecánicos en la toma de muestras. Tales costos se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 69: Inversión en Diseño y Capacitación de metodologías**

Concepto	Costo (S/.)
Capacitación en TPM	5000,00
Diseño de Plan Mantenimiento Autónomo	2000,00
Diseño de Plan Mantenimiento Planificado	2000,00
Diseño de Plan Mantenimiento Predictivo	2000,00
<b>TOTAL</b>	<b>11000,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 70: Inversión en Activos**

Concepto	Costo (S/.)
Equipo de Lavado Industrial	35550,00
Kit x 10 Mangueras 3/4 x 200 m	2000,00
Kit Bomba de vacío Manual	2000,00
Kit Frasco Presurizado	1000,00
Kit Mangueras Presurizadas	1000,00
<b>TOTAL</b>	<b>41550,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 71: Inversión en Personal y terceros**

Concepto	Costo (S/.)
Auditor de TPM	4.500,00
Técnico In house Móvil	3.000,00
Asistente de TPM	2.000,00
Contrato compañía Móvil	10.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>19.500,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

En Total la inversión inicial necesaria para implementar la propuesta de TPM es de 72.050 soles mensuales.

#### 5.1.2. Inversión área de operaciones

La inversión del proyecto en el área de operaciones fue el diseño de las metodologías, capacitación para la implementación de simulación, asistente y el costo del programa. Tales costos se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 72: Inversión en Diseño y Capacitación de metodologías**

Concepto	Costo (S/.)
Diseño de Simulación del procesos	4000
Capacitación en simulación de procesos	3000
Diseño de Plan de capacitación	2000
<b>TOTAL</b>	<b>9000,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 73: Inversión en Activos**

Concepto	Costo (S/.)
Laptop	3000
Escritorio y silla	1500
Programa Simulación	1050
<b>TOTAL</b>	<b>5550,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

En Total la inversión inicial necesaria para operaciones de la propuesta de simulación es de 14.550,00 soles mensuales.



### 5.1.3. Depreciación de activos:

A continuación se presenta el cuadro de depreciación de activos necesarios para la propuesta de mejora en el área de operaciones y mantenimiento.

Tabla N° 74: Depreciación de Activos

Item	Activos	Costo	Vida Util	D. Anual	V.S.
1	Equipo de Lavado Industrial	426600	5	85320	42660
2	Kit x 10 Mangueras 3/4 x 200 m	24000	1	24000	0
3	Kit Bomba de vacio Manual	24000	1	24000	0
4	Kit Frasco Presurizado	12000	1	12000	0
5	Kit Mangueras Presurizadas	12000	1	12000	0
6	Laptop	36000	5	7200	0
7	Escritorio y silla	18000	3	6000	1800
8	Programa Simulación	12600	5	2520	1260
Totales		565,200.00		173,040.00	45,720.00

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro de depreciación anual de los activos es de 565. 200,00 soles y el valor de salvamento al final del periodo de proyección que será de 4 años es de 45.720,00 soles.

## 5.2. Beneficios

### 5.2.1. Beneficios área de mantenimiento

A continuación se presenta una tabla resumen con los beneficios económicos alcanzados en el área de mantenimiento:

Tabla 74: Beneficios económicos en el área de mantenimiento

CR	DESCRIPCION	HERRAMIENTA	BENEFICIO
CR3	Falta de procedimientos de trazabilidad	Mantenimiento Autonomo	12,750.45
CR2	No existe control de mantenimiento preventivo y reparaciones	Mejoras Enfocadas	7,457.08
		Mantenimiento Preventivo	20,149.66
CR6	Reparación Ineficientes	Mantenimiento Predictivo	24,556.19
<b>BENEFICIO TOTAL</b>			<b>64,913.37</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5.2.2. Beneficios área de operaciones

A continuación se presenta una tabla resumen con los beneficios económicos alcanzados en el área de operaciones:

**Tabla 75: Beneficios Área de Operaciones**

AREA DE OPERACIONES			
CR	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA	BENEFICIO
CR5	No Existe Planificación de distribución de Tracto-camiones	Simulación de distribución de Tracto-camiones	S/. 181.879,00
CR3	Falta de capacitación	DNC	S/. 547,65
<b>BENEFICIO TOTAL</b>			S/. 182.426,65

Fuente: Elaboración Propia

## 5.3. Detalle de GAV:

En el anexo 11 se detalla el flujo de caja histórico y los gastos que conforman el GAV en la estructura financiera son: gastos de ventas, de distribución y administrativos. Además se concluye que este tiene una relación del 10% de las ventas netas. A continuación se muestra una tabla del detalle del GAV histórico de los años 2010 al 2016.

Tabla N° 76: Detalle GAV años 2010 -2016

Años	Gastos en Ventas	%	Gastos en Distribución	%	Gastos en Administración	%	Gastos de Administración y Ventas
2010	S/. 35.669,8	70%	S/. 10.191,4	20%	S/. 5.095,7	10%	S/. 50.956,9
2011	S/. 36.831,4	70%	S/. 10.523,2	20%	S/. 5.261,6	10%	S/. 52.616,2
2012	S/. 38.131,0	70%	S/. 10.894,6	20%	S/. 5.447,3	10%	S/. 54.472,8
2013	S/. 39.737,8	70%	S/. 11.353,7	20%	S/. 5.676,8	10%	S/. 56.768,3
2014	S/. 41.500,9	70%	S/. 11.857,4	20%	S/. 5.928,7	10%	S/. 59.287,0
2015	S/. 44.779,7	70%	S/. 12.794,2	20%	S/. 6.397,1	10%	S/. 63.971,0
2016	S/. 49.577,6	70%	S/. 14.165,0	20%	S/. 7.082,5	10%	S/. 70.825,2

Fuente: Área de costos y presupuestos Casa Grande S.A.A.

Se observa que las proporciones se mantienen igual siendo los gastos de ventas el más elevado en el GAV, representando un 70% del total y los gastos de administración los que representan la menor proporción siendo un 10%.

## 5.4. Evaluación económica financiera

**Tabla 76: Evaluación Económica Financiera**

costos operativos		1	2	3	4	5
Ingresos		S/. 3,444,334.82	S/. 3,556,466.27	S/. 3,770,172.99	S/. 4,096,611.87	S/. 4,555,698.41
costos operativos		S/. 2,395,453.21	S/. 2,500,815.29	S/. 2,677,767.60	S/. 2,936,360.62	S/. 3,292,938.42
Depreciación activos		S/. 694,320.00	S/. 694,320.00	S/. 694,320.00	S/. 694,320.00	S/. 694,320.00
GAV		S/. 344,433.48	S/. 355,646.63	S/. 377,017.30	S/. 409,661.19	S/. 455,569.84
utilidad antes de impuestos		S/. 10,128.13	S/. 5,684.35	S/. 21,068.09	S/. 56,270.06	S/. 112,870.14
Impuestos (30%)		S/. 3,038.44	S/. 1,705.30	S/. 6,320.43	S/. 16,881.02	S/. 33,861.04
utilidad después de impuestos		S/. 7,089.69	S/. 3,979.04	S/. 14,747.66	S/. 39,389.04	S/. 79,009.10

FLUJO DE CAJA		1	2	3	4	5
utilidad después de impuestos		S/. 7,089.69	S/. 3,979.04	S/. 14,747.66	S/. 39,389.04	S/. 79,009.10
más depreciación		S/. 694,320.00	S/. 694,320.00	S/. 694,320.00	S/. 694,320.00	S/. 694,320.00
inversión	S/. 1,039,200.00	S/. 72,000.00	S/. 72,000.00	S/. 72,000.00	S/. 72,000.00	S/. 72,000.00
Valor de Salvamento						S/. 548,640.00
	S/. -1,039,200.00	S/. 629,409.69	S/. 626,299.04	S/. 637,067.66	S/. 661,709.04	S/. 1,249,969.10

flujo neto de efectivo	S/. -1,039,200.00	S/. 629,409.69	S/. 626,299.04	S/. 637,067.66	S/. 661,709.04	S/. 1,249,969.10
------------------------	-------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	------------------

VAN 925,297.63  
TIR 58.30%

Ingresos		3,444,334.82	3,556,466.27	3,770,172.99	4,096,611.87	4,555,698.41
Egresos		2,742,925.13	2,858,167.22	3,061,105.33	3,362,902.83	3,782,369.31

VAN Ingresos \$19,423,284.36  
VAN Egresos \$15,807,469.82

B/C 1.23

Fuente: Elaboración Propia

Una vez analizada la evaluación económica Financiera sin financiamiento observamos que el proyecto es viable porque el valor neto actual corresponde a S/. 925.297,63 soles y su tasa interna de retorno es del 58,30% siendo mayor que el costo de oportunidad, teniendo un beneficio/costo del 1.23; quiere decir, que obtendrá 1.23 soles por cada sol invertido en el proyecto.

# **CAPITULO 6**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 6.1. Resultados y discusión

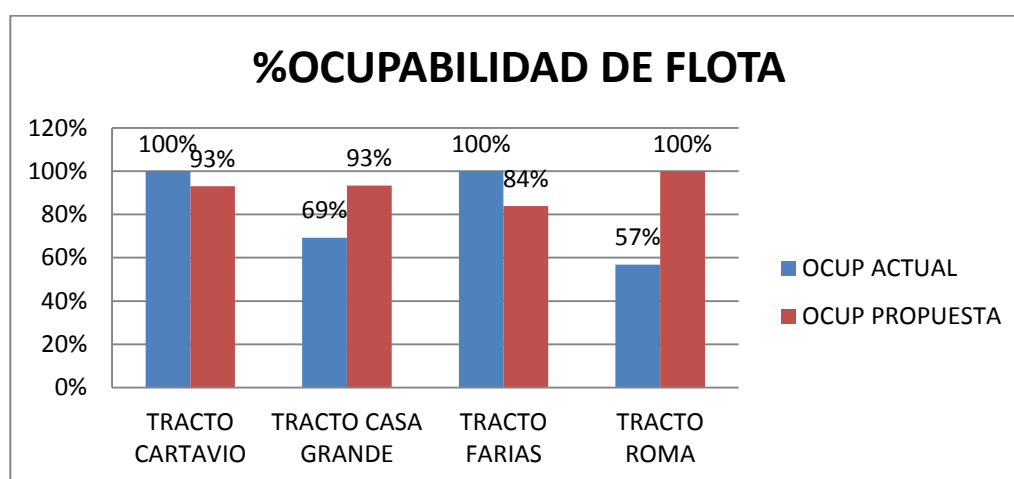
### 6.1.1. Operaciones

#### Ocupabilidad de Flota:

En la siguiente tabla se muestra la ocupabilidad actual y la propuesta en los frentes de cosecha simulados.

:

**Tabla 77: Propuesta de Disponibilidad**



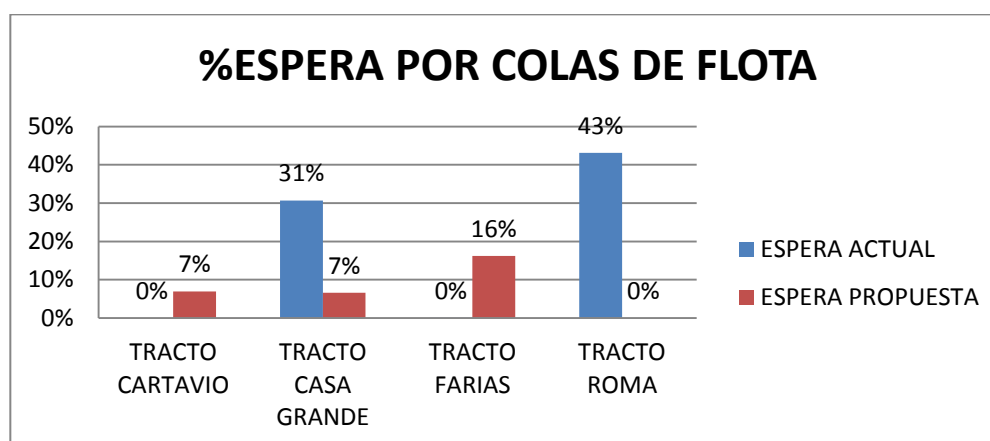
Fuente: Elaboración Propia

La ocupabilidad promedio actual llega a un 80%, mientras que la propuesta es del 91%, en esta se aprovecha mejor la eficiencia de las unidades para lograr una mejor productividad

#### Espera por colas de Carguío

En la siguiente tabla se muestra las esperas por cola en carguío actual y la propuesta en los frentes de cosecha simulados.

**Tabla 78: Propuesta de Espera de colas por carguio**



Fuente: Elaboración Propia

La es pera por colas en el carguío actual es del 20% y luego de la propuesta se reduce al 9%, esto conlleva un beneficio de económico de 163,630 nuevos soles, además de incrementar la productividad de la flota en un 10,41%.

### 6.1.2. Mantenimiento

Disponibilidad de Equipos:

En la siguiente tabla se observa el aumento de la disponibilidad luego de la implementación de los pilares de TPM mejoras enfocadas y mantenimiento planificado:

Tabla N° : Propuesta de Disponibilidad

	Actual	Propuesta
<b>Disponibilidad</b>	60,69%	82,73%
<b>% Tiempo Diagnosticando Fallas</b>	25,00%	4,12%
<b>Tiempo Maquinaria de Baja</b>	68,13	31,096

Fuente: Elaboración Propia

La disponibilidad incrementa a 82,73% el tiempo en diagnóstico de fallas se reduce a 4,12%, además se reduce el tiempo de maquinaria de promedio en un 31,096 y se obtiene finalmente un beneficio económico 22.542,08 nuevos soles.

**Mantenibilidad de Equipo:**

**Tabla 79: Propuesta de mantenibilidad**

Descripción	Actual	Propuesta
Tiempos en Retrasos	53,17%	6,83%
MTTR	10,48	5,62
Mantenibilidad	62%	83,14%
Repercusión Económica	26.051,9	399,67

Fuente: Elaboración Propia

Los tiempos en retrasos de atención de falla se disminuyen críticamente a un 6,83%, además el MTTR en mantenimiento correctivo de causado por la suciedad de los equipos y el erróneo análisis de las fallas disminuye a 5,62 horas, por otro lado la mantenibilidad aumenta a 83,14% lo cual genera un beneficio económico de 12.750,45 nuevos soles mensuales, esto sucede luego de aplicar el pilar Mantenimiento autónomo.

#### **Confiabilidad de Equipos:**

Propuesta de Confiabilidad

	Antes	Después
Confiabilidad	55,10%	71,01%
Tiempo reparaciones ineficientes	169,81	49,04
<b>Total</b>	<b>34.526,84</b>	<b>9.970,65</b>

Fuente: Elaboración Propia

La confiabilidad de los equipos aumenta en un 71,01%, además el tiempo en retrasos de mantenimientos con reparaciones deficientes se reduce a 49,04 horas, lo cual genera un beneficio de 24.556,19 nuevos soles mensuales, esto sucede luego de aplicar la propuesta mantenimiento predictivo.

**CAPITULO 7**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**



## 7.1. Conclusiones

- Se realizó el análisis de las áreas de mantenimiento y operaciones de tracto camiones de la división de cosecha a través del diseño de indicadores en el área de operaciones y mantenimiento, determinándose un costo de 99.537,02 soles por la falta de la implementación de la metodología TPM y un costo de 189.336,48 soles perdido por la falta de una simulación de transporte de caña para la adecuada distribución de la flota.
- Se redujo el tiempo en colas en el carguío de 20,8% a un 9% generando un ahorro de 163.630 soles, además se aumentó la productividad de la flota de transporte en un 10,14% y se aumentó el porcentaje de aprovechamiento de transporte y ocupabilidad en un 11% en el área de operaciones con la implementación de la simulación.
- Se aumentó el porcentaje de disponibilidad a 82,88%, además se incrementó la mantenibilidad al 83,14% reduciendo los tiempos de atrasos por análisis de falla al 6,83% y por último se incrementó la confiabilidad al 71,01% generando un beneficio total de 64.913.17 soles mensuales en el área de mantenimiento con la implementación de los pilares realizados en la metodología TPM.
- Con las propuestas de simulación en el área de transporte de caña e implementación de metodología TPM se logró un VAN de 925.297,63 nuevos soles y un TIR de 58,30%, además de un beneficio/costo de 1,23, concluyendo que la propuesta es rentable.

## 7.2. Recomendaciones

- Es recomendable reducir la cuota de terceros en el aprovisionamiento de caña y aumentar la productividad de flota, ya que como se ha observado, existe capacidad ociosa que no está siendo empleada en el carguío de caña.
- Se recomienda seguir con los procedimientos dados en los pilares de la metodología TPM desarrollados para aumentar la disponibilidad de flota y evitar tercerización de equipos.
- Se recomienda realizar capacitaciones constates para asegurar la reducción de los tiempos de análisis en el mantenimiento correctivo.
- Establecer metas mensuales en los indicadores de mantenimientos y operaciones y realizar su respectivo seguimiento.
- Mayor coordinación entre las áreas de operaciones y mantenimiento para evitar tiempo en paradas innecesarias.
- Dar veracidad en el programa de cosecha para evitar inconvenientes en la planificación de distribución de flota de transporte.

# **BIBLIOGRAFÍA**

- Alexander, A. (2013), Mejora Continua y Acción Correctiva, Prentice Hall, México D.F
- Arias, C. & Sánchez, J. "Propuesta de mejora para la planificación de la producción en la línea de lechuga de la empresa agroexportadora INTIPA FOODS" publicado en universidad privada del norte elaborado en Trujillo-Perú en abril del 2012.
- Barrios, M. (2015), Estudio de tiempos y movimientos. Editorial Aguilar. Quinta Edición.
- Candia, R., & Caiozzi, A. (2005). Intervalos de confianza. Revista médica de Chile, 133(9), 1111-1115.
- Ciro, M. B. (2016). Estadística básica aplicada. Ecoe Ediciones.
- Contreras Alvarado. (2011), Introducción al Mantenimiento Industrial. Primera Edición. México D.F.
- Costa, Y. J., & Castaño, N. J. (2015). Simulación y optimización para dimensionar la flota de vehículos en operaciones logísticas de abastecimiento-distribución. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 23(3), 372-382.
- Dunna, E. G., Reyes, H. G., & Barrón, L. E. C. (2006). Simulación y análisis de sistemas con ProModel. Pearson Educación.
- Galloway, D. (2014). Mejora continua de procesos con diagrama de flujos y análisis de tareas. España: Ed. Gestión.
- Gasca, J.: "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo". Universidad Tecnología de Pereira, octubre 2014, para obtención de título como ingeniero mecánico.
- Newcombe, R. G., & Merino, C. (2006). Intervalos de confianza para las estimaciones de proporciones y las diferencias entre ellas. Interdisciplinaria, 23(2), 141-154.
- Silva (2013), Mantenimiento basado en la confiabilidad. Editorial Gutiérrez. Tercera Edición. España.
- Smith, R. & Hawkings, B. (2014), Lean Maintenance. Editorial Linacre House. Segunda Edición. New York

- Torrejón, D. S. R. (2015). Mejora del proceso de reparación de un taller de carrocería y pintura utilizando simulación de operaciones.
- Vallejo, P. M. (2014). Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?

# **ANEXOS**

## Anexo 1:

Tabla N°1: Evaluación de tiempos de carguío en frentes de cosecha

TIEMPO	DESCRIPCIÓN	CASA GRANDE	FARIAS	ROMA	CARTAVIO	CASA GRANDE	FARIAS	ROMA	CARTAVIO
T1	Enganche	0,17	0,17	0,17	0,17	0,51	0,95	0,56	1,60
T2	Almacen -> Cola (Zona)	0,17	0,60	0,22	1,25				
T3	Ingreso a Campo	0,17	0,17	0,17	0,17				
T4	Cargio	0,28	0,30	0,78	0,28	0,28	0,30	0,78	0,28
T5	Salida de Campo	0,17	0,17	0,17	0,17	0,42	1,07	0,50	2,05
T6	(Zona) -> Cola fabrica	0,25	0,90	0,33	1,88				
T7	Cola fabrica -> Sonda	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
T8	Sonda	0,31	0,31	0,52	0,31	0,31	0,31	0,52	0,31
T9	Sonda -> Patio	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
T10	Desenganche	0,17	0,17	0,17	0,17	0,26	0,26	0,26	0,26
T11	Patio -> Almacen	0,09	0,09	0,09	0,09				

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 2:

Imagen N°1: Grafica de Ocupabilidad de flota simulada



Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 3:

Tabla N°2 Medición de tiempos de cargio en frentes de cosecha

TIPO DE COSECHA	ZONAS			
	CASA GRANDE	FARIAS	ROMA	CARTAVIO
MECANIZADO QUEMADO	1,98	3,07	2,11	4,69
MECANIZADO VERDE	2,67	3,75	2,79	5,38
SEMIMECANIZADO	1,96	3,05	2,09	4,67

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 4:

Tabla N°3 Medición de tiempos de tipos de cosecha

TIPO DE COSECHA	VUELTAS			
	CASA GRANDE	FARIAS	ROMA	CARTAVIO
MECANIZADO QUEMADO	10,00	7,00	9,00	4,00
MECANIZADO VERDE	7,00	5,00	7,00	4,00
SEMIMECANIZADO	10,00	7,00	10,00	4,00

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 5:

Tabla N°4 Medición de capacidades de frentes de cosecha

TIPO DE COSECHA	TONELADAS			
	CASA GRANDE	FARIAS	ROMA	CARTAVIO
MECANIZADO QUEMADO	1200	840	1080	480
MECANIZADO VERDE	840	600	840	480
SEMIMECANIZADO	1200	840	1200	480

Fuente: Elaboración Propia



## Anexo 6:

Tabla N°4 Estandarización de tiempos de actividades en frente de cosecha

			HORA PROM	MIN PROM	SUPLEMENTO (min)	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	TIEMPO ESTÁNDAR (Hr)
TIEMPO EN HORAS	LLENADO DE CANASTA EN CAMPO	MECANIZADO QUEMADO	0,24	14,28	0,25	17,85	0,30
		MECANIZADO VERDE	0,63	37,55	0,25	46,93	0,78
		SEMIMECANIZADO	0,22	13,35	0,25	16,68	0,28
	CAMPO	ENTRADA AL CAMPO	0,14	8,35	0,25	10,44	0,17
		SALIDA DEL CAMPO	0,14	8,35	0,25	10,43	0,17
	ENGANCHE Y DESENGACHE DE CANASTAS	MECANIZADO	0,14	8,36	0,25	10,45	0,17
		SEMIMECANIZADO	0,28	16,68	0,25	20,85	0,35
	ENTRADA A FABRICA		0,07	4,17	0,25	5,22	0,09
	ANALISIS DE SONDA	MECANIZADO QUEMADO	0,25	15,01	0,25	18,76	0,31
		MECANIZADO VERDE	0,42	24,98	0,25	31,22	0,52
		SEMIMECANIZADO	0,25	14,96	0,25	18,70	0,31
	SUBIDA A LAVADERO		0,14	8,36	0,25	10,45	0,17

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 7:

Tabla N°5 Temas para capacitaciones de Enganche y Desenganche de Canastas

<b>ACCIÓN:</b>		<b>N°</b>
Introducción a punto de enganche		2
		<b>Nivel:</b>
		Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>	
Las personas conocerán los conocimientos básicos necesarios para el buen enganche y desenganche de canastas logrando así menor tiempo al realizar esta tarea.	2 horas	
	<b>DE INTERÉS PARA:</b>	
	Personal dedicado al traslado de la caña de azúcar del campo a la fábrica. El traslado de caña de azúcar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.	
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>	
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.	
<b>PROGRAMA</b>		
Tema 1: Conocimiento de partes a interactuar		
Tema 2: Manejo de herramientas necesarias para el enganche y desenganche		
Tema 3: Mantenimiento adecuado de la quinta rueda		
Tema 4: Instrucción de fichas técnicas del tractocamion y carretas		
<b>PRÁCTICAS</b>		
- Enganche de tracto-camion		
- Desenganche de tracto-camion		
<b>METODOLOGÍA :</b>		
Exposición teórica por parte del mayordomo, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.		

<b>ACCIÓN:</b>		<b>N°</b>
Medidas de seguridad		2
		<b>Nivel:</b>
		Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>	
Las personas asimilarn los conocimientos de seguridad para evitar accidentes por un inadecuado enganche y desenganche de carretas al tracto-camion.	2 horas	
	<b>DE INTERÉS PARA:</b>	
	Personal dedicado al traslado de la caña de azucar del campo a la fabrica. El traslado de caña de azucar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.	
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>	
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.	
<b>PROGRAMA</b>		
Tema 1: Conocimiento teorico sobre seguridad		
Tema 2: Identificación de Peligros y Riesgos		
Tema 3: Procedimiento Especifico de Trabajo Seguro		
Tema 4: Concientización de Seguridad		
<b>PRÁCTICAS</b>		
- Practica de Trabajo Seguro		
- Comunicación de actos y condiciones inseguras		
<b>METODOLOGÍA :</b>		
Exposición teórica por parte del Supervisor de SSOMA, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.		

<b>ACCIÓN:</b>		<b>N°</b>
Resolución de problemas		2
		<b>Nivel:</b>
		Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>	
Las personas compartiran sus experiencias vividas ante problemas ocurridos al enganchar y desenganchar las canastas y como resolvieron estos contratiempos.	2 horas	
	<b>DE INTERÉS PARA:</b>	
	Personal dedicado al traslado de la caña de azucar del campo a la fabrica. El traslado de caña de azucar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.	
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>	
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.	
<b>PROGRAMA</b>		
Tema 1: Experiencias vividas		
Tema 2: Resolución de problemas.		
Tema 3: Causas de los problemas.		
Tema 4: Prevención de problemas.		
<b>PRÁCTICAS</b>		
- Lluvia de ideas		
- Ejemplos practicos de resolución de problemas		
<b>METODOLOGÍA :</b>		
Exposición teórica por parte del mayordomo, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.		

<b>ACCIÓN:</b>		<b>Nº</b>
Inspección final de acoples eléctrico y mangueras de aire		2 Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>	<b>DE INTERÉS PARA:</b>
Las personas conocerán detalles técnicos acerca de las mangueras de aire y acoples eléctricos para realizar una inspección adecuada al inicio y al finalizar la jornada.	2 horas	Personal dedicado al traslado de la caña de azúcar del campo a la fábrica. El traslado de caña de azúcar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>	
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.	
<b>PROGRAMA</b>		
<b>Tema 1:</b> Tipos de acoples eléctricos y mangueras de aire <b>Tema 2:</b> Detalles técnicos de acoples eléctricos y mangueras de aire <b>Tema 3:</b> Tipos de inspección <b>Tema 4:</b> Procedimiento de inspección		
<b>PRÁCTICAS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspección visual de equipos</li> <li>- Llenado de ficha de inspección</li> </ul>		
<b>METODOLOGÍA :</b>		
Exposición teórica por parte del mayordomo, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.		

**Fuente: Elaboración Propia**

**Anexo 8:**

Tabla N°6 Temas para capacitaciones de Maniobra en Cuarteles

<b>ACCIÓN:</b>		<b>Nº</b>
Introducción a maniobras en cuartel		2 Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>	<b>DE INTERÉS PARA:</b>
Las personas conocerán los conocimientos básicos necesarios para el buen enganche y desenganche de canastas logrando así menor tiempo al realizar esta tarea.	2 horas	Personal dedicado al traslado de la caña de azúcar del campo a la fábrica. El traslado de caña de azúcar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>	
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.	
<b>PROGRAMA</b>		
<b>Tema 1:</b> Conocimiento de partes a interactuar en el cuartel <b>Tema 2:</b> Manejo adecuado en el campo <b>Tema 3:</b> Mantenimiento del cuartel <b>Tema 4:</b> Instrucción de fichas técnicas del tractocamion y carretas		
<b>PRÁCTICAS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maniobras en el campo sin carretas</li> <li>- Maniobras en el campo con carreta</li> </ul>		
<b>METODOLOGÍA :</b>		
Exposición teórica por parte del Supervisor de Cosecha, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.		

<b>ACCIÓN:</b>		<b>N°</b>	2
Rangos de velocidades y Nivel: distancias en maniobras		<b>Nivel:</b>	Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b> 2 horas		
Las personas asimilarán los conocimientos en los rangos de velocidad y distancias para maniobrar en campo con o sin carretas.	<b>DE INTERÉS PARA:</b> Personal dedicado al traslado de la caña de azúcar del campo a la fábrica. El traslado de caña de azúcar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.		
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
Tema 1: Conocimiento teórico de tipos de maniobras			
Tema 2: Velocidades permitidas en los campos			
Tema 3: Como ingresar y salir de los cuarteles			
Tema 4: Observación de maniobra de campos			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Practica de manejo en campos acompañado			
- Practica de manejo en campos solo			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del Supervisor de Cosecha y mayordomo, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

<b>ACCIÓN:</b>		<b>N°</b>	2
Resolución de problemas		<b>Nivel:</b>	Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b> 2 horas		
Las personas compartirán sus experiencias vividas ante problemas ocurridos al enganchar y desenganchar las canastas y como resolvieron estos contratiempos.	<b>DE INTERÉS PARA:</b> Personal dedicado al traslado de la caña de azúcar del campo a la fábrica. El traslado de caña de azúcar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.		
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
Tema 1: Experiencias vividas			
Tema 2: Resolución de problemas.			
Tema 3: Causas de los problemas.			
Tema 4: Prevención de problemas.			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Lluvia de ideas			
- Ejemplos prácticos de resolución de problemas			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del Supervisor de Cosecha, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

<b>ACCIÓN:</b>		<b>Nº</b>	2
Practica demostrativa en campo		<b>Nivel:</b>	Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>		
Las personas realizar maniobras en los distintos campos con diferentes obstaculos.	2 horas		
	<b>DE INTERÉS PARA:</b>		
	Personal dedicado al traslado de la caña de azucar del campo a la fabrica. El traslado de caña de azucar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.		
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
<b>Tema 1:</b> Tipos de terrenos			
<b>Tema 2:</b> Como maniobrar en los diferentes terrenos			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Practica de manejo en campos acompañado			
- Practica de manejo en campos solo			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del Supervisor de Cosecha y mayordomo, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

**Fuente: Elaboración Propia**

**Anexo 9:**

Tabla N°7 Temas para capacitaciones de Inspección de Maquinaria

<b>ACCIÓN:</b>		<b>Nº</b>	2
Introducción a Inspección General de maquinaria		<b>Nivel:</b>	Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>		
Las personas conocerán los principios básicos necesarios para una adecuada revisión general de los tractocamiones y carretas previniendo asi contratiempos.	2 horas		
	<b>DE INTERÉS PARA:</b>		
	Personal dedicado al traslado de la caña de azucar del campo a la fabrica. El traslado de caña de azucar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.		
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
<b>Tema 1:</b> Revisión de llantas, ejes y muelles de tracto.			
<b>Tema 2:</b> Revisión de bolsas de aire, frenos.			
<b>Tema 3:</b> Revisión de estado de tipo de carreta.			
<b>Tema 4:</b> Puntos de falla regulares en carreta			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Reconocimiento tipos de fallas comunes en carreta			
- Reconocimiento de puntos a revisar en inspección general de carreta			
- Reconocimiento de tipos de carreta			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del Jefe de mantenimiento, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

<b>ACCIÓN:</b>		<b>N°</b>	
Identificación de sistemas de tracto-camiones		2 Choferes	
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>	<b>DE INTERÉS PARA:</b>	
Las personas identificación de sistemas de tracto-camiones	2 horas	Personal dedicado al traslado de la caña de azucar del campo a la fabrica. El traslado de caña de azucar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.	
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
Tema 1: Conocimiento técnico de Tracto-camiones			
Tema 2: Como realizar una Inspección general de Tracto-camion			
Tema 3: Tipos de inspección			
Tema 4: Procedimiento de inspección			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Inspección general de Tracto-camion			
- Llenado de ficha de inspección			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del Jefe de mantenimiento, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

<b>ACCIÓN:</b>		<b>N°</b>	
Análisis diagnostico de fallas mecanicas		2 Choferes	
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>	<b>DE INTERÉS PARA:</b>	
Las personas podrán realizar un analisis y diagnostico de fallas mecanicas mas comunes en los tracto-camiones y como poder resolverlos	2 horas	Personal dedicado al traslado de la caña de azucar del campo a la fabrica. El traslado de caña de azucar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.	
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
Tema 1: Problemas más comunes			
Tema 2: Puntos a tomar en cuenta para diagnostico			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Realizar un diagnostico			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del Jefe de mantenimiento, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

<b>ACCIÓN:</b>		<b>Nº</b>	2
Examen de inspección general de maquinaria		<b>Nivel:</b>	Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b> 2 horas		
Las personas realizaran un examen de conocimiento sobre inspecciones de tractocamiones	<b>DE INTERÉS PARA:</b> Personal dedicado al traslado de la caña de azucar del campo a la fabrica. El traslado de caña de azucar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.		
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
Tema 1: Refuerzo de conomientos Tema 2: Resolución de preguntas			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Examen de inspección general de maquinaria			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del Jefe de mantenimiento, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

**Fuente: Elaboración Propia**

**Anexo 10:**

Tabla N°8 Temas para capacitaciones de Conducción con 4 Carretas

<b>ACCIÓN:</b>		<b>Nº</b>	2
Introducción a Conducción con 4 carretas		<b>Nivel:</b>	Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b> 2 horas		
Las personas conocerán los conocimientos básicos necesarios para una adecuada conducción de tracto-camiones con 4 carretas.	<b>DE INTERÉS PARA:</b> Personal dedicado al traslado de la caña de azucar del campo a la fabrica. El traslado de caña de azucar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.		
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
Tema 1: Conocimiento de partes a interactuar Tema 2: Identificación y manejo de tableros (cabina) Tema 3: Mantenimiento adecuado tracto-camion Tema 4: Instrucción de fichas técnicas del tractocamion y carretas			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Examen Verbal de conocimientos básicos.			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del mayordomo, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

<b>ACCIÓN:</b>		<b>Nº</b>	2
Rango de velocidades de manejo		<b>Nivel:</b>	Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b> 2 horas		
Las personas asimilarán los conocimientos en los rangos de velocidad y distancias para maniobrar los tracto-camiones con 4 carretas.	<b>DE INTERÉS PARA:</b> Personal dedicado al traslado de la caña de azúcar del campo a la fábrica. El traslado de caña de azúcar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.		
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
<b>Tema 1:</b> Conocimiento teórico de tipos de maniobras en carretera			
<b>Tema 2:</b> Velocidades permitidas en la carretera.			
<b>Tema 3:</b> Como ingresar y salir a la fábrica			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Práctica de manejo en la fábrica acompañado			
- Práctica de manejo en la fábrica solo			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del mayordomo, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

<b>ACCIÓN:</b>		<b>Nº</b>	2
Especificaciones técnicas		<b>Nivel:</b>	Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b> 2 horas		
Las personas conocerán todas las especificaciones técnicas de todos los tracto-camiones y tipos de carretas previniendo accidentes	<b>DE INTERÉS PARA:</b> Personal dedicado al traslado de la caña de azúcar del campo a la fábrica. El traslado de caña de azúcar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.		
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
<b>Tema 1:</b> Fichas técnicas de todos los Tracto-camiones			
<b>Tema 2:</b> Fichas técnicas de todas las carretas			
<b>Tema 3:</b> Limitaciones de Tracto-camiones			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Examen Verbal de conocimientos.			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del mayordomo, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			



<b>ACCIÓN:</b>		<b>N°</b>	2
Prueba de manejo		<b>Nivel:</b>	Choferes
<b>OBJETIVO</b>	<b>DURACIÓN:</b>		
Las personas realizarán pruebas de manejo para afianzar su conocimientos teóricos.	2 horas		
	<b>DE INTERÉS PARA:</b>		
	Personal dedicado al traslado de la caña de azúcar del campo a la fábrica. El traslado de caña de azúcar se realiza con 4 carretas dificultando el trabajo.		
<b>PREPARACIÓN NECESARIA</b>	<b>COMPOSICIÓN DEL GRUPO</b>		
Educación General básica, Técnico y superior.	De 11 a 20 personas con conocimientos homogéneos.		
<b>PROGRAMA</b>			
Tema 1: Refuerzo de conocimientos			
Tema 2: Resolución de preguntas			
<b>PRÁCTICAS</b>			
- Examen de manejo con 4 carretas con y sin carga.			
<b>METODOLOGÍA :</b>			
Exposición teórica por parte del mayordomo, con ayuda de pantallas (ecran) y realización de prácticas en el campo.			

**Fuente: Elaboración Propia**

### **Anexo 11:**

Tabla N°9: Flujo de caja histórico de empresa casa grande S.A.A.

	2015		2016	
Ventas Netas	639.710,28	100,00%	708.252,08	
Costo de Ventas	438.929,99	68,61%	476.331,46	67,25%
<b>Utilidad en Ventas</b>	<b>200.780,29</b>		<b>231.920,62</b>	
Gastos de Venta	44.779,72	7,00%	49.577,65	7,00%
Gastos de Distribución	12.794,21	2,00%	14.165,04	2,00%
Gastos en Administración	6.397,10	1,00%	7.082,52	1,00%
Otros ingresos	10.557,40	1,65%	10.662,97	1,51%
<b>Utilidad en Operaciones</b>	<b>147.366,66</b>		<b>171.758,38</b>	
<b>Otros ingresos:</b>				
Ingresos financieros	6.865,415	1,07%	7.071,377	1,00%
Gastos financieros	5.628,81	0,88%	5.459,94	0,77%
Utilidad (perdida) en cambio	1128,66576	0,18%	1162,525733	0,16%
<b>Utilidad antes de participacion de los</b>	<b>147.474,603</b>		<b>172.207,288</b>	
Participaciones de los trabajadores	<b>7.373,73</b>		<b>8.610,36</b>	
Impuesto a la renta	<b>44.242,38</b>		<b>51.662,19</b>	
<b>Utilidad Neta</b>	<b>95.858,49</b>	14,98%	<b>111.934,74</b>	15,80%

Fuente: Memoria Financiera Casa Grande S.A.A.

Se observa que la composición de los costos en el GAV siempre representa al 10% de las ventas netas