

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO, PARA LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD OPERACIONAL DE UNA FLOTA DE COSECHADORAS DE CAÑA DE AZÚCAR, EN LA EMPRESA CASA GRANDE S.A.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Antonio Renato Dávila Malpica

Asesor:

Ing. Julio César Cubas Rodríguez

Trujillo - Perú

2019



## DEDICATORIA

A Dios por darme el conocimiento y las facultades para poder llegar hasta este momento.

A mis padres y hermana quienes fueron mis principales pilares para lograr esto y quienes siempre confiaron en mí.

A mis docentes los que fueron un foco de conocimiento que me iluminó por el camino de la ignorancia.

En especial a mi tío Ing. Manuel Zegarra Ventura, que en paz descansa, quien fue el que me guió, me impulsó, me ayudó y fue principal responsable de que esta tesis sea realizada y a quien le tengo bastante aprecio y respeto. GRACIAS.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte, casa universitaria a la que tengo el agrado de pertenecer, en especial a mi asesor, el Ing. Julio César Cubas Rodríguez, quien me apoyó y brindó el conocimiento necesario para la realización de este trabajo.

Así mismo agradezco de manera especial al Ing. Rafael Quilcate Ramírez y al Ing. Jorge Lino Marchena quienes confiaron en mí y me dieron la oportunidad de pertenecer al gran equipo que es la División Cosecha en la empresa Casa Grande S.A.A., también a quienes me ayudaron, guiaron y sobre todo fueron muy pacientes conmigo desde el primer día, compartiendo su conocimiento conmigo: Álvaro Corcuera, David Huaccha, Fernando Cruzado, Gianfranco Infantes, Heriberto Olguín, Jorge Ascoy, Kelly Gonzales, Manuel Ávila, Oscar Vertiz, Roberto Ferrer, Ronald Burgos y Wilson Cabellos.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b>	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>2</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Realidad Problemática</b>	<b>9</b>
<b>1.1.1. Antecedentes</b>	<b>13</b>
<b>1.1.2. Bases Teóricas</b>	<b>16</b>
<b>1.1.1.1. Producto</b>	<b>16</b>
<b>1.1.1.2. Tipos de Cosecha</b>	<b>18</b>
<b>1.1.1.3. Cosechadora</b>	<b>24</b>
<b>1.1.1.4. Mantenimiento</b>	<b>28</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>31</b>
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>31</b>
<b>1.3.1. Objetivo general</b>	<b>31</b>
<b>1.3.2. Objetivos específicos</b>	<b>31</b>
<b>1.4. Hipótesis</b>	<b>32</b>
<b>1.4.1. Hipótesis general</b>	<b>32</b>
<b>CAPITULO II. METODOLOGÍA</b>	<b>33</b>
<b>2.1. Tipo de investigación</b>	<b>33</b>
<b>2.1.1. Según el propósito</b>	<b>33</b>
<b>2.2. Población y muestra</b>	<b>33</b>
<b>2.2.1. Población</b>	<b>33</b>
<b>2.2.2. Muestra</b>	<b>33</b>
<b>2.2.3. Métodos: Operacionalización de variables</b>	<b>34</b>
<b>2.2.4. Tipo de investigación</b>	<b>34</b>
<b>2.3. Procedimiento</b>	<b>35</b>
<b>2.3.1. Generalidades de la empresa</b>	<b>35</b>
<b>2.3.2. Organigrama de la División Cosecha</b>	<b>37</b>
<b>2.3.3. Datos Históricos</b>	<b>38</b>
<b>2.3.3.1. Tiempos de parada por mantenimiento</b>	<b>38</b>
<b>2.3.3.2. Número de paradas por mantenimiento</b>	<b>38</b>

2.3.3.3. Costo de mantenimiento	39
2.3.3.4. Cantidad de caña cosechada por equipo	40
2.3.3.5. Capacidad de cosecha por equipo	40
2.3.3.6. Consumo de combustible por equipo	41
2.3.3.7. Antigüedad de la flota	41
2.3.4. Análisis de criticidad	42
2.3.4.1. Criterios de evaluación de criticidad	42
2.3.4.1.1. Frecuencia de fallas	42
2.3.4.1.2. Impacto operacional	43
2.3.4.1.3. Flexibilidad operacional	43
2.3.4.1.4. Detectabilidad operacional	43
2.3.4.1.5. Tiempo para reparar	44
2.3.4.1.6. Impacto en el medio ambiente	44
2.3.4.1.7. Impacto en la seguridad personal	45
2.3.4.1.8. Facilidad para conseguir repuestos	45
2.3.4.1.9. Costo del mantenimiento	45
2.3.4.2. Matriz de criticidad	46
2.3.5. Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)	49
2.3.5.1. Descripción de criterios	49
2.3.6. Análisis de datos de vida de los modos de falla críticos	52
2.3.7. Mantenimiento autónomo	62
<b>CAPITULO III. RESULTADOS</b>	<b>68</b>
3.1. Estimación de los parámetros de vida	68
3.1.1. Modelo probabilística – Distribución Weibull	68
3.2. Calculo de indicadores de mantenimiento	71
3.3. Efectividad Global del Equipo (OEE)	72
3.4. Plan de mantenimiento propuesto	75
3.5. Análisis técnico del plan	81
3.6. Análisis económico del plan	83
<b>CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>86</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Operacionalización de variables</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 2. Tiempo de parada por mantenimiento</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 3. Número de paradas por mantenimiento</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 4. Costo de mantenimiento</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 5. Toneladas de caña cosechadas</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 6. Productividad por cosechadora</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 7. Consumo de combustible</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 8. Antigüedad de la flota</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 9. Frecuencia de fallas</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 10. Impacto operacional</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 11. Flexibilidad operacional</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 12. Detectibilidad operacional</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 13. Tiempo para reparar</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 14. Impacto ambiental</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 15. Impacto en la seguridad del personal</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 16. Facilidad para conseguir repuestos</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 17. Costo del mantenimiento</b>	<b>46</b>
<b>Tabla 18. Índice de gravedad</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 19. Índice de ocurrencia</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 20. Índice de detección</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 21. Análisis de AMEF</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 22. Análisis Distribución Weibull</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 23. Análisis Prueba Kolmogorov – Smirnov</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 24. Valores críticos para tiempo</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 25. Indicadores de mantenimiento</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 26. Indicadores de mantenimiento para el periodo evaluado</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 27. Información actual</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 28. Información a futuro</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 29. Indicadores de mantenimiento para los próximos 9 meses</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 30. Cálculo de Producción extra</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 31. Costo de Repuestos o servicios</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 32. Costo de mano de obra</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 33. Costo de combustible</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 34. Costo de producción</b>	<b>84</b>
<b>Tabla 35. Ganancia total</b>	<b>85</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01: Producción y consumo de azúcar</b>	<b>10</b>
<b>Figura 02: Situaciones financieras de las azucareras</b>	<b>11</b>
<b>Figura 03: Caña de azúcar quemada</b>	<b>18</b>
<b>Figura 04: Cosecha mecanizada</b>	<b>19</b>
<b>Figura 05: Cosecha manual</b>	<b>19</b>
<b>Figura 06: Quema de caña</b>	<b>20</b>
<b>Figura 07: Corte manual de caña</b>	<b>21</b>
<b>Figura 08: Vista top de cosecha manual</b>	<b>21</b>
<b>Figura 09: Alce mecánico</b>	<b>22</b>
<b>Figura 10: Zona de enganche</b>	<b>22</b>
<b>Figura 11: Cosecha mecanizada caña quemada</b>	<b>23</b>
<b>Figura 12: Zona de auto volteo</b>	<b>23</b>
<b>Figura 13: Componentes de cosechadora</b>	<b>25</b>
<b>Figura 14: Especificaciones técnicas 3520-1</b>	<b>26</b>
<b>Figura 15: Especificaciones técnicas 3520-2</b>	<b>26</b>
<b>Figura 16: Especificaciones técnicas 3520-3</b>	<b>27</b>
<b>Figura 17: Especificaciones técnicas CH570-1</b>	<b>27</b>
<b>Figura 18: Especificaciones técnicas CH570-2</b>	<b>28</b>
<b>Figura 19: Organigrama de la empresa</b>	<b>35</b>
<b>Figura 20: Organigrama del área de cosecha</b>	<b>37</b>
<b>Figura 21: Matriz de criticidad</b>	<b>47</b>
<b>Figura 22: Criterios de evaluación</b>	<b>48</b>
<b>Figura 23: Análisis de Modo y Efecto de Falla 1</b>	<b>50</b>
<b>Figura 24: Análisis de Modo y Efecto de Falla 2</b>	<b>51</b>
<b>Figura 25: Datos calzas cortador base 1</b>	<b>53</b>
<b>Figura 26: Datos calzas cortador base 2</b>	<b>54</b>
<b>Figura 27: Datos sistema flotación cortador base 1</b>	<b>55</b>
<b>Figura 28: Datos terminal</b>	<b>56</b>
<b>Figura 29: Datos divisor</b>	<b>57</b>
<b>Figura 30: Datos elevador 1</b>	<b>58</b>
<b>Figura 31: Datos elevador 2</b>	<b>59</b>
<b>Figura 32: Datos recalentamiento de motor 1</b>	<b>60</b>
<b>Figura 33: Datos recalentamiento de motor 2</b>	<b>61</b>
<b>Figura 34: Instructivo de limpieza para lavado de cosechadoras</b>	<b>64</b>
<b>Figura 35: Orden de inspección rutinaria</b>	<b>65</b>

<b>Figura 36: Distribución Weibull 90vo percentil</b>	<b>70</b>
<b>Figura 37: Distribución Weibull 50vo percentil</b>	<b>70</b>
<b>Figura 38: Distribución Weibull 10vo percentil</b>	<b>71</b>
<b>Figura 39: Disponibilidad Mecánica</b>	<b>72</b>
<b>Figura 40: Relación de MTBF y MTTR con el tiempo</b>	<b>72</b>
<b>Figura 41: Efectividad global de la cosechadora JD 575</b>	<b>73</b>
<b>Figura 42: Evolución de efectividad global</b>	<b>74</b>
<b>Figura 43: Orden de trabajo preventivo PM5 -1</b>	<b>76</b>
<b>Figura 44: Orden de trabajo preventivo PM5 -2</b>	<b>77</b>
<b>Figura 45: Orden de trabajo preventivo PM5 -3</b>	<b>78</b>
<b>Figura 46: Orden de trabajo preventivo-recalentamiento de motor</b>	<b>79</b>
<b>Figura 47: Cambio filtro de aire primario</b>	<b>80</b>
<b>Figura 48: Cambio filtro de aceite de motor</b>	<b>81</b>
<b>Figura 49: Limpieza a compartimiento de motor</b>	<b>81</b>



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfocó a aumentar la disponibilidad mecánica de una flota de 11 Cosechadoras John Deere (Series 3520 y CH570) de la empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A. con el fin de así aumentar la producción en un periodo de tiempo determinado mediante un análisis profundo sobre la criticidad y frecuencia de fallas encontradas a lo largo del intervalo de estudios propuesto.

Según los resultados obtenidos y las propuestas planteadas se logró obtener un aumento significativo en la disponibilidad, así como en la confiabilidad de la maquinaria, así mismo se generó un aumento en la producción de 2613.48 toneladas de caña, lo que representa una utilidad neta de S/. 222,535.24, es decir el estudio realizado así como las propuestas descritas en este trabajo fueron viables y agregaron un aporte justificado tanto al área de Mantenimiento como al área de Cosecha de la empresa Casa Grande S.A.A.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El rubro agroindustrial es uno de los más importantes y principales participantes en el desarrollo de un país, esta actividad económica comprende la producción, industrialización y comercialización; en general en el mundo este rubro viene enfrentando grandes desafíos, tales como el cambio climático, la mayor y creciente demanda de alimentos y la continua disminución en lo que respecta a la disponibilidad de recursos. Así mismo, de acuerdo a la FAO (Food and Agriculture Organization) la población urbana aumentará un 70% mientras que la demanda de alimentos un 30%, demanda que principalmente será enfocada a productos como el azúcar y aceites vegetales. (FAO, 2009)

A nivel mundial si bien un aumento en la demanda de alimentos favorece principalmente al sector agroindustrial azucarero cabe mencionar que también se tiene una gran oferta por parte del mercado mundial, lo que ha originado en la actualidad que los precios del azúcar disminuyan en un 30% y se pronostica que seguirá hasta el tercer trimestre del 2019 según Tropical Research Services (TRC), cabe mencionar que este aumento en la demanda del producto espera alcanzar una meta de 179 millones de toneladas (2017/2018) con respecto a las 168 millones de toneladas del periodo anterior (2016/2017), lo que deja una variación de 6.15 %. Este aumento en la producción pudo ser compensado a pesar de tener una baja en el principal productor a nivel mundial (Brasil) ya que se vio favorecido por los altos rendimientos en la India, así como la Unión Europea, China y Tailandia. (Romero, 2017)

Cuadro 1. Producción y consumo de azúcar tal cual en los principales países. Miles de t

	Producción			Consumo		
	2015/16	2016/17	2017/18	2015/16	2016/17	2017/18
<b>Brasil</b>	38.643	39.750	37.500	11.115	11.000	11.000
<b>India</b>	24.826	20.500	25.000	24.551	25.000	25.500
<b>UE</b>	14.721	15.853	19.141	18.420	17.500	17.230
<b>Tailandia</b>	9.755	9.865	12.000	2.929	2.960	3.005
<b>China</b>	8.837	9.300	10.500	15.695	16.140	16.500
<b>EEUU</b>	7.597	7.390	7.485	10.079	10.395	10.495
<b>Total, mundo</b>	164.253	168.373	179.448	169.093	171.478	174.414

Fuente: OIA

Figura 1: Producción y consumo de azúcar. Fuente: OIA

En lo que respecta al ámbito nacional, la situación de los últimos años perjudica en demasía al empresario peruano, esta realidad se viene desarrollando por distintos aspectos que afectan al mercado.

El 09 de Mayo del 2018 se promulgó el Decreto Supremo N° 091-2018-EF que modifica el Impuesto Selectivo al Consumo (ISC), de manera que aplica una tasa impositiva de 25% a las bebidas azucaradas que poseen un contenido mayor a 6 gr de azúcar por 100 ml, por otro lado las bebidas que poseen un menor contenido de azúcar mantienen el ISC de 17%. (El Comercio, 2018)

Así mismo el aumento excesivo en las importaciones de azúcar de países como Colombia, Brasil y Guatemala (de alto desarrollo técnico), así como el bajo cobro de aranceles de tan solo el 10% originan que el productor nacional se vea obligado a descender sus precios de manera impositiva por tratar de mantenerse en pie de acorde al mercado, así mismo el Gerente General de la empresa azucarera más grande del Perú (Grupo Gloria), John Carty opina lo siguiente: *“Los precios han caído a un punto en que prácticamente la totalidad de las azucareras no cubren los costos. Miles de pequeños sembradores y medianos empresarios que no tienen adónde migrar. Luego de que el gobierno impuso un arancel de solo 10% a las importaciones de azúcar, principalmente de Colombia. El Ministro de Agricultura debería colocar aranceles del 50 % para nivelar”* (El Comercio, 2018)

A continuación se presenta un listado de las principales empresas azucareras del Perú, así como su situación financiera en el último periodo 2017 / 2018.

SITUACIÓN FINANCIERA DE LAS AZUCARERAS						
Empresas listadas en la Bolsa de Valores de Lima*						
Empresa	Accionista principal	Hectáreas	Ventas IS2018 (mlts de S/)	Utilidad bruta IS2018	Diferencia en millones de soles (vs. utilidad 2017)	Inversiones (acumuladas en el IS2018 totales en mlts de S/)
Casa Grande	Coazúcar	31.197 (27.830 con caña)	199,3	20,4	-11	77,9
Cartavio	Coazúcar	8.210 (7.511 con caña)	139,6	5,7	1	19,5
San Jacinto	Coazúcar	12.209 (7.924 con caña)	67	5	-11,6	27,9
Laredo	Manuelita Internacional SA	10.646 (7.583 con caña)	116,8	9,3	No detalla (iv)	6,8
Paramonga	Inversiones Barroco SA	6.821	96,4	30,4	-14,9 (iv)	No detalla
Pomalca	No detalla	No detalla	No detalla	1,6 (iv)	-0,1	No detalla
Chucarapi	3 accionistas poseen 48,37%	580 (iv)	29,5	0,3	0,2	No detalla
Sintuco	Coazúcar	1.099	5,8	-0,9	-1,211	No detalla
Chiquito	Coazúcar	3.200	7	4,7	0,5	No detalla
San Juan	Corporación Perhusa SA	No detalla	No detalla	No detalla	-2,3 (iv)	No detalla
El Ingenio	No detalla	678 (599 con caña) y 343 de terceros	3,7	1,3	-0,7	No detalla
Cayalti	Grupo Intipuguio	2.841 (Plan de siembra 4.500)	6,5 (iv)	-4,9 (iv)	12	106,3 (iv)

Figura 2: Situaciones Financieras de las azucareras. Fuente: El Comercio

En lo que respecta a La Libertad encontramos distintos ingenios dedicados a la siembra, cosecha y procesamiento de caña de azúcar, siendo una de las principales la Agroindustria Casa Grande S.A.A. con 31.197 ha de las cuales 27.830 ha se encuentran sembradas con caña de azúcar; al igual que en todo el mundo, Casa Grande S.A.A. también se ve afectado por la disminución en el precio del azúcar y por ende se ve en la necesidad de buscar optimizar sus costos para poder ser más productiva y buscar posicionamiento en el mercado nacional. (El Comercio, 2018)

En el área de Cosecha, una de las principales problemáticas que acarrearán una baja productividad así como el cese de abastecimiento de materia prima a fábrica son los tiempos muertos de la maquinaria cosechadora por falla mecánica, estos son diversos

y es una realidad que hasta el día de hoy no se puede evitar, más aun teniendo un programa de mantenimiento solo correctivo que solo actúa una vez se presenta la falla.

En Casa Grande S.A.A. en la actualidad se ingresa un 50% de caña picada y un 50% de caña larga (entre propia y terceros), presentando menor disponibilidad operativa la cosecha mecanizada picada, ya que los campos en su mayoría no están aptos para una cosecha mecanizada picada, es decir tanto el terreno, la variedad de caña así como los rendimientos no permiten un correcto desempeño de las Cosechadoras de caña de azúcar (caña picada), por tal motivo es que esto sumado a la falta de criterio en base a un buen programa de mantenimiento predictivo y preventivo tiene como consecuencia una baja disponibilidad de maquinaria.

Durante el 2017 en el periodo comprendido entre los meses Enero – Setiembre, se generaron 3715 avisos por falla de maquinaria, conllevando esto a un tiempo de parada, así mismo durante el 2018 durante el mismo periodo se generaron 3993 avisos, esto es 278 avisos de falla de maquinaria más en comparación del año anterior, esto nos indica no solo una mala administración en la gestión de mantenimiento, sino una falta de interés sobre el problema y sobre lo que esto acarrea a las áreas operativas, como por ejemplo la disminución en la disponibilidad de la maquinaria así como la baja productividad de las mismas terminando en una reducción en la producción. Por otro lado los mantenimientos son realizados de manera incompleta y muchas veces obviando las hojas de ruta de los mismos, esto conlleva a paradas de maquinaria por fallas que se podrían haber evitado de darle la importancia necesaria a las hojas de ruta y seguir los procesos detallados.

Otro factor importante es la falta de importancia hacia la incidencia y nivel de ocurrencia de las fallas mecánicas, es decir, saber cuáles son las fallas con mayor

ocurrencia para en base a esto desarrollar un plan estratégico con el fin de encontrar el porqué de la ocurrencia tan frecuente y así poder eliminarla si fuese el caso o reducir su nivel de incidencia para que esto se vea reflejado como una mejora en la parte operativa y productiva de la empresa, así mismo conocer el mayor nivel de incidencia con respecto a las fallas mecánicas de las cosechadoras nos llevará a poder atacar de manera directa las mismas y poder programar repuestos o materiales e incluso evaluar la cantidad de mano de obra necesaria para asistir a las fallas más frecuentes, esto ayudará a tener un mejor control sobre las atenciones en base a los avisos generados y poder optimizar también los gastos que estas atenciones generan.

Por este motivo es que se escogió como tema de estudio plantear una propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para así aumentar la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar en la empresa Casa Grande S.A.A.

### **1.1.1. Antecedentes**

En el ámbito internacional encontramos los siguientes antecedentes:

JULIO CESAR COY CATU, (2010), en su tesis titulada “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y mejora del sistema de extracción de vapores inflamables, en la empresa Transproductos, s.a.” en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, para optar el Título de Ingeniero mecánico industrial, concluye:

*“Un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, es más efectivo que el mantenimiento correctivo aplicado actualmente, ya que se tiene una*

*programación de las actividades que deben de efectuarse en cada una de las maquinas con una frecuencia determinada, para anticiparse a cualquier falla”*

WALTER REYNALDO FABIAN GRIJALVA, (2003) en su tesis titulada “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble” en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, para optar el Título de Ingeniero mecánico concluye:

*“Que el departamento de Mantenimiento conjuntamente con la Gerencia General y el departamento de Producción efectúen reuniones periódicas con el propósito de plantear cambios o corregir los errores que se tuvieran.”*

En el ámbito nacional encontramos los siguientes antecedentes:

JEHYSSON MIGUEL TUESTA YLIQUIN, (2014) en su tesis titulada “Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa” en la Universidad Nacional del Callao, Perú, para optar el Título de Ingeniero mecánico concluye:

*“Después de la implementación durante el primer mes se observó una notable variación de los indicadores que se planearon para corroborar la viabilidad del proyecto, teniendo como resultado un incremento de las horas operativas de un 40%, incrementando del tiempo entre fallas (MTBF) del 45%, disminución de los tiempos de reparación (MTTR) del 27% e incremento del tiempo medio de falla (MTTF) de un 47%.”*

JEANPIERRE FITZGERALD SOTO BALTAZAR, (2016), en su tesis titulada

“Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes FAW en GYM s.a.” en la Universidad Nacional del centro del Perú, Perú, para optar el Título de Ingeniero Mecánico concluye:

*“Se puede concluir con la siguiente investigación que con el mantenimiento diario logramos mantener en buenas condiciones el vehículo y podemos anticiparnos a las fallas evitando la inoperatividad mecánica.”*

CHRISTIAN GUILLERMO HUANCAYA MENA, (2016), en su tesis titulada

“Mejora de la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar de 40 t/h de capacidad” en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, para optar el Título de Ingeniero Mecánico concluye:

*“Se desarrolló un método para comparar rendimientos en el cual se definió y cuantificó los parámetros de comparación para los distintos equipos de la flota en base a los requerimientos y prioridades de la empresa de forma que se pueda encontrar el equipo crítico de manera tal que se pueda direccionar los recursos de la misma para obtener mejores resultados.”*

En el ámbito local encontramos los siguientes antecedentes:

JHONNATAN YESTER TIPISMANA MARREROS, (2014), en su tesis titulada “Propuesta de una gestión de mantenimiento preventivo-predictivo para incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos eléctricos de sub estaciones eléctricas en la empresa Danper- Compositan, Viru-La



Libertad” en la Universidad Privada del Norte, Perú, para optar el Título de

Ingeniero Industrial concluye:

*“El impacto de las mejoras en el proceso de mantenimiento nos como resultado un mejor monitoreo, capacitando a los trabajadores y alargando la vida de los equipos eléctricos por diferentes condiciones internas o externas.”*

MADELEINE YANET ESTRADA HUAMÁN, (2016), en su tesis titulada “Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Corporación Logística & Transporte S.A.C.” en la Universidad Cesar Vallejo, Perú, para optar el Título de Ingeniero Industrial concluye:

*“La aplicación del Mantenimiento Productivo Total logró la reducción de las fallas de las unidades generando el incrementó la disponibilidad de la flota vehicular, de un 0.50 hasta un 0.68, es por ello que ahora si se está logrando cumplir con los requerimientos de los clientes.”*

## **1.1.2. Bases Teóricas**

### **1.1.1.1. Producto**

La empresa Agroindustrial Casa Grande S.A.A. tiene como principal producto el azúcar rubia, que se produce en esencia con la caña de azúcar. Casa Grande cuenta con más de 26.000 ha de caña sembrada en la actualidad. La caña de azúcar a diferencia de otros cultivos puede desarrollarse en entornos complicados y para su continuo

cuidado necesita primordialmente abundante agua y sol, condiciones con las que cuenta el Valle de Chicama.

En general una siembra de caña puede durar hasta 5 cosechas y dependiendo de la Gerencia de Campo, se determina si el rendimiento (TCH: Tonelada de Caña por Hectárea) está por debajo de lo rentable y es entonces donde se “da vuelta al campo”, es decir se resiembra quitando la sepa antigua y sembrando nueva semilla de caña. Los TCH que normalmente se trabajan en Casa Grande S.A.A. varían entre 80 – 300 TCH, así mismo es importante mencionar que las Cosechadoras JD 3520 y CH570 trabajan con rendimientos menores de caña, ya que la maquinaria se sobre esfuerza demasiado con rendimientos altos y esto conlleva a problemas mayores que se desarrollan con el pasar del tiempo.

La caña tiene un tiempo aproximado en cultivo de 18 meses y un promedio de 03 meses de agoste donde a la caña se le quita el suministro de agua y se empieza a dar el proceso de secado, la cual muchas veces por ser una prematura cosecha tiene que ser acelerado con secantes artificiales.



*Figura 03:* Caña de azúcar quemada. Fuente: División Cosecha

#### **1.1.1.2. Tipos de Cosecha**

La cosecha en la empresa Casa Grande S.A.A. se lleva de dos maneras, de manera manual con Alzadoras JD 2254 y de manera Mecánica con Cosechadoras JD 3520 y JD CH570.

Así mismo cabe mencionar en lo referente a la cosecha mecanizada que existen dos tipos de cosecha, la cosecha en caña quemada y la cosecha en verde que se realiza cuando los campos a cosechar se encuentran en zonas aledañas a alguna población, por lo que no se puede quemar la caña.

En la actualidad la molienda diaria de la empresa Casa Grande S.A.A. es de 9500 ton/día, de las cuales se tiene en consideración que 1500 ton son de terceros (cañicultores particulares), 4000 ton son por cosecha manual y 4000 ton por cosecha mecanizada, claro que estas condiciones varían de acuerdo a la disponibilidad de maquinaria como a la de terceros. Por otro lado cabe mencionar que

el porcentaje de participación de la cosecha mecanizada ira en ascenso y así mismo la cosecha manual descenderá, ya que este último tipo de cosecha presenta muchas deficiencias y costos más elevados.



*Figura 04:* Cosecha mecanizada. Fuente: División Cosecha



*Figura 05:* Cosecha manual. Fuente: División Cosecha

En lo referente a la cosecha mecanizada, existen dos tipos de cosecha, la cosecha en caña quemada y la cosecha en verde que se realiza cuando los campos a cosechar se encuentran en zonas aledañas a alguna población, por lo que no se puede quemar la caña, estos campos se consideran campos PAMA (Programa de adecuación de manejo ambiental).

**Corte Manual:** Este proceso es exclusivo de la cosecha manual y es realizado por compañías de corte externas a la empresa. Normalmente se distribuye a cada cortador de caña la cantidad aproximada de 10 ton/día y se cuenta con aproximadamente entre 300 a 400 cortadores. Generalmente este corte manual se hace en base a caña previamente quemada, pero existen casos muy particulares donde se realiza el “corte en blanco”, es decir no se quema previamente la caña.

El corte se realiza cada cinco (05) surcos cortando a ras de suelo la base de la caña y cortando en cogollo en la parte superior de la caña, luego se acomoda el tendal o gavilla de manera entrelazada para que quede lista para ser posteriormente cosechada.



*Figura 06:* Quema de caña. Fuente: División Cosecha



*Figura 07:* Corte manual de caña. Fuente: División Cosecha

**Cosecha Manual:** Este tipo de cosecha se realiza con Alzadoras JD 2254 y tractores MF 7180 que tienen enganchados canastas de volteo lateral. La cosecha se realiza por tajos, cada tajo tiene entre 10 a 15 melgas o tendales, tal como se muestra en la imagen seis (06), la alzadora empaqueta la caña de tal manera que el garfio sostenga un promedio de 700 kg dependiendo de la variedad de caña y por canasta entran hasta 30 garfeadas de caña dando un aproximado de 25 toneladas por canasta, una vez llena la canasta de caña, esta es llevada a la zona de enganche donde junto con otras tres (03) canastas llenas se enganchan y arman el tetra de canastas, el cual es transportado por un Tracto camión hacia la fábrica.



*Figura 08:* Vista top de cosecha manual. Fuente: Elaboración propia



*Figura 09: Alce mecánico. Fuente: División Cosecha*



*Figura 10: Zona de enganche. Fuente: División Cosecha*

**Cosecha Mecanizada:** La cosecha mecanizada es realizada con Cosechadoras JD 3520 y CH570, así mismo usa tractores MF 7140 los cuales están enganchados a canastas de auto volteo que después vierten la caña en las canastas de volteo lateral.

Cada cosechadora se encarga de cosechar 50 surcos teniendo al lado un tractor enganchado a una canasta de auto volteo, donde la caña ya trozada es depositada por el elevador de la cosechadora, luego el tractor lleva la canasta de auto volteo a la zona de enganche, donde el tetra de canastas de volteo lateral están esperando y posteriormente se vierte la caña trozada en estas canastas para una vez lleno el tetra ser llevado a fábrica, cabe mencionar que a

comparación de la cosecha manual que puede llegar a tener un peso de 25 ton/canasta, en la cosecha mecanizada puede llegar a tener un peso de aproximadamente 40 ton/canasta, esto debido al mayor volumen de caña q entra ya que la caña trozada o picada se puede acomodar de mejor manera en las canastas de volteo lateral.



*Figura 11:* Cosecha mecanizada caña quemada. Fuente: División Cosecha



*Figura 12:* Zona de auto volteo. Fuente: División Cosecha



### 1.1.1.3. Cosechadora

La empresa Casa Grande S.A.A. cuenta con 11 Cosechadoras de ruedas, siete (07) cosechadoras John Deere CH570 y cuatro (04) cosechadoras John Deere 3520, las cuales serán objeto de estudio en este trabajo de investigación.

Cosecha: Primero la caña es despuntada, es decir es cortado el cogollo o punta de la caña por el despuntador o descogollador (9), este procedimiento permite disminuir en algo la materia extraña.

Después la caña es dirigida mediante los divisores (10) hacia los rodillos tumbadores (12) los que se encargan de echar la caña y posicionarla de manera correcta para que ingrese posteriormente al cortador de base (13), acto seguido la caña ingresa por el rodillo levantador (14) que se encarga de redirigir la caña a los rodillos alimentadores (15) con el fin de llegar a los rodillos trozadores (20) los que se encargan de trozar la caña y dirigirla al cesto u olla (18) donde el extractor primario (03) se encarga mediante un ventilador de extraer las impurezas tales como hoja, tierra u otros que llegasen hasta ese punto con el fin de evitar el exceso de materia extraña.

Luego la caña ya trozada es transportada por el elevador (02) hasta el extractor secundario (01) donde una vez más los residuos e impurezas existentes aún son retirados por un ventilador, esto también con el fin de evitar exceso en la materia extraña, luego y

finalmente la caña trozada y parcialmente limpia cae finalmente a la canasta de auto volteo que se encuentra enganchada a un tractor al lado de la cosechadora.

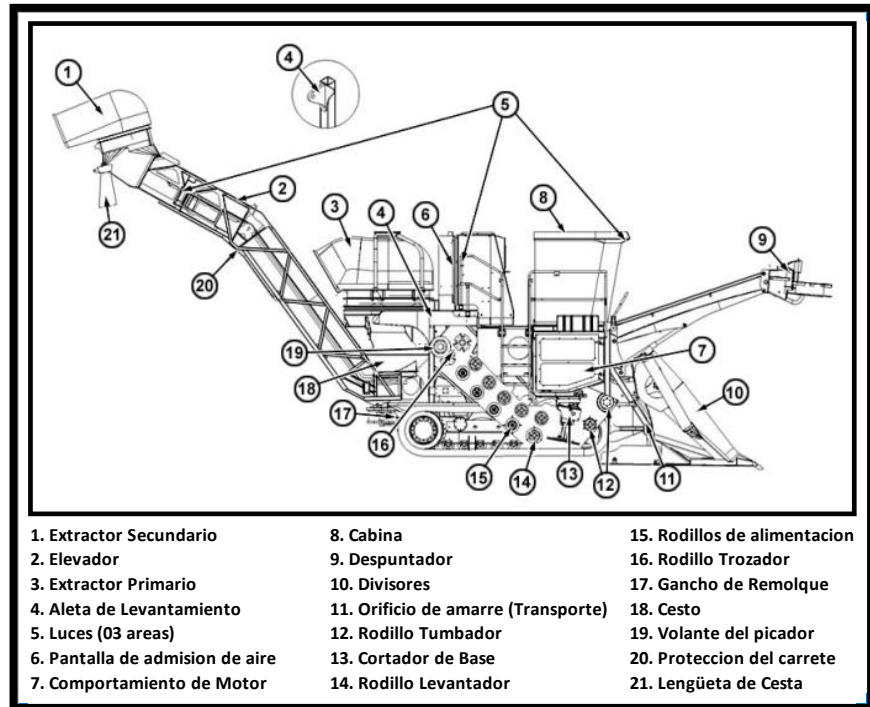


Figura 13: Componentes de cosechadora. Fuente: John Deere



Cosechadora de Caña de Azúcar 3520	
Especificaciones	
	
<b>Motor</b>	
Modelo	6090T John Deere PowerTech (TierII)
Cilindros	63 en línea
Desplazamiento	9.0 L
Admisión de aire	Turbo y postenfriador (aire-aire)
Bomba de inyección	de control electrónico
<b>Transmisión</b>	
Dos bombas hidrostáticas que proporcionan velocidad variable	
Con ruedas:	de 0 24.6 km/h (15.3 mph)*
Con orugas:	de 0 a 9 km/h (5.6 mph)*
*(La velocidad de máxima está en función de la opción de llantas y/o sistema hidráulico.	
<b>Capacidad de los tanques</b>	
Combustible	605 L (160 gal)
Aceite Hidrostático	405 L (106 gal)
<b>Llantas</b>	
Delanteras	14x17.5 clasificación 10 lonas
Traseras	23.5x25 clasificación de 20 lonas, industrial con perfil agrícola.
<b>Orugas</b>	
Cadena Sellada	
Rueda dentada en una sola pieza atornillada.	
Orugas rectas de 46 cm (18 in)	
Guías soldadas con láminas de desgaste atornilladas.	
<b>Extractor primario</b>	
Capuchón plástico de polietileno de 152 cm (5 ft)	
Ventilador de mando hidrostático con velocidad variable.	
Manejo vertical	
Acople directo del ventilador al motor	
Ventilador de 4 aspas (no necesita balanceo al cambiarla)	
Control de la posición del capuchón desde la cabina	
Anillo de desgaste de acero resistente a la abrasión	

Figura 14: Especificaciones técnicas 3520-1. Fuente: John Deere

<b>Funciones de cosecha</b>	
Acumulador para amortiguar el levante, despuntador y elevador.	
Dos divisores de cosecha cónicos de mayor diámetro y menor ángulo de aproximación	
Revestimiento anti abrasivo en las laminas flotadoras, zapatas y puntas de los sinfines	
Dos rodillos tumbadores ajustables.	
Pateador cerrado de 3 aletas	
Cortador de base de mando superior	
Laminas de desgaste atornilladas en las columnas del cortador de base	
Disco cortador de base circular de 61 cm (24 in) con revestimiento anti abrasivo	
Rodamientos exteriores de los rodillos alimentadores y trozador	
Divisores de cosecha y rodillos alimentadores de mando hidráulico y reversible	
Rodillos alimentadores inferiores con aletas largas y revestimiento antiabrasivo	
Trozador diferencial con 8 cuchillas de 95 mm	
Rodillo impulsor	
<b>Extractor secundario</b>	
Capuchón de plástico de polietileno	
Control hidráulico de giro del capuchón	
Deflector con control hidráulico de la posición	
<b>Elevador</b>	
Carga hacia ambos lados	
Ajuste de la cadena con pistón de grasa	
Descarga direccional propulsada con motor hidráulico	
Acumulador de nitrógeno	
<b>Confort y seguridad</b>	
Interruptor de desconexión veloz de todas las funciones de cosecha con restablecimiento rápido	
Alarma de presión de aceite y temperatura del refrigerante del motor	
Cabina abatible hacia adelante	
Cabina presurizada con calefacción y aire acondicionado	
Asiento del operador con suspensión neumática	
Cabina amplia con asiento para instructor o aprendiz	
Espejos retrovisores ajustables a ambos lados	
Velocímetro (Cosechadora de orugas solamente)	
Limpia parabrisas frontal y lavado	
Extintor de incendios (químico)	
Plataformas de piso rugoso en áreas de servicio	
Brazo de control ComandArm™ se ajusta ergonómicamente al operador	
Alarma de retroceso	
Luz de trabajo en el compartimento del motor	
Luces de dirección y precaución	
10 luces de trabajo	

Figura 15: Especificaciones técnicas 3520-2. Fuente: John Deere

Opciones										
Motor de 375 hp Tier II & III o de 337 hp Tier III										
Cadena de orugas sellada y lubricada										
Zapatas de orugas de 41 cm (16") y 51 cm (20")										
Zapatas de orugas dobladas										
Despuntador triturador										
Despuntador triturador con motor de pistones										
Extensión en los colectores del despuntador estándar										
Rodillos tumbadores y divisores de cosecha ajustables hidráulicamente										
Rodillos tumbadores de los divisores de cosecha										
Divisores de cosecha exteriores										
Sierras laterales										
Ruedas de flotación para los divisores de cosecha										
Cuchillas para corte de enredaderas en los divisores de cosecha										
Discos del cortador de base de 56 cm (22")										
Control asistido de la altura del cortador de base (ABC)										
Cortador de base con columna rompibles										
Pateador abierto de tres aletas										
Pateador abierto de cuatro barras										
Trozador diferencial de 6 cuchillas										
Trozador diferencial de traslape extremo de 8 cuchillas										
Válvula de control de tamaño de los trozos										
Anillo de desgaste de acero Duraline de alta resistencia a la abrasión										
Extensiones para el elevador										
Terminales remotos para hacer puente de arranque										
Velocímetro (cosechadoras con ruedas)										
Radio										
Espejo convexo										
Limpiaparabrisas laterales										
Alfombra adicional										
Luces HID (Xenón)										
Juegos de herramientas										

Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	I'
Orugas	15.14 m	2.97 m	6.23 m	4.87 m	6.45 m	1.88 m	4.39 m	2.33 m	4.04 m	
Rueda	15.14 m	2.97 m	6.23 m	4.87 m	6.45 m	F: 2.08 m R: 1.82 m	4.39 m	2.48 m	4.04 m	

\* Unidades de Louisiana, I: 4.29 m

Figura 16: Especificaciones técnicas 3520-3. Fuente: John Deere

<b>Motor</b> Modelo: John Deere 6090T PowerTech (Tier II) Cilindros / Desplazamiento: 6 en línea / 9.0 L Potencia: 251 Kw (337 Hp) Admisión de aire: Turbo y postenfriador (aire a aire) Bomba de inyección de control electrónico Motores opcionales: 251 Kw (337 Hp) Tier III o IV 280 Kw (375 Hp) Tier II, III o IV	<b>Divisores de Cosecha y Rodillos Tumbadores</b> Ajuste manual de la inclinación Opciones: Ajuste hidráulico de la inclinación Sierras laterales Divisores de cosecha flotantes Cuchillas para corte de enredaderas en los divisores	<b>Extractor Secundario</b> Capuchón plástico de polietileno de 90 cm (3 pies) Alabico de 3 aspas Opción: Sin extractor secundario
<b>Transmisión</b> Dos bombas hidráulicas proporcionan velocidad variable: Con Ruedas: 0 to 24.6 km/h (15.3 mph)* Con Orugas: 0 to 9.0 km/h (5.6 mph)* *La velocidad máxima está en función de la opción de llantas y/o sistema hidráulico	<b>Cortador de Base</b> Discos circulares de 61 cm (24 in) Láminas de desgaste atomizadas en las columnas del cortador de base Opciones: Discos de 56 cm (22 in) Cortador de base con copador de suelo Cortador de base con columnas rompibles	<b>Confort y Seguridad</b> Cabina presurizada con calefacción y aire acondicionado Cabina abatible hacia delante Asiento del operador con suspensión neumática y giro Asiento de aprendiz Espejos retrovisores ajustables Velocímetro Limpia parabrisas frontal y lavado Limpiaparabrisas laterales Extinguidores de incendios (químico y agua) Plataformas con piso rugoso en áreas de servicio Alarma de retorcero Luz de trabajo en el compartimento del motor Luces de dirección y precaución 12 luces de trabajo (incluyendo los faros delanteros) Terminales remotos para hacer puente de arranque Radio AM / FM con toma auxiliar Refrigerador Cumple con todas las normas pertinentes
<b>Capacidad de los Tanques</b> Combustible: 605 L (160 gal) Aceite Hidráulico: 405 L (106 gal)	<b>Rodillo Pateador</b> Pateador tipo cerrado de 3 aletas Opciones: Pateador abierto de tres aletas Pateador abierto de cuatro barras	<b>Otras Opciones</b> Luces auxiliares LED Luces de aviso Juegos de herramientas
<b>Ruedas</b> Delanteras 14x17.5 - clasificación 10 lonas Traseras 23.5x25 - clasificación de 20 lonas, Industrial con perfil agrícola Opción: Delanteras: Firestone 14-17.5 (14-Ply) con Traseras: Michelin 23.5 x 25 Industrial	<b>Rodillos Alimentadores</b> Cinco rodillos fijos debajo del colchón de caña Cinco rodillos flotantes sobre el colchón de caña	
<b>Orugas</b> Cadena sellada Zapatas rectas de 457.2 mm (18 in) Opciones: Cadena sellada y lubricada Zapatas de 41 cm (16 in) y 51 cm (20 in) Zapatas dobladas	<b>Tozador</b> Trozador diferencial con 8 cuchillas Cuchillas de 95 mm Opciones: Trozador diferencial de 6 cuchillas Trozador diferencial de traslape de 8 o 10 cuchillas	
<b>Despuntador</b> Despuntador estándar con tambores recolectores Altura máxima: 5.2 m (17ft) Opciones: Despuntador triturador Extensiones para el despuntador estándar Despuntador estándar extra ancho	<b>Extractor Primario</b> Capuchón plástico de polietileno de 152 cm (5 pies) Ventilador de 4 aspas Opción: Anillo de desgaste de acero Duraliner de alta resistencia	
	<b>Elevador</b> Carga hacia ambos lados Piso perforado Deflector con control hidráulico de la posición Opciones: Extensiones del elevador	

Figura 17: Especificaciones técnicas CH570-1. Fuente: John Deere

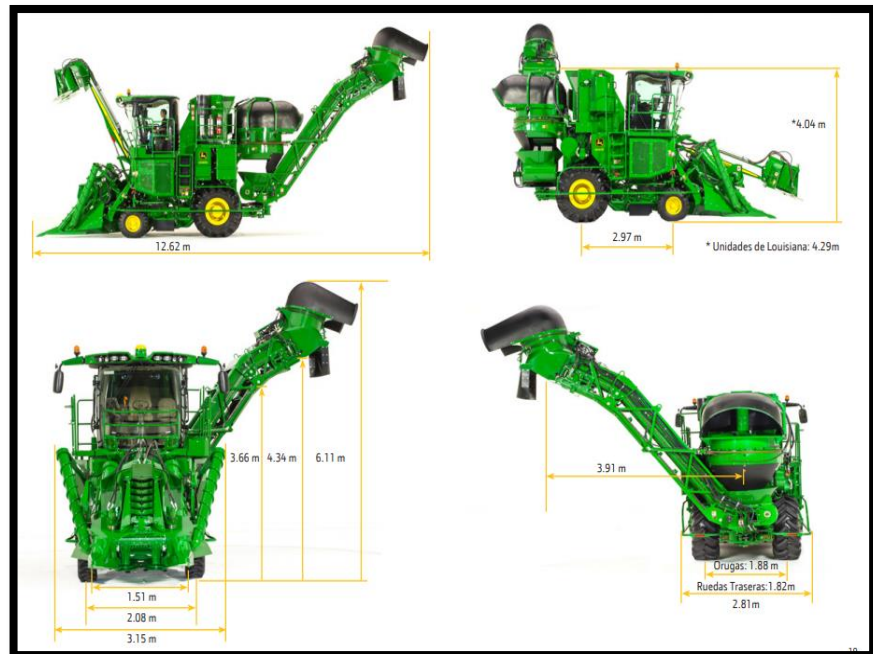


Figura 18: Especificaciones técnicas CH570-2. Fuente: John Deere

#### 1.1.1.4. Mantenimiento

##### Mantenimiento

Mantenimiento es el conjunto de actividades que hay que ejecutar para conservar en óptimas condiciones la maquinaria, equipo e instalaciones de una empresa, para que ésta opere con la mayor eficiencia, seguridad y economía. (Olaya, 2014)

##### Mantenimiento para usuario

En este tipo de mantenimiento se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operadores de máquinas. En este funcionamiento se ahorra tiempo de espera de personal de mantenimiento y un conocimiento mayor de la máquina por parte del personal que siempre está en la misma. (Vargas, 2010)

Es trabajo del departamento de Mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal de producción, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces. (Molina, 2014)

### Mantenimiento correctivo

Es aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos o enfoques:

- *Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo)*: Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la avería.
- *Mantenimiento curativo (de reparación)*: Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la avería. (Molina, 2014)

El mantenimiento correctivo no se puede eliminar en su totalidad, por lo tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentara realizar la reparación de manera definitiva, ya sea en el mismo momento o programando un paro, para que esa avería no se repita. (Malpartida, 2001)

### Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de bajar el costo del mantenimiento correctivo y todo lo que representa.

Consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina, la experiencia y los datos históricos obtenidos de las mismas.

Se desarrolla un programa de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias tales como: engrasar, cambiar cojinetes o fajas, etc. Un apropiado programa de mantenimiento preventivo posee varias funciones como por ejemplo (Manjón, 2018):

- Aumentar la productividad
- Aumentar la seguridad e higiene en el trabajo.
- Reducir los costos de mantenimiento y operación
- Evitar el rápido deterioro de los equipos y prolongar la vida útil.
- Reparar con el mínimo tiempo y con la máxima durabilidad
- Aseguramiento de la calidad exigida.
- Reducir paros de producción, como también probabilidad de falla.

#### Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo forma parte del Mantenimiento Productivo Total (TPM) y hace referencia a la participación prioritaria y esencial que debe tener el operador sobre el correcto mantenimiento del equipo a su cargo, todo esto mediante capacitaciones y siendo parte activa en la gestión del mantenimiento realizado. (Barboza, 2006)

Este mantenimiento se divide en siete (07) pasos estratégicos: 1) Limpieza inicial, 2) Contramedidas en la fuente del problema, 3) Estándares de limpieza y lubricación, 4) Inspección general, 5) Inspección autónoma, 6) Organización y orden, finalmente 7) Implantación del mantenimiento autónomo. (Barboza, 2006)

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto de una mejora de la gestión de mantenimiento en la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar en la empresa Casa Grande S.A.A.?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de una mejora de la gestión de mantenimiento en la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar en la empresa Casa Grande S.A.A.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Realizar un diagnóstico de la situación actual de las áreas de mantenimiento y cosecha; y su impacto en la productividad de la empresa.

Diseñar la propuesta de mejora para la gestión de mantenimiento en la empresa Casa Grande S.A.A.

Definir y contrastar los indicadores de mantenimiento actuales así como los que son resultados luego de ejecutar el plan propuesto.

Realizar un análisis técnico – económico del plan propuesto.



## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

Una mejora en la gestión de mantenimiento aumentará la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar en la empresa Casa Grande S.A.A.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### 2.1.1. Según el propósito

La investigación realizada es **aplicada** porque se implementara y utilizará los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria, conocimientos de herramientas de ingeniería para la gestión eficiente de los procesos de mantenimiento.

### 2.2. Población y muestra

#### 2.2.1. Población

La maquinaria de la empresa Casa Grande S.A.A.

#### 2.2.2. Muestra

La maquinaria de la empresa Casa Grande S.A.A.

### 2.2.3. Métodos: Operacionalización de variables

**Tabla 1.**  
**Operacionalización de variables**

	VARIABLES	METODOS	TEMAS	INDICADOR	FORMULA
Independiente	Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento	Plan de mantenimiento preventivo	Establecer procedimiento para la inspección predictiva	Disminuir el tiempo de reparaciones (MTTR)	$MTTR = TTR / NF$
			Técnicas predictivas	Aumentar el % de efectividad del mantenimiento	$OEE = Disp \times Rend \times Calidad$
			Cronograma de capacitación	Mecánicos con formación adecuada	Horas de capacitación dictada / Número de personas
Dependiente	Disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar	Gestión de mantenimiento	Indicadores de mantenimiento	Confiabilidad	$MTBF / (MTBF + MTTR)$
				Disponibilidad	$MTTF / (MTTF + MTTR)$
	Evaluación económica de la propuesta	Gestión de producción	Productividad	Productividad	Recursos obtenidos / Recursos empleados
			Análisis	Utilidad	Utilidad

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.2.4. Tipo de investigación

#### Pre experimental

Diseño pre experimental con un grupo, pre prueba “antes” y post prueba “después”.

Dónde:

A2: Observación pre prueba “antes de”, es disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar sin la aplicación de la mejora.

B2: Observación post prueba “después de”, es disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar con la aplicación de la mejora.

X: Es el estímulo.

### 2.3.1. Generalidades de la empresa

Las áreas que se tendrán en cuenta para el desarrollo de esta investigación serán las de *Cosecha* y *Mantenimiento*, ambas pertenecientes a una misma Superintendencia General de Servicios Agrícolas que a su vez se encuentra subordinada a una gerencia de Servicios Agrícolas, la cual es monitoreada por la Gerencia Corporativa del Grupo Gloria y finalmente son fiscalizadas por el Gerente General de la UN Agroindustrial, John Carty Chirinos.

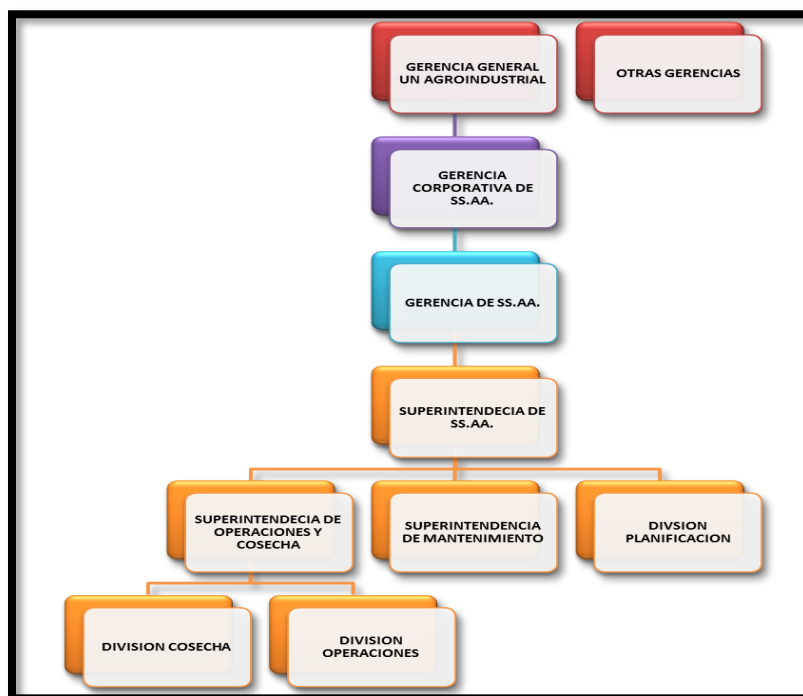


Figura 19: Organigrama de la empresa. Fuente: Elaboración propia

### Principales productos

La empresa Casa Grande S.A.A. se desarrolla en el sector agroindustrial azucarero y principalmente se dedica a la producción de **azúcar rubia y blanca** en presentaciones de paquetes con 1 kg, 2 kg o 5 kg, así como sacos de 50 kg. Por otro lado cuenta con derivados de la caña de azúcar como alcohol, melaza y bagazo; encargándose enteramente de todo el proceso productivo que esto

conlleva, es decir siembra, cosecha y procesamiento de la caña de azúcar, la cual es la principal materia prima para la elaboración de sus producto.

### **Principales competidores**

La Agroindustrial Casa Grande S.A.A. es una empresa con cimientos fuertes y bien constituida, sin embargo presenta fuertes competidores, como por ejemplo, entre las principales empresas competitivas a nivel nacional son: la Agroindustrial Paramonga, Agroindustrial Cartavio, Agroindustrial Pomalca y Agroindustrial Laredo.

### **Principales proveedores**

La empresa Casa Grande S.A.A. se encarga enteramente del proceso productivo del azúcar, desde la obtención de su materia prima (la caña de azúcar) hasta la elaboración del producto final, sin embargo también cuenta con un porcentaje de terceros o sembradores, los cuales son fundos o pequeñas asociaciones locales que venden la caña de azúcar y tienen una participación de aproximadamente el 10% de la molienda diaria.

### **Principales clientes**

En la actualidad los principales clientes de Casa Grande S.A.A en el Perú son: pequeñas empresas comercializadoras y consumidores finales, así mismo la Corporación Lindley a la cual abastece únicamente de azúcar blanca.

### 2.3.2. Organigrama de la División Cosecha

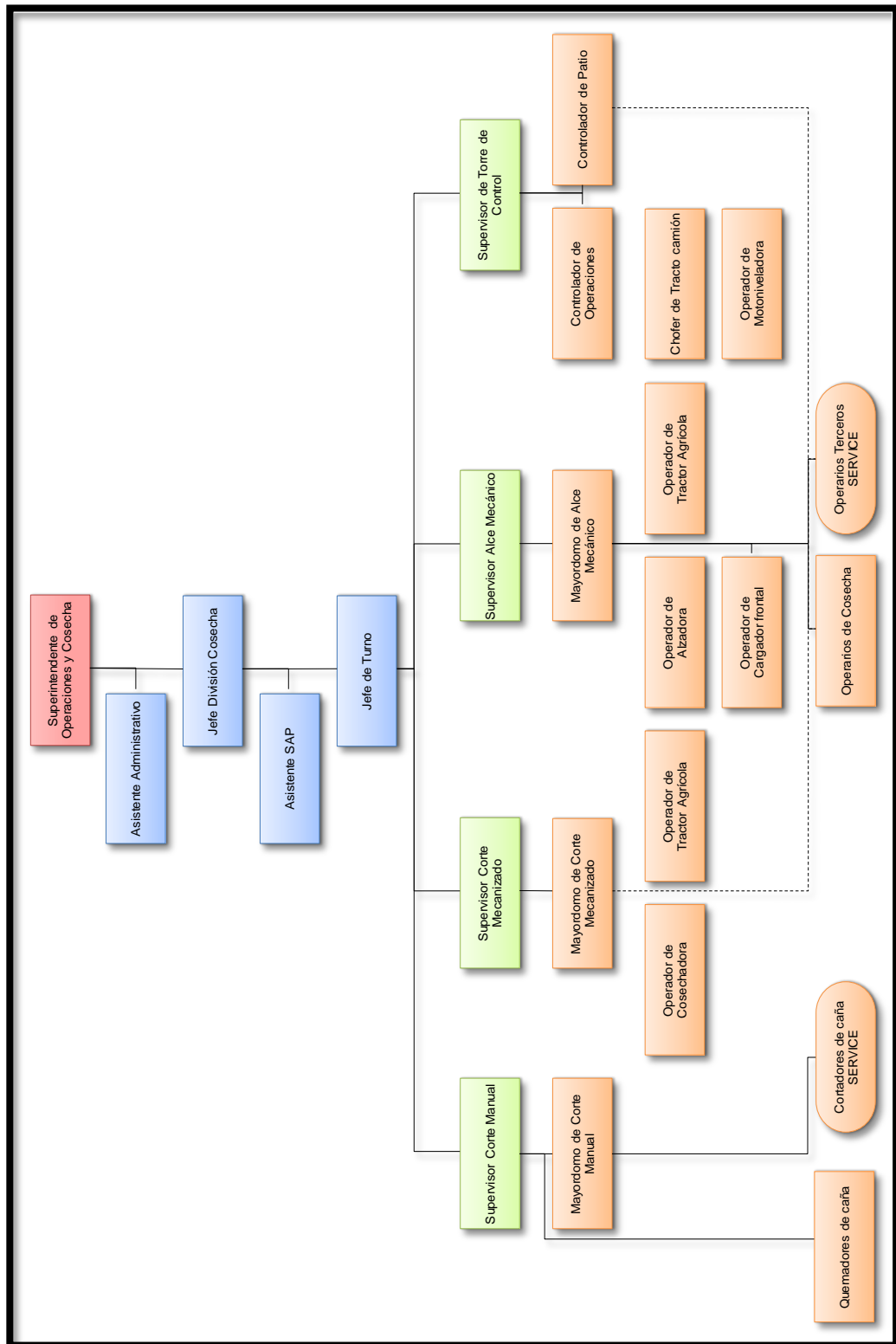


Figura 20: Organigrama del área de Cosecha. Fuente: División Cosecha

### 2.3.3. Datos históricos

Para el presente trabajo de investigación se tendrá en cuenta la información perteneciente tanto a las áreas de Cosecha como Mantenimiento de la empresa Casa Grande S.A.A., expresada en el periodo comprendido entre los meses enero 2018 hasta setiembre 2018. Esta información se detallará de la siguiente manera:

#### 2.3.3.1. Tiempos de parada por mantenimiento

Este tiempo es referido al que se emplea para solucionar alguna falla por paradas programadas o no programadas de determinada maquinaria.

**Tabla 2.**  
***Tiempo de parada por mantenimiento***

COSECHADORAS	TOP	TIEMPO DESTINADO A PARADAS TOTALES			TOTAL	ACUMULADO
		TPD	TPO	TPT		
710 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	158.38	1447.87	32.03	4913.72	4913.72	15.43%
708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	1028.37	1229.78	262.23	4031.62	4031.62	28.10%
572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	884.90	1771.13	241.50	3654.47	3654.47	39.58%
574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	481.18	2338.20	130.95	3601.67	3601.67	50.89%
576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1799.13	1287.98	467.93	2996.95	2996.95	60.30%
578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1616.57	1376.53	563.55	2995.35	2995.35	69.71%
573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1626.70	1983.47	500.48	2441.35	2441.35	77.38%
575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1888.73	2310.00	406.57	1946.70	1946.70	83.49%
571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1659.55	2565.95	444.53	1881.97	1881.97	89.40%
705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	1068.55	3315.73	332.37	1835.35	1835.35	95.17%
577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2222.08	2284.03	507.52	1538.37	1538.37	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>14434.15</b>	<b>21910.68</b>	<b>3889.67</b>	<b>31837.50</b>	<b>31837.50</b>	

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

#### 2.3.3.2. Número de paradas por mantenimiento

Hace referencia a la cantidad de veces que una maquinaria ha parado por alguna falla, ya sea de manera programada o no programada.

**Tabla 3.**  
***Número de paradas por mantenimiento***

COSECHADORAS	TOTAL	ACUMULADO
577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	569	14.25%
575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	518	27.22%
578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	468	38.94%
576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	545	52.59%
571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	442	63.66%
573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	401	73.70%
705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	352	82.52%
572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	320	90.53%
708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	155	94.42%
574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	147	98.10%
710 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	76	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>3993</b>	

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

### 2.3.3.3. Costo de mantenimiento

Es el costo que se debe cubrir para que una maquinaria que ha presentado falla sea reparada en su totalidad y pueda cumplir nuevamente con las funciones establecidas

**Tabla 4.**  
***Costo de mantenimiento***

COSECHADORAS	TOTAL (S/.)	ACUMULADO
575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	S/ 275,390.9	21.22%
577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	S/ 152,666.3	32.99%
578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	S/ 148,022.4	44.39%
576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	S/ 140,552.2	55.22%
571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	S/ 140,020.0	66.01%
573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	S/ 100,252.0	73.74%
705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	S/ 89,008.0	80.60%
572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	S/ 77,390.9	86.56%
708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	S/ 62,589.6	91.39%
574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	S/ 61,222.2	96.10%
710 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	S/ 50,566.6	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 1,297,681</b>	

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*



### 2.3.3.4. Cantidad de caña cosechada por equipo

Este indicador se encuentra establecido por ton de caña (t) y recae sobre la producción realizada durante el periodo establecido en base a cada una de las cosechadoras.

**Tabla 5.**  
*Toneladas de caña cosechadas*

COSECHADORAS	TOTAL (t)	ACUMULADO
577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	129357.72	18.51%
575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	112279.40	34.58%
571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	86492.06	46.95%
576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	76153.24	57.85%
578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	71656.44	68.10%
573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	52646.69	75.64%
708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	51209.85	82.96%
705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	46142.13	89.57%
572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	45032.98	96.01%
574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	19495.10	98.80%
710 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	8378.73	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>698844.34</b>	

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

### 2.3.3.5. Capacidad de cosecha por equipo

La capacidad hace referencia a la productividad de cada cosechadora representada en unidades de tonelada de caña cosechada por hora (t/h)

**Tabla 6.**  
*Productividad por cosechadora*

COSECHADORAS	TOTAL (t/h)
577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	53.47
575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	52.21
708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	46.10
710 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	45.74
571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	45.14
572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	44.28
578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	40.00
576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	37.91
705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	35.82
574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	34.60
573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	28.41
<b>PROMEDIO</b>	<b>42.15</b>

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

### 2.3.3.6. Consumo de combustible por equipo

Se detalla la cantidad de combustible que consume cada cosechadora, representado en litro por tonelada de caña cosechada (l/t).

**Tabla 7.**  
*Consumo de combustible*

COSECHADORAS	TOTAL (l/t)
573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1.27
574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	1.23
705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	1.12
578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1.01
576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.96
710 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	0.95
708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	0.93
572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.83
571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.79
575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.69
577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.68
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.95</b>

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

### 2.3.3.7. Antigüedad de la flota

Establece una dificultad en encontrar una determinada falla, fundamentalmente en el Sistema eléctrico, ya que a partir del año 2014 los modelos presentan mayor cantidad de controladores.

**Tabla 8.**  
*Antigüedad de la Flota*

COSECHADORAS	AÑO
571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2016.00
572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2014.00
573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2014.00
574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	2012.00
575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2014.00
576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2016.00
577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2016.00
578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2016.00
705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	2010.00
708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	2010.00
710 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	2012.00

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

## 2.3.4. Análisis de criticidad

Se realizará un análisis de criticidad con el fin de encontrar la cosechadora que se encuentre en un mayor estado crítico, es decir la que en base a todos los indicadores de criticidad que se estudien, sea la que un mayor índice obtenga. Cabe mencionar que este análisis se realizará en conocimiento a las 11 cosechadoras existentes actualmente pertenecientes a las series JD3520 y JD CH570.

### 2.3.4.1. Criterios de evaluación de criticidad

Para el análisis de criticidad se tendrán que dictaminar criterios de evaluación, estos de carácter tanto técnicos como económicos y se detallan de la siguiente manera:

#### 2.3.4.1.1. Frecuencia de fallas

Esta frecuencia se determina mediante intervalos de paradas por periodo de tiempo.

**Tabla 9.**  
*Frecuencia de fallas*

<b>FRECUENCIA</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>	<b>INDICADOR</b>
MUY ALTA	470	569	5
ALTA	371	469	4
MEDIA	271	370	3
MODERADA	172	270	2
BAJA	76	171	1

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

#### 2.3.4.1.2. Impacto operacional

Se realiza teniendo en cuenta el impacto que causa en la producción por un periodo de tiempo expresado en toneladas de caña.

**Tabla 10.**  
***Impacto Operacional***

FRECUENCIA	MIN	MAX	INDICADOR
MUY ALTA	105162	129358	5
ALTA	80965	105161	4
MEDIA	56768	80964	3
MODERADA	32572	56767	2
BAJA	8379	32571	1

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

#### 2.3.4.1.3. Flexibilidad operacional

Se enfoca en la capacidad operacional o productividad y traza intervalos que se representan en ton de caña por hora.

**Tabla 11.**  
***Flexibilidad Operacional***

FRECUENCIA	MIN	MAX	INDICADOR
MUY ALTA	48.46	53.47	5
ALTA	43.44	48.45	4
MEDIA	38.42	43.43	3
MODERADA	33.39	38.41	2
BAJA	28.41	33.38	1

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

#### 2.3.4.1.4. Detectibilidad operacional

Se establecen parámetros para indicar el nivel de complejidad para encontrar determinada falla, basándonos en la dificultad que se detallo acerca del sistema eléctrico.

**Tabla 12.**  
***Detectibilidad operacional***

FRECUENCIA	INDICADOR
DESPUES DEL 2013	4
ANTES DEL 2013	3

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

#### 2.3.4.1.5. Tiempo para reparar

Establece la frecuencia en base al tiempo que lleva reparar una falla, teniendo en cuenta el tiempo en paradas.

**Tabla 13.**  
***Tiempo para reparar***

FRECUENCIA	MIN	MAX	INDICADOR
MUY ALTA	4238.65	4913.72	5
ALTA	3563.57	4238.64	4
MEDIA	2888.49	3563.56	3
MODERADA	2213.41	2888.48	2
BAJA	1538.37	2213.40	1

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

#### 2.3.4.1.6. Impacto en el medio ambiente

Frecuencia en base a los gases tóxicos emitidos en relación al consumo de combustible.

**Tabla 14.**  
***Impacto ambiental***

FRECUENCIA	MIN	MAX	INDICADOR
MUY ALTA	1.15	1.27	5
ALTA	1.02	1.14	4
MEDIA	0.90	1.01	3
MODERADA	0.77	0.89	2
BAJA	0.68	0.76	1

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

#### 2.3.4.1.7. Impacto en la seguridad personal

Se basa en las medidas de seguridad para el personal, las cuales serán las mismas para todas las cosechadoras, "MUY PELIGROSO", por representar un peligro de muerte.

**Tabla 15.**

***Impacto en la seguridad del personal***

FRECUENCIA	INDICADOR
MUY PELIGROSO	5
PELIGROSO	4
MEDIANAMENTE PELIGRO	3
SEGURO	2
NO INVOLUCRA PELIGRO	1

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

#### 2.3.4.1.8. Facilidad para conseguir repuestos

Frecuencia en base al año de procedencia de la cosechadora.

**Tabla 16.**

***Facilidad para conseguir repuestos***

FRECUENCIA	INDICADOR
MUY COMPLICADO	5
COMPLICADO	4
MEDIANAMENTE COMPLICADO	3
MODERADA	2
FACIL	1

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

#### 2.3.4.1.9. Costo del mantenimiento

Frecuencia que detalla el costo de mantenimiento durante un periodo.

**Tabla 17.**  
**Costo del mantenimiento**

FRECUENCIA	MIN	MAX	INDICADOR
MUY ALTA	S/ 230,426.0	S/ 275,390.9	5
ALTA	S/ 185,461.1	S/ 230,425.9	4
MEDIA	S/ 140,496.1	S/ 185,461.0	3
MODERADA	S/ 95,531.2	S/ 140,496.0	2
BAJA	S/ 50,566.6	S/ 95,531.1	1

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

### 2.3.4.2. Matriz de criticidad

Esta herramienta nos permitirá conocer la situación actual de las cosechadoras en base a la data histórica y frecuencias obtenidas previamente. Se tendrán en cuenta las siguientes formulas y datos:

CRITICIDAD: Frecuencia de fallas x consecuencia

CONSECUENCIA: (Impacto operacional x Flexibilidad operacional) + defectibilidad + tiempo para reparar + impacto en el medio ambiente + impacto en la seguridad del personal + facilidad para conseguir repuestos + costos del mantenimiento

PESOS PONDERADOS:

Frecuencia de fallas:	5	Impacto en el M.A.:	3
Impacto operacional:	2	Impacto en la Seg. Per.:	5
Flexibilidad operacional :	4	Facilidad conseguir rep.:	1
Defectibilidad:	4	Costos del Mtto.:	1
Tiempo para reparar:	1		

Obteniendo de esta manera los siguientes resultados:

CRITICIDAD MÁXIMA: 6875

FRECUENCIA MÁXIMA: 25

CONSECUENCIA MÁXIMA: 275

Con lo cual se puede estructurar finalmente la matriz de criticidad:

MATRIZ DE CRITICIDAD									
FRECUENCIA DE FALLAS	25	1000	2000	3000	4000	5000	5750	6250	6875
	20	800	1600	2400	3200	4000	4600	5000	5500
	15	600	1200	1800	2400	3000	3450	3750	4125
	10	400	800	1200	1600	2000	2300	2500	2750
	5	200	400	600	800	1000	1150	1250	1375
	40	80	120	160	200	230	250	275	
CONSECUENCIA									
4600 ≤ <b>CRITICIDAD</b> ≤ 6875 <span style="float: right; background-color: red; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>									
1250 ≤ <b>CRITICIDAD</b> < 4600 <span style="float: right; background-color: yellow; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>									
200 ≤ <b>CRITICIDAD</b> < 1250 <span style="float: right; background-color: green; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>									

Figura 21: Matriz de criticidad. Fuente: Elaboración propia

Mediante la elaboración de esta matriz podremos realizar un correcto análisis de criticidad con respecto a las 11 cosechadoras John Deere, tal y como se muestra en la siguiente tabla, así mismo se aprecia que las cosechadoras más críticas son las JD CH 575 y JD CH 577, teniendo un valor mayor la primera, a la cual se le realizará un análisis de modo y efecto de falla (AMEF).



FLOTA DE COSECHADORAS		CRITERIOS DE EVALUACION																										
		COSECHADORA JD CH570 571	COSECHADORA JD CH570 572	COSECHADORA JD CH570 573	COSECHADORA JD 3520 574	COSECHADORA JD CH570 575	COSECHADORA JD CH570 576	COSECHADORA JD CH570 577	COSECHADORA JD CH570 578	COSECHADORA JD 3520 705	COSECHADORA JD 3520 708	COSECHADORA JD 3520 710																
Nº	CRITERIOS DE EVALUACION	g	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp	p	gp						
1	Frecuencia de Fallas	5	4	20	3	15	4	20	1	5	5	25	4	20	5	5	25	5	25	5	25	3	15	1	5	1	5	
2	Impacto Operacional	2	4	8	2	4	2	4	1	2	5	10	3	6	5	5	10	3	6	2	4	2	4	2	4	1	2	
3	Flexibilidad Operacional	4	4	16	4	16	1	4	2	8	5	20	2	8	5	5	20	3	12	2	8	4	16	4	16	4	16	
4	Detectabilidad	4	4	16	4	16	4	16	3	12	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	3	12	3	12	3	12	3	12
5	Tiempo para Reparar	1	2	2	4	4	2	2	5	5	1	1	2	2	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	5	5
6	Impacto en el MA	3	1	3	2	6	5	15	5	15	1	3	3	9	1	3	3	9	4	12	3	9	4	12	3	9	3	9
7	Impacto en la Seg. Del Personal	5	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25
8	Facilidad para conseguir repuestos	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	Costo del Mmto	1	2	2	1	1	2	2	1	1	5	5	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CONSECUENCIA		177	117	77	77	77	251	104	249	128	88	117	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
CRITICIDAD		3540	1755	1540	385	6275	2080	6225	3200	1320	585	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435

Figura 22: Criterios de evaluación. Fuente: Elaboración propia

## 2.3.5. Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)

### 2.3.5.1. Descripción de criterios

ÍNDICE DE GRAVEDAD: Este índice está relacionado directamente con el tiempo que toma reparar una falla, esto es desde que el aviso es generado hasta el momento que el aviso es cerrado, es decir que la cosechadora es dada como operativa por el área de mantenimiento.

**Tabla 18.**

*Índice de gravedad*

DESCRIPCIÓN (Tiempo de reparación)	PUNTAJE
0 - 2 horas por falla	1
2 - 4 horas por falla	2
4 - 6 horas por falla	3
6 - 8 horas por falla	4
8 - 10 horas por falla	5
10 - 12 horas por falla	6
12 - 14 horas por falla	7
14 - 16 horas por falla	8
16 - 18 horas por falla	9
18 - 24 horas por falla	10

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

ÍNDICE DE OCURRENCIA: Indica la posibilidad que tiene una cosechadora de fallar por un determinado periodo

**Tabla 19.**

*Índice de ocurrencia*

DESCRIPCIÓN (Tiempo de reparación)	PUNTAJE
1 - 2 Fallas por periodo	1
3 - 4 Fallas por periodo	2
5 - 6 Fallas por periodo	3
7 - 8 Fallas por periodo	4
9 - 10 Fallas por periodo	5
11 - 12 Fallas por periodo	6
13 - 14 Fallas por periodo	7
14 - 16 Fallas por periodo	8
17 - 18 Fallas por periodo	9
19 - a mas Fallas por periodo	10

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

**ÍNDICE DE DETECCIÓN:** Este índice está ligado al momento previo de generarse el aviso, es decir el tiempo que conlleva averiguar la causa de la falla.

**Tabla 20.**  
**Índice de detección**

DESCRIPCIÓN (Tiempo de reparación)	PUNTAJE
0 - 2 horas por falla	1
2 - 4 horas por falla	2
4 - 6 horas por falla	3
6 - 8 horas por falla	4
8 - 10 horas por falla	5
10 - 12 horas por falla	6
12 - 14 horas por falla	7
14 - 16 horas por falla	8
16 - 18 horas por falla	9
18 - 24 horas por falla	10

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

**AMEF:** Finalmente se obtiene el Análisis de Modo y Efecto de Falla de la cosechadora JD CH 575.

SISTEMA	COMPONENTE	MODO DE FALLA	G	O	D	NPR
COSECHA	Aspas del Extractor Primario	Desgaste	4	2	1	8
COSECHA	Aspas del Extractor Secundario	Desgaste	1	1	1	1
COSECHA	Caja Cortador Base	Atascado	1	1	1	1
COSECHA	Caja trozadora	Golpeteo	1	2	1	2
		Plancha rota	2	2	1	4
COSECHA	Calzas cortador base	Desgaste	2	6	1	12
COSECHA	Cuchillas cortador base	Desgaste	1	10	1	10
COSECHA	Cuchilla machete lateral	Desgaste	1	10	1	10
COSECHA	Cuchilla tambor despuntador	Desgaste	3	1	1	3
COSECHA	Cuchilla trozadora	Desgaste	1	10	1	10
COSECHA	Despuntador	No funciona	1	1	1	1
COSECHA	Disco cortador base	Rajado	1	3	1	3
COSECHA	Extractor Primario	Vibracion	2	4	1	8
COSECHA	Extractor Primario	No activa	1	1	1	1
COSECHA	Guardas Cortador base	Desgaste	3	2	1	6
COSECHA	Rodillo Alimentador	Atascado	1	5	1	5
COSECHA	Rodillo Pateador	Atascado	1	2	1	2
COSECHA	Sistema de Flotacion cortador base	No activa	2	8	1	16

*Figura 23: Analisis de modo y efecto de falla 1. Fuente: Elaboración propia*

COSECHA	Sistema de Flotacion divisores	No activa	1	8	1	8
COSECHA	Tapas de pistones de giro	Desgaste	2	2	1	4
COSECHA	Torretas Cortador Base	Flojas	2	2	1	4
COSECHA	Valvula de retencion	Desgaste	9	1	1	9
DIRECCION	Terminal	Rajado	10	1	2	20
DIRECCION	Trapecio	Roto	3	1	1	3
ELECTRICO	Alarma de retroceso	No funciona	1	1	1	1
ELECTRICO	Sensor cortador de base	Marca codigo	1	5	1	5
ELECTRICO	Cable filtro de aire	Roto	1	1	1	1
ELECTRICO	Arrancador	No funciona	2	2	1	4
ELECTRICO	Claxon	No funciona	1	1	1	1
ELECTRICO	Unidad de cabina	Marca codigo	1	1	1	1
ELECTRICO	Luces de retroceso	No funciona	1	3	1	3
ELECTRICO	Luces de trabajo	No funciona	1	3	1	3
ELECTRICO	Luces del elevador	No funciona	1	2	1	2
ELECTRICO	Alternador	Marca codigo	1	1	1	1
ELECTRICO	Tablero	No funciona	1	1	1	1
ESTRUCTURA	Capuchon del Extractor Primario	Rajado	3	3	1	9
ESTRUCTURA	Capuchon del Extractor Secundario	Rajado	2	2	1	4
ESTRUCTURA	Puntas guiadoras	Roto	1	2	1	2
ESTRUCTURA	Divisor	Rajado	5	3	1	15
ESTRUCTURA	Elevador	Cadena floja	1	10	1	10
		Rajado	4	4	1	16
		Paletas desgastadas	1	5	1	5
ESTRUCTURA	Acumuladores	Desgaste	1	2	1	2
ESTRUCTURA	Chapa de puerta	No funciona	4	1	1	4
ESTRUCTURA	Consola de portabrazo	Rajado	3	3	1	9
ESTRUCTURA	Sistema contra incendios	No activa	3	2	1	6
ESTRUCTURA	Plataforma machete laterales	Rajado	1	2	1	2
ESTRUCTURA	Manguera piston de levante	Rota	2	1	1	2
ESTRUCTURA	Manguera de rodillo pateador	Rota	6	1	1	6
ESTRUCTURA	Pernos caja Cortador base	Rota	1	3	1	3
ESTRUCTURA	Protector de Caja Trozadora	Rajado	1	2	1	2
HIDRAULICO	Aceite Hidraulico	Consumo	1	6	1	6
HIDRAULICO	Aceite Motor	Consumo	1	4	1	4
HIDRAULICO	Compartimiento de Bombas	Fuga	2	2	1	4
HIDRAULICO	Manguera de suspension	Fuga	3	3	1	9
HIDRAULICO	Rodillo Tumbador	Fuga	1	2	1	2
HIDRAULICO	Caja trozadora	Fuga	1	3	1	3
HIDRAULICO	Caja Cortador Base	Fuga	1	1	1	1
HIDRAULICO	Conjunto de valvulas	Fuga	4	2	1	8
HIDRAULICO	Control de velocidades	Fuga	1	2	1	2
HIDRAULICO	Machetes laterales	Fuga	1	1	1	1
HIDRAULICO	Manguera de transmicion	Fuga	1	2	1	2
HIDRAULICO	Manguera de direccion	Fuga	1	1	1	1
HIDRAULICO	Turbo	Fuga	1	1	1	1
HIDRAULICO	Rodillo Alimentador	Fuga	3	2	1	6
HIDRAULICO	Rodillo Pateador	Fuga	1	1	1	1
HIDRAULICO	Manguera del Elevador	Fuga	3	3	1	9
HIDRAULICO	Punto de engrase	Desgaste	1	1	1	1
MOTOR	Motor	Recalentamiento	2	6	1	12
MOTOR	Tubo de escape	Emision de humo blanco	2	3	1	6
MOTOR	Motor	Sonido extraño	1	3	1	3
MOTOR	Fitro	Sucio	1	2	1	2
MOTOR	Motor	Bajas revoluciones	1	2	1	2
RODAMIENTO	Llanta	Desinflada	2	5	1	10
RODAMIENTO	Aro	Rajado	1	1	1	1
RODAMIENTO	Rodajes de Bocamasa	Desgaste	3	1	1	3

Figura 24: Analisis de Modo y Efecto de Falla 2. Fuente: Elaboración propia

### 2.3.6. Análisis de datos de vida de los modos de falla críticos

Luego de realizar el AMEF a la cosechadora más crítica (JD CH 575), se pueden apreciar cuales son los avisos generados con mayor frecuencia y criticidad, es así que se atiende el Numero Prioritario de Riesgo mayor en seis (06) componentes, siendo estos:

**Tabla 21.**  
*Análisis de AMEF*

COMPONENTE	MODO DE FALLA	NPR
Calzas cortador de base	Desgaste	12
Sistema de flotacion cortador base	No activa	16
Terminal	Rajado	20
Divisor	Rajado	15
Elevador	Rajado	16
Motor	Recalentamiento	12

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

Después mediante la información brindada por el área de mantenimiento obtenemos la descripción de cada una de las paradas por falla en relación a los componentes con mayor NRP.

CALZAS CORTADOR DE BASE							MAQUINARIA	MTTF
FECHA	H INICIO	H FIN	SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE FALLA				
19/01/2018	09:38:10	10:38:10	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		72.40	
15/04/2018	11:30:00	12:20:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		2064.08	
21/04/2018	17:22:34	18:30:54	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		144.24	
19/05/2018	07:59:17	08:40:17	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		671.61	
13/08/2018	15:30:00	17:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		2064.31	
09/09/2018	07:47:44	08:01:44	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		647.68	
16/09/2018	17:30:00	19:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		168.40	
21/08/2018	20:00:00	21:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		4152.13	
16/09/2018	04:00:00	05:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		623.33	
16/09/2018	11:13:20	11:43:20	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		0.30	
18/09/2018	20:30:00	21:30:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		48.39	
22/09/2018	07:18:14	00:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		95.45	
19/04/2018	15:20:00	17:20:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		24.27	
20/07/2018	14:39:52	16:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		2207.97	
27/07/2018	18:40:00	19:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		168.17	
04/08/2018	05:00:00	05:45:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		191.43	
06/08/2018	07:00:00	07:30:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		48.08	
08/08/2018	09:15:00	10:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		48.09	
17/08/2018	01:23:40	01:32:20	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		215.67	
01/09/2018	07:35:41	07:50:40	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		360.26	
09/01/2018	09:11:25	09:51:55	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520		71.76	
23/04/2018	00:35:40	00:59:40	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		2423.44	
23/04/2018	06:13:58	06:35:58	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		0.23	
12/05/2018	14:36:08	15:10:38	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		456.35	
03/08/2018	15:36:26	19:30:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		1992.04	
03/08/2018	18:18:48	22:35:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		0.11	
25/08/2018	21:25:46	21:47:16	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		528.13	
03/09/2018	22:30:00	02:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		216.04	
10/09/2018	03:30:00	03:49:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		167.21	
13/09/2018	14:30:00	15:30:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		72.46	
16/09/2018	04:30:02	05:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		71.58	
06/04/2018	10:21:56	10:35:54	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		1703.95	
22/04/2018	09:47:16	09:59:16	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		383.98	
16/05/2018	18:06:21	18:36:35	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		576.35	
31/07/2018	08:32:21	08:45:25	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		1823.60	
23/08/2018	10:05:55	10:27:12	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		552.06	
16/09/2018	22:00:00	22:30:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570		576.50	

Figura 25: Datos calzas cortador base 1. Fuente: Elaboración propia

23/01/2018	18:18:10	18:45:41	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	192.41
29/01/2018	10:58:54	00:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	143.69
08/04/2018	17:46:48	19:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1656.28
15/08/2018	07:15:02	08:30:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	3095.56
24/08/2018	00:54:17	02:30:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	215.74
25/08/2018	20:00:00	22:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.80
26/08/2018	02:17:50	02:29:11	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.26
27/08/2018	18:40:51	18:58:08	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.68
28/08/2018	14:00:00	22:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.80
06/09/2018	11:15:00	12:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	215.89
12/09/2018	21:10:00	21:40:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	144.41
16/09/2018	15:04:23	15:49:48	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	95.75
16/09/2018	18:30:00	21:00:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.14
12/04/2018	11:30:00	12:30:00	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2111.86
11/08/2018	09:11:40	11:14:40	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2903.90
11/09/2018	09:16:25	10:12:22	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	744.00
27/07/2018	17:32:46	17:58:12	COSECHA	CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	2256.58

Figura 26: Datos calzas cortador base 2. Fuente: Elaboración propia

SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE						
FECHA	H INICIO	H FIN	SISTEMA	DESCRIPCION DE FALLA	MAQUINARIA	MTTF
03/05/2018	10:38:56	11:58:54	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2639.96
13/01/2018	11:53:25	14:00:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	144.07
06/02/2018	12:42:19	13:34:26	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	576.03
18/07/2018	09:00:00	10:00:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	3887.85
04/04/2018	00:30:13	01:40:13	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	191.77
09/01/2018	16:45:00	19:15:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	120.14
30/03/2018	11:20:00	12:20:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1919.77
30/03/2018	19:40:42	20:21:02	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.35
26/04/2018	05:30:00	07:40:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	647.41
28/07/2018	07:42:54	08:30:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2232.09
28/07/2018	14:00:00	18:00:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.26
29/07/2018	16:20:12	17:45:59	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.10
30/07/2018	11:00:15	22:00:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.78
31/07/2018	16:53:28	19:00:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.25
17/08/2018	08:35:13	09:57:14	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	407.65
21/08/2018	10:36:56	11:37:01	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	96.08
27/08/2018	10:24:21	11:59:12	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	143.99
17/09/2018	15:09:15	15:59:25	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	504.20
22/09/2018	07:34:30	00:00:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	119.68
16/09/2018	07:20:00	07:30:00	COSECHA	SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.00

Figura 27: Datos Sistema flotación cortador base 1. Fuente: Elaboración propia



TERMINAL						
FECHA	H INICIO	H FIN	SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE FALLA	MAQUINARIA	
13/08/2018	10:06:15	18:30:00	DIRECCION	TERMINAL DE DIRECCION RAJADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	
16/01/2018	18:41:01	00:00:00	DIRECCION	TERMINAL DE DIRECCION RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	
09/05/2018	18:45:00	19:30:00	DIRECCION	TERMINAL DE DIRECCION RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	
20/01/2018	14:06:51	14:46:21	DIRECCION	TERMINAL DE DIRECCION RAJADO	710 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	

Figura 28: Datos Terminal. Fuente: Elaboración propia

DIVISOR						
FECHA	H INICIO	H FIN	SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE FALLA	MAQUINARIA	MTTF
02/05/2018	22:03:20	22:48:11	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	144.40
10/05/2018	08:42:08	09:59:08	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.63
22/09/2018	07:19:42	00:00:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	3239.94
22/09/2018	07:31:37	00:00:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	0.00
03/04/2018	15:00:05	17:00:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	168.63
10/05/2018	15:34:44	16:25:34	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	888.02
29/07/2018	20:58:00	02:40:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1920.22
17/09/2018	23:45:45	01:00:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1200.12
20/09/2018	06:00:00	06:20:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1223.68
27/04/2018	14:02:10	14:48:20	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	912.33
12/05/2018	04:45:33	05:15:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	359.61
13/05/2018	21:55:10	02:00:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.72
22/09/2018	07:43:42	00:00:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	3167.41
21/01/2018	13:00:00	15:00:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	167.90
24/01/2018	02:44:38	03:30:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	71.57
30/01/2018	00:00:00	01:01:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	143.89
25/08/2018	22:48:51	23:59:51	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	0.07
17/09/2018	08:55:32	18:00:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	551.42
19/09/2018	06:30:00	07:00:00	ESTRUCTURA	DIVISOR RAJADO	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	47.90

Figura 29: Datos Divisor. Fuente: Elaboración propia

FECHA	ELEVADOR				MAQUINARIA	MTTF
	H INICIO	H FIN	SISTEMA	DESCRIPCION DE FALLA		
02/05/2018	12:15:00	13:20:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	120.06
07/05/2018	12:37:07	13:17:57	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	120.02
19/05/2018	07:57:41	08:59:44	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	287.81
04/08/2018	15:00:00	18:40:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1848.29
15/08/2018	16:00:00	17:30:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	264.04
04/09/2018	13:40:00	14:10:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	479.90
08/09/2018	09:20:00	10:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	95.82
19/09/2018	10:20:08	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	264.04
19/09/2018	10:23:15	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.00
22/09/2018	07:12:00	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	71.87
22/09/2018	07:14:24	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.00
07/01/2018	10:02:39	10:59:59	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	119.52
07/01/2018	10:03:20	11:23:50	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.00
12/01/2018	09:02:38	10:42:38	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	119.96
17/01/2018	20:46:08	21:32:08	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	120.49
18/01/2018	22:21:14	23:51:14	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.07
23/01/2018	21:40:32	22:30:32	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	119.97
27/02/2018	22:30:00	24:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	840.03
28/02/2018	09:00:00	09:45:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.44
05/03/2018	20:30:00	01:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	120.48
18/08/2018	12:21:54	13:35:04	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.47
19/08/2018	09:00:00	10:30:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.86
30/08/2018	03:02:07	03:59:17	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	263.75
13/09/2018	17:46:27	18:57:07	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	336.61
22/09/2018	07:20:46	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	215.57

Figura 30: Datos Elevador 1. Fuente: Elaboración propia

13/01/2018	08:11:39	14:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	168.22
10/05/2018	15:38:18	16:45:02	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2808.31
07/08/2018	19:19:03	10:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2136.15
25/08/2018	21:30:00	00:45:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	432.09
06/09/2018	17:20:00	17:40:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	287.83
16/09/2018	16:00:00	17:20:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	239.94
22/09/2018	07:37:14	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	143.65
23/04/2018	03:21:45	11:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2039.58
13/08/2018	01:20:00	02:20:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2687.92
25/08/2018	09:00:00	11:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	48.32
25/08/2018	15:40:00	16:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	240.28
22/09/2018	07:43:17	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	671.67
16/01/2018	14:00:00	15:40:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	215.68
17/01/2018	20:25:51	21:47:51	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.27
17/01/2018	22:30:00	23:30:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.09
19/01/2018	10:06:23	11:39:15	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	47.48
24/01/2018	01:28:00	03:15:02	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	119.64
26/01/2018	19:06:38	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	48.74
29/01/2018	11:08:05	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	71.67
01/08/2018	07:29:37	10:30:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	4415.85
06/08/2018	08:00:00	13:30:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	120.02
19/09/2018	08:15:35	09:58:15	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1056.01
22/09/2018	07:56:44	00:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	71.99
18/04/2018	08:15:52	10:02:52	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.56
18/04/2018	09:00:00	11:40:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.03
19/04/2018	08:30:01	09:54:25	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.98
03/08/2018	13:30:00	15:30:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2544.21
13/08/2018	11:00:00	12:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	239.90
14/09/2018	08:00:00	10:00:00	ESTRUCTURA	EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	767.88

Figura 31: Datos Elevador 2. Fuente: Elaboración propia

MOTOR						
FECHA	H INICIO	H FIN	SISTEMA	DESCRIPCIÓN DE FALLA	MAQUINARIA	MTTF
25/04/2018	18:14:44	19:29:42	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	571 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	959.93
17/01/2018	07:30:00	07:50:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	263.65
01/03/2018	22:00:00	22:45:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1032.60
15/09/2018	11:07:46	11:48:46	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	572 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	4751.55
05/03/2018	12:30:00	13:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	480.31
20/04/2018	16:00:00	17:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1104.15
20/04/2018	16:27:16	17:58:16	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.02
28/08/2018	18:00:00	18:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	3120.06
10/09/2018	08:40:24	09:53:15	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	573 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	311.61
04/01/2018	17:15:00	18:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	574 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	0.06
05/01/2018	06:50:00	07:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.57
10/01/2018	14:40:00	15:10:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	120.33
23/03/2018	20:29:43	20:50:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1728.24
03/04/2018	15:01:43	16:13:12	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	263.77
06/04/2018	15:13:32	16:35:02	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.01
04/04/2018	11:00:00	12:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	47.82
07/04/2018	11:30:46	13:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	24.02
14/04/2018	21:38:27	00:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	168.42
30/04/2018	07:41:51	08:58:51	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	383.42
06/05/2018	05:40:00	06:50:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	143.92
22/08/2018	06:19:31	06:55:25	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2592.03
10/01/2018	09:35:00	10:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.80
18/01/2018	22:00:00	22:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	192.52
22/01/2018	14:44:17	15:59:01	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	95.70
22/01/2018	18:40:02	19:34:32	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.16
22/01/2018	19:43:57	23:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.04
22/01/2018	23:42:26	23:59:02	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	0.17
06/05/2018	04:25:00	04:40:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2495.20
10/05/2018	15:39:37	16:45:02	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	96.47
13/05/2018	04:00:00	07:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	71.51
19/05/2018	08:33:55	08:58:55	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	144.19
21/05/2018	22:56:50	23:56:50	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	576 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	48.60

Figura 32: Datos Recalentamiento de motor 1. Fuente: Elaboración propia

24/07/2018	20:30:00	21:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2760.09
17/09/2018	04:30:00	05:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	577 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	1319.33
09/04/2018	03:00:00	05:10:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	311.74
09/08/2018	23:00:00	02:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	2928.83
10/08/2018	09:30:00	10:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	23.44
12/09/2018	08:00:00	08:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	791.94
15/09/2018	11:01:07	12:01:07	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	578 COSECHADORA JOHN DEERE CH570	72.13
10/01/2018	19:08:21	19:59:21	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	0.31
13/01/2018	08:30:00	09:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	71.56
13/01/2018	10:50:32	11:26:32	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	0.10
13/01/2018	16:21:34	17:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	0.23
29/03/2018	22:00:05	23:00:05	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	1800.24
07/04/2018	14:00:00	15:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	215.67
09/04/2018	09:37:22	10:49:22	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	47.82
09/04/2018	12:00:00	13:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	0.10
29/04/2018	08:00:00	08:40:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	479.83
06/05/2018	20:00:00	20:20:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	168.50
16/05/2018	07:08:26	00:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	239.46
13/08/2018	07:09:39	07:47:39	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	2136.00
23/08/2018	01:00:00	01:30:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	239.74
05/10/2018	10:24:19	00:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	705 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	1032.39
14/07/2018	06:53:29	07:48:29	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	2184.12
08/08/2018	13:45:00	15:00:00	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	600.29
15/08/2018	11:35:50	11:58:50	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	708 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	167.91
24/01/2018	10:09:35	10:49:35	MOTOR	RECALENTAMIENTO DE MOTOR	710 COSECHADORA JOHN DEERE 3520	432.38

Figura 33: Datos Recalentamiento de motor 2. Fuente: Elaboración propia

### 2.3.7. Mantenimiento autónomo

En lo que respecta a la empresa Casa Grande S.A.A. haciendo referencia al mantenimiento autónomo, podría decirse que en la actualidad se encuentra encaminada, es decir indirectamente realizan parte de lo que se denominaría mantenimiento autónomo ya que se encuentran en un proceso de involucramiento del operador en lo que respecta al cuidado y mantenimiento de la maquinaria. En este punto unificaremos lo desarrollado por la empresa y complementaremos con cada paso establecido por el mantenimiento autónomo.

A continuación se detalla paso por paso el desarrollo del mantenimiento autónomo como herramienta para mejorar la gestión del área de Mantenimiento en la empresa Casa Grande S.A.A.:

- 1) Limpieza Inicial:** En este primer paso se fomenta y capacita a los operadores acerca de la importancia que tiene la limpieza de sus respectivas maquinas a cargo y que la falta de una buena limpieza conlleva a distintos tipos de ocurrencia y a su vez ocasionan paradas de maquinaria por falla. Así mismo una correcta limpieza inicial y realizada de manera minuciosa conlleva a que se inspeccione a profundidad el equipo y así se puedan prever fallas futuras, sobre todo disminuyendo la frecuencia de las mismas. Estas capacitaciones estarán a cargo de SKF, empresa encargada de ver el tema exclusivamente de lubricación y con la que Casa Grande S.A.A. tiene un convenio sobre capacitaciones para los operadores.

**2) Contramedidas en la fuente del problema:** En este punto el operador adquiere un rol más participativo y protagónico ya que el mismo luego del primer paso, podrá ser capaz de proponer procedimientos y de brindar observaciones con el fin de estandarizar las labores de inspección, limpieza y lubricación. Los operadores señalan puntos claves como:

- Falta de tiempo para labores de limpieza.
- Poco apoyo por parte del área respecto a implementos de limpieza.
- Limpieza en machetes laterales para evitar atoramientos.
- Limpieza en discos cortador base para evitar atoramientos.
- Limpieza en rodillo tumbador para evitar atoramientos.
- Limpieza en extractor primario para evitar acumulación de materia extraña.
- Limpieza en techo de cabina por acumulación de polvo.
- Cuidado y mantenimiento al aire acondicionado.
- Mayores capacitaciones sobre mantenimiento de cosechadoras.
- Programa de lavado de maquinaria.

**3) Estándares de limpieza y lubricación:** En base a lo descrito en el paso anterior, procedemos a unificar la información obtenida por los operadores en conjunto con el área administrativa y con el apoyo de Ipesa, pasaremos a desarrollar estándares respecto a limpieza y lubricación de equipos. Cabe mencionar que la empresa con ayuda de SKF ya posee un estándar en lo que es lubricación de Cosechadoras John Deere.



Después de lo señalado por los operadores concluimos en un primero instructivo con el fin de estandarizar las labores de limpieza:

<b>INSTRUCTIVO DE LIMPIEZA</b>			
<b>MATERIALES NECESARIOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>
	CISTERNA CON AGUA (8000 L)	UND	1
	TRAPOS DE TELA	UND	5
	ESCOBILLA	UND	1
	CERA LÍQUIDA	LITRO	1
	RASTRILLO DE METAL	UND	1
	BOTAS DE JEBE	PAR	1
	GUANTES DE JEBE	PAR	1
	<b>PASOS A SEGUIR:</b>		
<b>N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>		
1	Trasladar la Cisterna al lado del furgon de los mecanicos en campo.		
2	Trasladar la Cosechadora a lavar al lado del furgon de los mecanicos.		
3	Sopletear techo de cabina para retirar cumulo de polvo y suciedad.		
4	Retirar con ayuda del Rastrillo la suciedad encontrada en los machetes laterales.		
5	Retirar con ayuda del Rastrillo la suciedad encontrada en el rodillo tumbador.		
6	Retirar con ayuda del Rastrillo la suciedad encontrada en los discos cortador base.		
7	Retirar con ayuda del Rastrillo la suciedad encontrada en el extractor primario.		
8	Lavar con ayuda de la Cisterna la Cosechadora designada para retirar sobrante de suciedad.		
9	Con ayuda de la escobilla limpiar el interior de la cabina (suelos y asientos)		
10	Con ayuda de los trapos secar y limpiar lunas y espejos.		

*Figura 34:*Instructivo de limpieza para lavado de cosechadoras

Así mismo en el anexo 18 al Anexo 36 se detalla el instructivo actualizado sobre la correcta y detallada lubricación de las Cosechadoras John Deere, este instructivo fue elaborado entre el área de mantenimiento de Casa Grande y SKF.

4) **Inspección general:** En este punto los operadores proponen puntos específicos a inspeccionar con motivo de eliminar futuras fallas en el desarrollo de la operación, esto conllevará a disminuir la frecuencia de paradas de maquinaria y aumentar significativamente la productividad de la maquinaria. Entre los distintos puntos que detallan los operadores están:

- Inspección de cuchillas cortador base por posible desgaste.
- Inspección de sistema de aire acondicionado.
- Inspección de cuchillas machetes laterales por posible desgaste.

Luego de lo señalado por los operadores se estandariza una orden de inspección rutinaria.

ORDEN DE INSPECCION RUTINARIA					
SUPERVISOR:		FECHA REALIZADA:		HORA INICIO:	
HOROMETRO ACTUAL :		HOROMETRO PROGRAMADO:		HORA FINAL:	
CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION	AREA	UBICACIÓN		
	Cosechadora CH570				
MATERIALES Y REPUESTOS					
CODIGO SAP	# PARTE	DESCRIPCION	COMPARTIMIENTO O SISTEMA	CANTIDAD USADA	UNIDAD
6526832	ULTRA	REFRIGERANTE SHELL NEXO HD ULTRA ELC	MOTOR	16.5	UND
5736257	HXE11090	FILTRO D/AIRE PRIMARIO HXE11090	MOTOR	1	UND
MANO DE OBRA					
CODIGO DE EMPLEADO	CATEGORIA	APELLIDOS Y NOMBRES			HRS. HOMBRE
	Mecánico 1				8
	Electricista 1				8
INSTRUCCIONES				OK	Tpo (min)
<b>Actividades 150 Horas</b>					
1	Verificar nivel de aceite de motor				5
2	Verificar nivel de refrigerante				5
3	Comprobar la operacionde de los indicadores y medidores				5
4	Cambiar filtro de aire primario				15
5	Cambiar refrigerante (Ser necesario)				5
6	Inspección de cuchillas cortador base por posible desgaste				2
7	Inspección de cuchillas machetes laterales por posible desgaste				2
8	Inspección de sistema de aire acondicionado				5
COMENTARIOS ADICIONALES					
_____ Tecnico		_____ Supervisor		_____ Operador	

Figura 35: Orden de Inspección Rutinaria

**5) Inspección Autónoma:** En este punto unificamos y entrelazamos la información obtenida previamente, así mismo se proponen horarios para la aplicación de los respectivos instructivos en base a inspección, limpieza y lubricación. En este sentido el instructivo de inspección se aplicaría cada cambio de turno, es decir cada 12 horas a las 08:00 h y 20:00 h, con esto se espera tener un monitoreo constante y prevenir posibles fallas en pleno desarrollo de la operación. En lo que respecta a lubricación del equipo, Ipesa propuso que esta se realizase de manera diaria en las cosechadoras y que esta labor sea ininterrumpida bajo ninguna circunstancia, de esta manera se previenen posibles fallas en la operación. Así mismo en lo que respecta a la limpieza de la cosechadora, esta sería de manera diaria sobre todo considerando que la operación es continua y que por la dificultad de los campos y el rendimiento alto de los mismos, las cosechadoras tienden a acumular demasiada suciedad (tierra, hojas, maleza, etc.).

**6) Organización y orden:** En este punto ya los instructivos desarrollados previamente así como los horarios y frecuencia de aplicación quedan plasmados y son puestos como órdenes directas para conocimiento de operadores y supervisores, de la misma manera se da una copia directa a cada operador para que de esta manera en conjunto con la parte administrativa se haga efectivo cada procedimiento y en caso contrario sea amonestado.

**7) Implantación del mantenimiento autónomo:** Como parte final y una vez que ya todo está dictaminado y desarrollado, queda seguir con un mejoramiento continuo para de esta manera día a día seguir mejorando cada proceso y procedimiento desarrollado. Así mismo se debe continuar con las capacitaciones a operadores para que estos entiendan cada vez más la importancia de un mantenimiento autónomo y la participación de los mismos. También se continuarían realizando reuniones y “focus groups” con los propios operadores para mediante lluvias de ideas poder mejorar y seguir desarrollando procesos que ayuden con los instructivos desarrollados.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Estimación de los parámetros de vida

#### 3.1.1. Modelo probabilístico – Distribución Weibull

Ahora mediante la información obtenida previamente se procedió a determinar mediante modelos probabilísticos, la probabilidad de sobrevivir de los componentes, así como el tiempo medio para fallar. El modelo probabilístico que se usó para realizar este trabajo es la Distribución Weibull, la cual sirvió para conocer en qué momento el componente falla. Uno de los avisos generados con mayor frecuencia y mayor NRP es el **RECALENTAMIENTO DE MOTOR**, por ende se procedió a realizar el grafico de Weibull respecto a este componente:

**Tabla 22.**  
*Análisis Distribución Weibull*

DESCRIPCION	RESULTADOS
Datos/Variable:	Tiempo
Censura:	Censura
Método de Estimación:	Máxima Verosimilitud
Tamaño de muestra:	57
Número de fallas:	57
Forma estimada:	0.454914
Escala estimada:	348,566
Umbral especificado:	0
IC actual:	36.63%
IC esperado:	56.49%

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

- Los parámetros de forma y de escala fueron estimados usando máxima verosimilitud.
- Se asumió que el valor máximo de la distribución estaba localizado en 0.0.
- Forma describe la manera en que se distribuyen los datos.

- La escala, o vida característica, es el percentil 63.2 de los datos, la cual define la posición de la curva de Weibull respecto del valor de umbral, lo cual es similar a la manera en que la media define la posición de una curva normal. Para este caso una escala de 384.57 indica que el 63.2% de los equipos fallará en las primeras 384.57 horas después del tiempo umbral.

Así mismo se realizó una prueba de bondad de ajuste para tiempo, para determinar si los datos son muestras independientes de la distribución Weibull. Esto se logró a través de la prueba de Kolmogorov – Smirnov.

**Tabla 23.**  
**Análisis Prueba Kolmogorov - Smirnov**

Prueba de Kolmogorov-Smirnov	
	Weibull
DMAS	0.118
DMENOS	0.096
DN	0.118
<b>p</b>	<b>0.413</b>

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

Debido a que el  $p > 0.05$  ( $p = 0.413$ ), indica que el tiempo proviene de una distribución *Weibull con 95% de confianza*.

Luego se propusieron valores críticos para hasta 5 áreas de cola inferior. De esta manera se estimó la probabilidad de que falle el componente en un determinado tiempo.

**Tabla 24.**  
**Valores críticos para tiempo**

Tiempo	Área Cola Inferior (<)	Área Cola Superior (>)
0.014	0.01	0.99
2.477	0.10	0.90
<b>155.734</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>
2180.290	0.90	0.10
10005.600	0.99	0.01

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

Luego se desarrollaron las gráficas según la probabilidad que dicta el 90vo, 50vo y 10vo percentil.

El **90vo percentil** de tiempo es estimado para ser aproximadamente 2180.29 horas.

Los límites de confianza del 95% se extienden sobre un rango de 1249.57 a 4398.61 horas, correspondientes a las bandas alrededor de la línea ajustada.

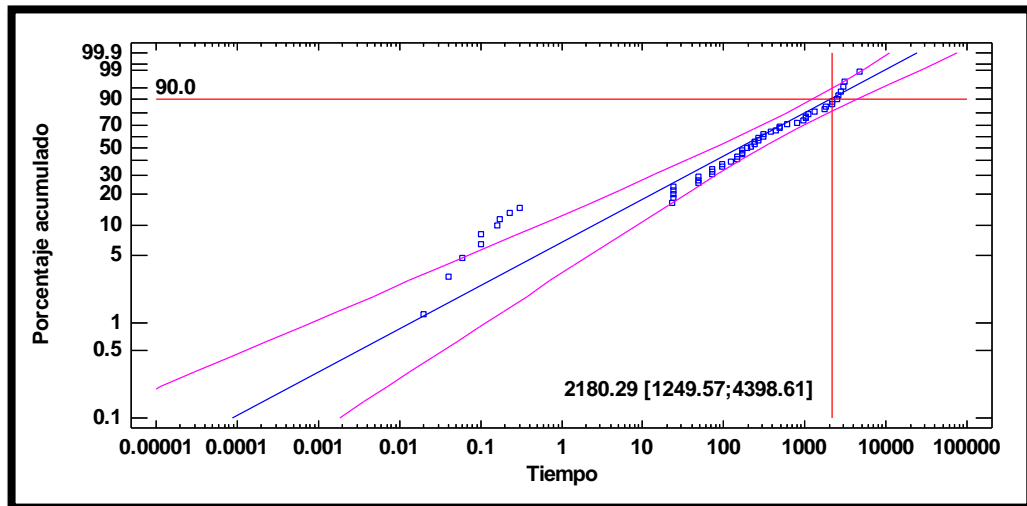


Figura 36: Distribucion Weibull 90vo percentil. Fuente: Elaboración propia

El **50vo percentil** de tiempo es estimado para ser aproximadamente 155.734 horas.

Los límites de confianza del 95% se extienden sobre un rango de 75.38 a 293.82 horas, correspondientes a las bandas alrededor de la línea ajustada.

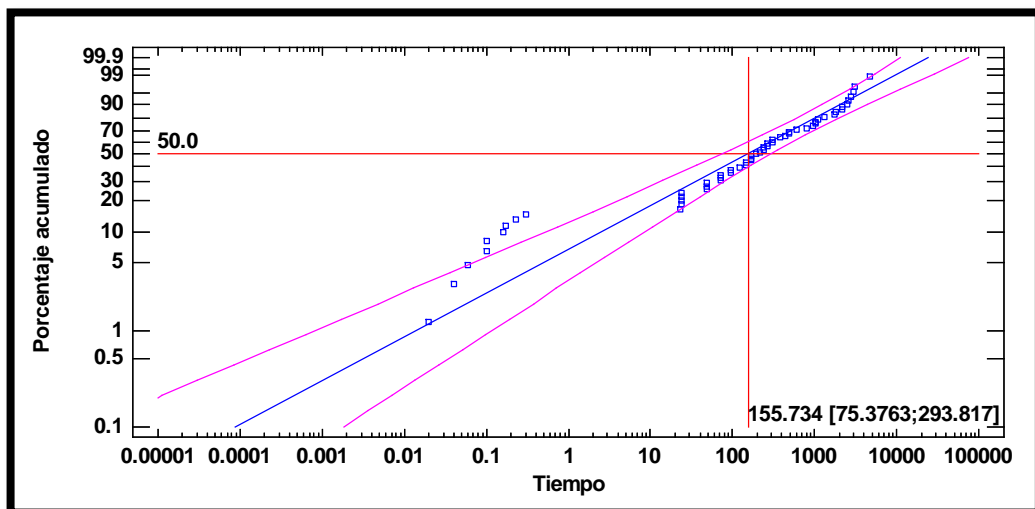


Figura 37: Distribucion Weibull 50vo percentil. Fuente: Elaboración propia

El **10vo percentil** de tiempo es estimado para ser aproximadamente 2.48 horas. Los límites de confianza del 95% se extienden sobre un rango de 0.51 a 8.27 horas, correspondientes a las bandas alrededor de la línea ajustada.

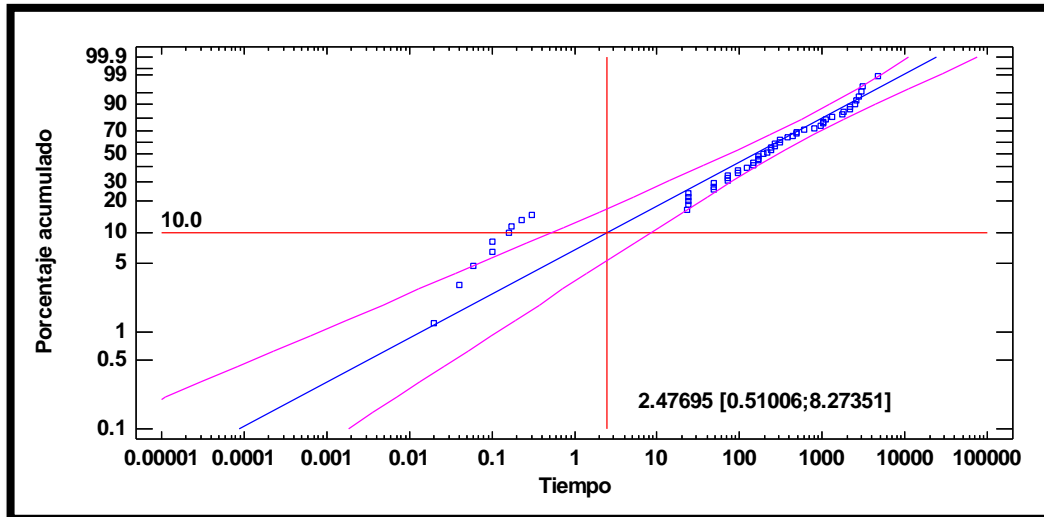


Figura 38: Distribución Weibull 10vo percentil. Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Cálculo de indicadores de mantenimiento

Se calcularon los indicadores más representativos del mantenimiento, es decir: El MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Medium Time To Repair) y Disponibilidad. Estos indicadores se realizaron en base a la información de la cosechadora más crítica que se pudo encontrar por los análisis realizados previamente, esta sería la cosechadora John Deere CH 575 y los datos a considerar fueron los comprendidos durante el periodo de tiempo entre los meses Enero – Septiembre del 2018. Así mismo para la realización de estos cálculos se tuvo en cuenta las siguientes formulas:

**MTBF:**  $\text{Tiempo en operación} / \text{Número de paradas}$

**MTTR:**  $\text{Tiempo de paradas} / \text{Número de paradas}$

**DISPONIBILIDAD:**  $\text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$

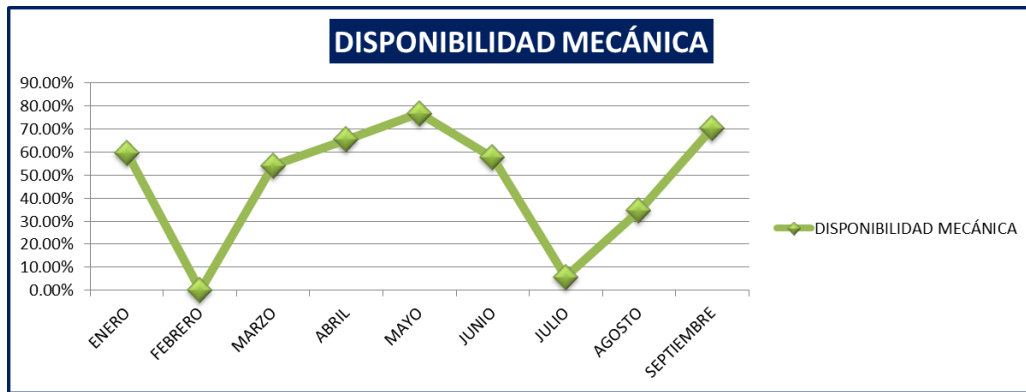


**Tabla 25.**

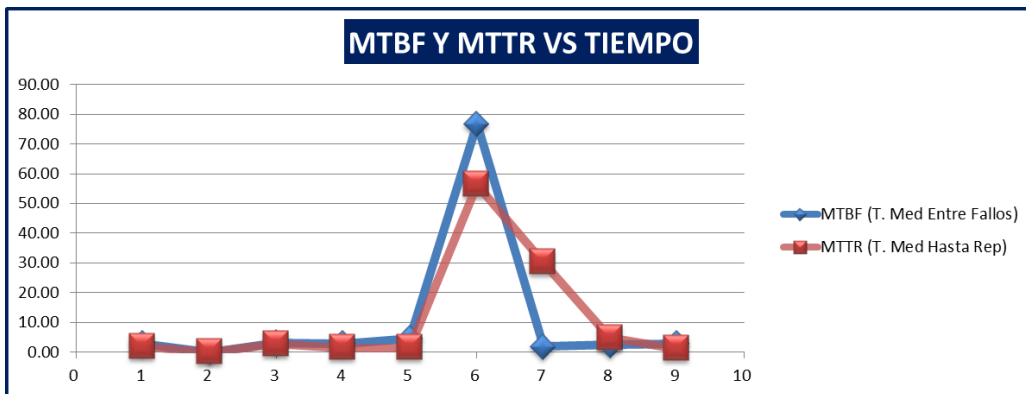
**Indicadores de mantenimiento**

575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570						
MES	TIEMPO DE PARADAS	NUMERO DE PARADAS	TIEMPO EN OPERACIÓN	MTBF (T. Med Entre Fallos)	MTTR (T. Med Hasta Rep)	DISPONIBILIDAD MECÁNICA
ENERO	184.38	95	273.4	2.88	1.94	59.72%
FEBRERO	0	2	0	0	0	0.00%
MARZO	117.4	43	138.25	3.22	2.73	54.08%
ABRIL	173.5	113	328.13	2.9	1.54	65.41%
MAYO	109.55	77	361.42	4.69	1.42	76.74%
JUNIO	225.02	4	306.98	76.75	56.25	57.70%
JULIO	665.85	22	40.3	1.83	30.27	5.71%
AGOSTO	367.27	77	194.6	2.53	4.77	34.63%
SEPTIEMBRE	103.73	85	245.65	2.89	1.22	70.31%

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*



*Figura 39: Disponibilidad Mecánica. Fuente: Elaboración propia*



*Figura 40: Relación de MTBF y MTTR con el tiempo. Fuente: Elaboración propia*

### 3.3. Efectividad global del equipo (OEE)

En este punto se efectuaron los cálculos necesarios para obtener la efectividad global de la cosechadora más crítica, es decir la John Deere CH 575, estos cálculos se realizaron en relación al periodo de tiempo comprendido entre Enero – Septiembre del 2018. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570															
MES	TIEMPO CALENDARIO	TIEMPO DE PARADAS PLANIFICADAS	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO	TIEMPO DE PREPARACION DE EQUIPO	TIEMPO DE OPERACION	TIEMPO DE PARADAS NO PROGRAMADAS	TIEMPO DE OPERACION NETA	TIEMPO PERDIDO POR OPERACION	TIEMPO DE OPERACION UTILIZABLE	TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS	TIEMPO PRODUCTIVO NETO	DISPONIBILIDAD	RENDIMIENTO	CALIDAD	EFFECTIVIDAD GLOBAL
ENERO	744	247.03	496.97	34.79	462.18	184.38	277.80	39.18	238.61	0.00	238.61	0.56	0.86	1.00	48.01%
FEBRERO	672	672.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
MARZO	744	451.17	292.83	20.50	272.34	117.40	154.94	37.18	117.75	0.00	117.75	0.53	0.76	1.00	40.21%
ABRIL	720	149.68	570.32	39.92	530.39	173.50	356.89	68.68	288.21	0.00	288.21	0.63	0.81	1.00	50.54%
MAYO	744	208.92	535.08	37.46	497.63	109.55	388.08	64.12	323.96	0.00	323.96	0.73	0.83	1.00	60.54%
JUNIO	720	119.48	600.52	42.04	558.48	225.02	333.46	68.52	264.95	0.00	264.95	0.56	0.79	1.00	44.12%
JULIO	744	24.67	719.33	50.35	668.98	665.85	3.13	0.00	3.13	0.00	3.13	0.00	1.00	1.00	0.44%
AGOSTO	744	110.58	633.42	44.34	589.08	367.27	221.81	71.55	150.26	0.00	150.26	0.35	0.68	1.00	23.72%
SEPTIEMBRE	720	326.47	393.53	27.55	365.99	103.73	262.25	44.15	218.10	0.00	218.10	0.67	0.83	1.00	55.42%

Figura 41: Efectividad global de la cosechadora JD 575. Fuente: Elaboración propia

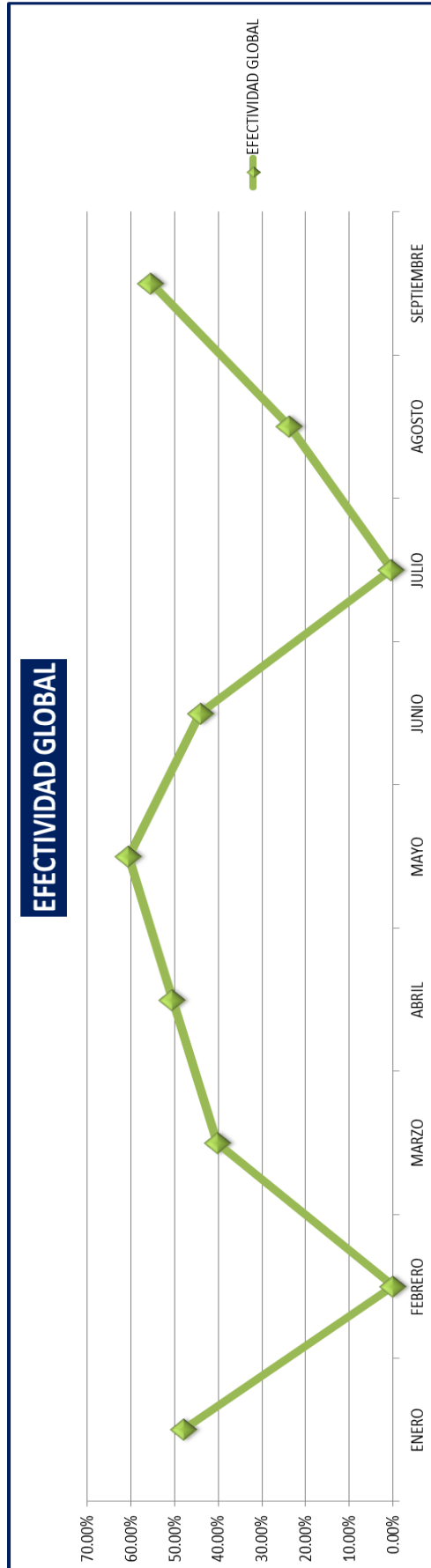


Figura 42: Evolución de efectividad global. Fuente: Elaboración propia

### **3.4. Plan de mantenimiento propuesto**

En esta parte se propusieron algunas mejoras con respecto a la gestión de mantenimiento actual en relación a la falla más crítica. Mediante las herramientas utilizadas se logró determinar que la falla de componente más crítica es el RECALENTAMIENTO DEL MOTOR, lo cual se origina por sobreesfuerzo del motor o fuga de refrigerante. Cabe mencionar que las cosechadoras John Deere CH 570 y 3520 cuentan con sistemas de enfriamiento completos, sin embargo estas máquinas trabajan de manera óptima siempre y cuando se tenga en cuenta que el rendimiento de la caña de azúcar a cosechar no puede ser muy elevado, es decir un promedio de 80 a 120 TCH, sin embargo los campos en Casa Grande S.A.A. son más productivos y ofrecen rendimientos de hasta 200 TCH, lo cual obviamente significa un sobreesfuerzo del motor, más aun en la cosecha en verde, donde el cúmulo de hojas y hierva ajena a la caña ocasionan un sobreesfuerzo aún más alto, todo esto origina un recalentamiento en el motor. También es posible que por el terreno dificultoso en los que se desarrollan los campos de Casa Grande existan fugas de refrigerante, las que así mismo conllevan a un recalentamiento de motor.

El área de mantenimiento realiza cinco (05) tipos de mantenimiento preventivo (PM): PM1, cada 250 horas, PM2 cada 500 horas, PM3 cada 1000 horas, PM4 cada 2000 horas y PM5 cada 5000 horas. En todos se realizan inspección de fugas de refrigerante y cambio de filtro de aire primario, mas solo en el PM5 se realiza un cambio de refrigerante. A continuación se muestra la hoja de ruta del PM5, el cual a su vez comprende y realiza los puntos de los mantenimientos previos.

ORDEN DE TRABAJO PREVENTIVO 2018-PM5						
SUPERVISOR :			FECHA REALIZADA :		HORA INICIO:	
HOROMETRO ACTUAL :			HOROMETRO PROGRAMADO : 5000 HRS		HORA FINAL:	
CÓDIGO EQUIPO	DESCRIPCIÓN				UBICACIÓN	
	Cosechadora CH570					
MATERIALES Y REPUESTOS						
POS	CÓDIGO SAP	# PARTE	DESCRIPCIÓN	COMPARTIMIENTO / SISTEMA	CANTIDAD	UNIDAD
10	5736256	RE521420	FILTRO D/ACEITE MOTOR RE521420	MOTOR	1	UND
10	5554378	RE525523	FILTRO COMBUSTIBLE JOHN DEERE RE525523	MOTOR	1	UND
10	5735174	AT365869	FILTRO COMBUSTIBLE AT365869 (Separador de agua)	MOTOR	1	UND
10	5736257	HXE11090	FILTRO D/AIRE PRIMARIO HXE11090	MOTOR	1	UND
10	6509282	15W/40	ACEITE SHELL RIMULA R4X 15W/40	MOTOR	8.8	GAL
20	5736258	HXE11091	FILTRO D/AIRE SECUNDARIO HXE11091	MOTOR	1	UND
20	6027295	85W/140	ACEITE SHELL SPIRAX S2 A - 85W/140	TRANSMISION	6.07	GAL
30	5589057	CB01505351	FILTRO HIDRAULICO CB01505351	HIDRAULICO	3	UND
30	5683397	RE284091	FILTRO AIRE RE284091 (110405) CABINA EXTERIOR	CABINA	1	UND
30	5736259	L214634	FILTRO INTERIOR D/CABINA L214634 CABINA INTERIOR	CABINA	1	UND
40	5573237	R527884	JUNTA R527884 JOHN DEERE		1	UND
40	5600613	AXT11319	CUBO AXT11319		10	UND
40	5600612	CXT13073	CUBO CXT13073		10	UND
40	5567036	'0110038334	BOCINA P/IMPLEMENTO 0110038334		12	UND
40	5741314	CXT16008	BOCINA CXT16008		4	UND
40	5741307	AXT11757	PIN AXT11757		2	UND
40	5741309	AXT12337	PIN AXT12337		4	UND
40	5754950	AXT13650	PIN AXT13650		4	UND
40	5591484	'0121378786	BEARING 0121378786		2	UND
40	5588753	CB01437484	RODAJE CB01437484 (UD209D1)		2	UND
40	5571643	120022635	CONO DE RODAMIENTO 120022635		2	UND
40	5571729	JD7278	PISTA DE RODAJE JD7278		2	UND
40	5571730	JD7446	PISTA DE RODAMIENTO JD7446		2	UND
40	5571644	120022641	CONO DE RODAJE 120022641		2	UND
40	5571745	PM35062	RETEN PM35062		2	UND
50	5716516	RE529270	TERMOSTATO RE529270	MOTOR	2	UND
50	5573237	R527884	JUNTA R527884 JOHN DEERE	MOTOR	1	UND
50	6526832	ULTRA	REFRIGERANTE SHELL NEXO HD ULTRA ELC	MOTOR	16.5	UND
MANO DE OBRA						
CODIGO DE EMPLEADO	CATEGORIA	APELLIDOS Y NOMBRES	HRS. HOMBRE			
			REALES	PROGRAMADAS		
	Mecánico 1			96.00		
	Mecánico 2			96.00		
	Mecánico 3			96.00		
	Electricista 1			12.00		
N° Operación	ACTIVIDADES DE PREVENTIVO			OK	OBSERVACIÓN	
<b>Actividades preliminares PM1</b>						
Muestrear aceite de motor						
Muestrear aceite hidráulico						
Muestrear aceite de caja cortadora de base						
Limpiar conexiones y bornes de batería						
Limpiar pre-filtro de la cabina						
Limpiar filtro respiradero de tanque hidráulico						
<b>Inspecciones-Verificaciones PM1</b>						
Inspeccionar fugas de aceite						
Inspeccionar fugas de refrigerante						
Inspeccionar mangueras						
Inspeccionar fajas de motor						
Inspeccionar bomba de refrigerante						
Inspeccionar cableado general						
Inspeccionar neumáticos y revisar presión de inflado						
Inspeccionar cable de soporte de elevador						
Inspeccionar tornillos de montaje de caja cortadora de base						
Inspeccionar tornillos de montaje de listones de elevador y alineaciones						
Inspeccionar conjunto del ventilador extractor primario						
Inspeccionar funcionamiento de luces en general						
Inspeccionar estado de la bocamaza de ruedas delanteras						
Inspeccionar cinturón de seguridad						
Inspeccionar tubo respiradero de cárter						
Inspeccionar colector de admisión/escape						

Figura 43: Orden de trabajo preventivo PM5 -1. Fuente: División Mantenimiento

Inspeccionar articulación del elevador (pines y bocinas)		
Verificar par de apriete de tornillos de ruedas delanteras y posteriores		
Verificar carga de alternador		
Verificar accionamiento amarrador		
Verificar conjunto despuntador		
<b>Revisiones y Ajustes PM1</b>		
Revisar frenos		
Revisar niveles en general		
Revisar topes de caucho del elevador		
Revisar amortiguador de vibración de motor (dumper)		
Mover paletas de elevador a otros eslabones en forma alternada		
Ajustar pemos cabina y estructura		
Ajustar tuercas de ruedas		
Medir profundidad remanente de neumático		
<b>Cambios PM1 (250H)</b>		
Cambiar aceite de motor		
Cambiar filtro de aceite motor		
Cambiar filtro de combustible		
Cambiar prefiltro de combustible		
Cambiar filtro de aire primario		
Cambiar aceite de mandos finales (1.6 Gal)		
<b>Lubricaciones PM1</b>		
Lubricar conjunto despuntador 6 graseras		
Lubricar divisores de cosecha 10 graseras (opc. 18)		
Lubricar cilindros elevadores delanteros 6 graseras		
Lubricar conjunto de indicación de altura 2 graseras		
Lubricar cilindros de suspensión y conjunto de apoyo y base de cilindro (6 graseras por lado)		
Lubricar tomamesa de elevador 9 graseras		
Lubricar ventilador extractor primario 5 graseras		
Lubricar ventilador extractor secundario 3 graseras		
Lubricar bulones de bancada rodillos alimentadores 10 graseras		
Lubricar polea de soporte de cable de elevador 2 graseras		
Lubricar bulones de cilindro de inclinación divisores 4 graseras		
Lubricar conjunto de balancines de indicación altura 2 graseras		
Lubricar rodillo de tumbador ajustable 2 graseras		
Lubricar ruedas (2) reguladoras en ambos lados		
Lubricar cojinetes (2) de sin fin		
Lubricar cojinetes (2) de sin fin (exteriores)		
Lubricar cojinetes (5) de rodillo alimentador izquierdo		
Lubricar cojinetes (4) de rodillo alimentador derecho		
Lubricar cojinetes (2) de soporte de eje de picador		
Lubricar cojinetes (4) de sellos de elevador		
Lubricar cojinete (1) de pantalla de retención de picador		
Lubricar grasera en cada pata de cortadora de base (2)		
Lubricar eje de motor de caja cortador de base y eje de piñón con pasta blanca anticorrosiva		
<b>Actividades preliminares PM2</b>		
Inspeccionar cable tierra		
Precargar rodamientos de bocanaza ruedas delanteras		
Toma de presiones y calibración de sistema hidráulico		
<b>Cambios PM2 (500H)</b>		
Cambiar filtro de aire secundario		
Cambiar aceite de caja de engranajes del cortador de base (2.4 Gal.)		
Cambiar aceite de caja de engranajes del picador (1.8 Gal.)		
Cambiar aceite de la caja de bombas (1.9 Gal.)		
Mover listones de elevador a otros eslabones en forma alternada		
<b>Revisiones y Ajustes PM3</b>		
Revisar precarga de nitrógeno en acumuladores del elevador de caja cortadora de base (350 psi)		
Dar Servicio al depósito de combustible (ver manual)		
Verificar estado de radiador		
Muestrear refrigerante		
<b>Cambios PM3 (1000H)</b>		
Cambiar filtro de aceite hidráulico		
Dializar aceite del sistema hidráulico		
Cambiar filtro de aire de cabina exterior		
Cambiar filtro de aire de cabina interior		
<b>Revisiones y Ajustes PM4</b>		
Ajustar holgura válvulas de admisión y escape de motor		
Revisar estado de la manguera de radiador		
Realizar videoscopia		
Mantto de bomba de inyección e inyectores (TERCEROS)		
Mantto de turbocompresor (TERCEROS)		

Figura 44: Orden de trabajo preventivo PM5 -2. Fuente: División Mantenimiento

<b>Cambios PM4 (2000H)</b>		
Cambiar empaquetadura de tapa balancines (R527884) (Ser necesario)		
Cambiar aceite hidráulico		
Cambiar rodillos alimentadores		
Cambiar pines y bocinas de divisores		
Cambiar cadena del elevador		
Mantenimiento de rodajes y retenes de mando final		
<b>Revisión y Ajustes PM5</b>		
Sondear radiador		
<b>Cambios PM5 (5000H)</b>		
Cambiar termostatos y empaquetadura		
Cambiar refrigerante (Ser necesario)		
Cambiar amortiguador de vibración (RE520465) (Ser necesario)		
Cambiar amortiguador de vibración (RE57604) (Ser necesario)		
Cambiar faja de ventilador		
Cambiar templador de faja		
Mantenimiento de caja de trozadoras		
Cambiar acc. Bomba de agua		
<b>COMENTARIOS ADICIONALES</b>		
_____		_____
Tecnico		Supervisor

Figura 45: Orden de trabajo preventivo PM5 -3. Fuente: División Mantenimiento

Según la información obtenida por la Distribución de Weibull, para una probabilidad de 50 % de que se origine un recalentamiento de motor existe un estimado de 155.734 horas. Así que teniendo en cuenta este tema, se propuso una nueva hoja de ruta para un mantenimiento preventivo, enfocados en solucionar y disminuir la frecuencia de esta falla. El área de mantenimiento actualmente realiza cambio de filtro de aire primario cada 250 h en el PM1 así como en el resto de Programas de Mantenimiento, sin embargo la distribución de Weibull nos demuestra que a las 250 horas existe una probabilidad mayor al 50 % de que esta falla se origine, es decir es un tanto tardío teniendo en cuenta que la frecuencia con la que se origina esta falla (recalentamiento de motor) así como el tiempo parado de maquinaria que esto merece. Por lo que se propuso realizar la siguiente nueva Orden de Trabajo Preventivo.

## ORDEN DE INSPECCION RUTINARIA

SUPERVISOR:		FECHA REALIZADA:		HORA INICIO:	
HOROMETRO ACTUAL :		HOROMETRO PROGRAMADO:		HORA FINAL:	
CÓDIGO EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ÁREA	UBICACIÓN		
	Cosechadora CH570				
MATERIALES Y REPUESTOS					
CODIGO SAP	# PARTE	DESCRIPCION	COMPARTIMIENTO O SISTEMA	CANTIDAD USADA	UNIDAD
6526832	ULTRA	REFRIGERANTE SHELL NEXO HD ULTRA ELC	MOTOR	16.5	UND
5736257	HXE11090	FILTRO D/AIRE PRIMARIO HXE11090	MOTOR	1	UND
MANO DE OBRA					
CODIGO DE EMPLEADO	CATEGORIA	APELLIDOS Y NOMBRES			HRS. HOMBRE
	Mecánico 1				8
	Electricista 1				8
INSTRUCCIONES				OK	Tpo (min)
<b>Actividades 150 Horas</b>					
1	Verificar nivel de aceite de motor				5
2	Verificar nivel de refrigerente				5
3	Comprobar la operacionde de los indicadores y medidores				5
4	Cambiar filtro de aire primario				15
5	Cambiar refrigerante (Ser necesario)				5
6	Inspección de cuchillas cortador base por posible desgaste				2
7	Inspección de cuchillas machetes laterales por posible desgaste				2
8	Inspección de sistema de aire acondicionado				5
COMENTARIOS ADICIONALES					
_____ Tecnico		_____ Supervisor		_____ Operador	

Figura 46: Orden de trabajo preventivo-Recalentamiento de Motor.  
Fuente: División Mantenimiento / Elaboración Propia



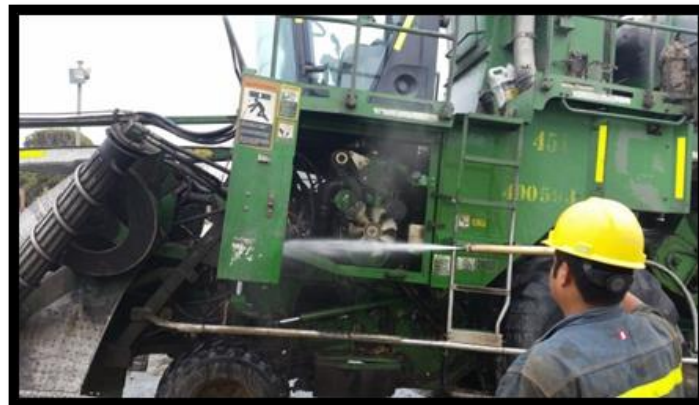
Otro aspecto que fue identificado en el área de mantenimiento actual es que el mantenimiento realizado a las cosechadoras no se lleva a cabo de manera total o es desarrollado de manera irresponsable sin darle la importancia que este merece. Así mismo se realizó una supervisión en taller acerca del cumplimiento de los diferentes puntos que detalla la hoja de ruta, cabe mencionar que no se brindó ningún apoyo a los mecánicos encargados y ellos iban relatando las actividades que iban realizando. De esta manera se pudo comprobar que por ejemplo de un total de 72 actividades a cumplir para el PM1 (250 h), tan solo se realizaban 13, lo cual representa tan solo un 18 % en lo que respecta a un mantenimiento completo PM1. Por este motivo se dispone una capacitación profunda acerca de la importancia que conlleva cada uno de los mantenimientos en función a las horas motor realizado, así como el detalle de cada actividad. De esta manera se reducirán en gran medida la frecuencia de fallas con respecto a las cosechadoras.



*Figura 47:* Cambio Filtro de aire primario. Fuente: División Mantenimiento



*Figura 48:* Cambio filtro de aceite de motor. Fuente: División Mantenimiento



*Figura 49:* Limpieza a compartimiento de motor. Fuente: División Mantenimiento

### 3.5. Análisis técnico del plan

Después se dispuso a realizar un análisis completo de la flota de 11 cosechadoras con las que cuenta la empresa Casa Grande S.A.A. teniendo en cuenta los indicadores de mantenimiento MTBF, MTTR y Disponibilidad.

**Tabla 26.**  
**Indicadores de mantenimiento para el periodo evaluado**

MES	TIEMPO DE PARADAS	NÚMERO DE PARADAS	TIEMPO EN OPERACIÓN	MTBF (T. Med Entre Fallos)	MTTR (T. Med Hasta Rep)
ENERO	5148.03	855	3035.97	3.55	6.02
FEBRERO	2982.83	135	4409.17	32.66	22.10
MARZO	3936.13	290	4247.87	14.65	13.57
ABRIL	4395.77	668	3524.23	5.28	6.58
MAYO	4162.07	431	4021.93	9.33	9.66
JUNIO	3936.03	12	3983.97	332.00	328.00
JULIO	4182.17	269	4001.83	14.88	15.55
AGOSTO	4065.50	711	4118.50	5.79	5.72
SEPTIEMBRE	2918.63	622	5001.37	8.04	4.69
TOTAL	35727.17	3993	36344.83	9.10	8.95

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

Con los datos obtenidos se pudo hallar el tiempo actual que se emplea en fallas, consideraremos tiempo promedio para reparar la falla 2 horas, ya que en promedio este es el tiempo que demora cerrar el aviso por recalentamiento de motor, así mismo se evalúa teniendo en cuenta la confiabilidad actual hallada por la Distr. Weibull.

**Tabla 27.**  
**Información actual**

AVISO	CONFIABILIDAD	INFORMACIÓN ACTUAL		
		TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR FALLA	NÚMERO DE FALLAS	TIEMPO PROMEDIO DESTINADO A FALLAS
RECALENTAMIENTO DE MOTOR	36.63%	2	57	114

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

Luego nos enfocamos en el cálculo de los datos con respecto a la nueva información, una confiabilidad de 56.49 % detallada así mismo por la distribución de Weibull y un tiempo promedio para reparar la falla de 1.3 horas según el nuevo trabajo preventivo propuesto para prevenir la ocurrencia de esta falla.

**Tabla 28.**  
**Información a futuro**

AVISO	CONFIABILIDAD	INFORMACIÓN ACTUAL		
		TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR FALLA	NÚMERO DE FALLAS	TIEMPO PROMEDIO DESTINADO A FALLAS
RECALENTAMIENTO DE MOTOR	56.49%	1	40	52

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

Después de realizados los cálculos pertinentes y con la nueva información que se obtuvo luego de emplear las herramientas descritas, se realizó la proyección con respecto a los indicadores de mantenimiento referidos pasos atrás: MTBF, MTTR y Disponibilidad.

**Tabla 29.**  
*Indicadores de mantenimiento para los próximos 9 meses*

MES	TIEMPO DE PARADAS	NÚMERO DE PARADAS	TIEMPO EN OPERACIÓN	MTBF (T. Med Entre Fallos)	MTTR (T. Med Hasta Rep)
PROX 9 MESES	35665.17	3976.00	36406.83	9.16	8.97

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

### 3.6. Análisis económico del plan

Mediante el análisis económico del plan se pudo saber si el trabajo realizado representa algún beneficio económico para la empresa, para lo cual primero calculamos el incremento en lo que respecta a la producción de toneladas de caña de azúcar considerando la productividad actual de 42.15 t/h y el incremento que se vería en las horas disponibles luego de las mejoras logradas, que serían de 62 horas.

**Tabla 30.**  
*Calculo de producción extra*

Capacidad (t/h):	42.15
Incremento de horas:	62
<b>Produccion extra:</b>	<b>2613.48</b>

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

Continuando con el análisis económico se obtuvieron los costos en que este aumento en la producción influyen: Costos de repuestos o servicios, costo de mano de obra, costo por combustible y costo de producción, así como la ganancia que este exceso en la producción ofrece:

**Costos de repuestos:** Se consideró el costo de refrigerante Shell Nexo Hd Ultra ELC y el filtro de aire primario HXE 11090, ambos necesarios para disminuir significativamente el recalentamiento en el motor y usados en el plan correctivo de mantenimiento preventivo propuesto.

**Tabla 31.**

*Costo de Repuestos o servicios*

COSTO DE REPUESTOS O SERVICIOS				
REPUESTO O SERVICIO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL
REFRIGERANTE SHELL NEXO HD ULTRA ELC	16.5	UND	15	247.5
FILTRO D/AIRE PRIMARIO HXE11090	1	UND	150	150
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 397.50</b>

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

**Costos de mano de obra:** Dentro de estos costos figuran los 2 técnicos que serán necesarios para resolver este problema y dar una correcta solución a la falla, un mecánico y un eléctrico. Así mismo se estima el sueldo en base a S/.1150.00.

**Tabla 32.**

*Costo de mano de obra*

COSTO DE MANO DE OBRA					
FALLAS ESTIMADAS	TIEMPO TOTAL	Nº DE OPERARIOS	COSTO HORA OPERADOR	COSTO TOTAL	
40	52	2	4.79	S/ 498.33	

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

**Costos de Combustible:** Se tomó en cuenta el precio del combustible utilizado por las cosechadoras, el Diesel DB6UV, que tiene un precio de S/. 9.98 nuevos soles por galón, por ende se convierte el consumo de combustible conocido a la unidad de gal.

**Tabla 33.**

*Costo de combustible*

COSTOS DE COMBUSTIBLE				
CAPACIDAD NOM	INC. DE PRODUC.	CONS. DE COMB. (gal)	PRECIO COMB. (DB6UV)	COSTO TOTAL
42.15	2613.48	0.25	9.98	S/ 6,555.41

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

**Costos de producción:** Costo que comprende el procesamiento de la producción de caña extra.

**Tabla 34.**

*Costo de producción*

COSTO DE PRODUCCIÓN				
COSTO (SACO 50 Kg Azucar)	Toneladas de caña por saco de azucar	COSTO (TONELADA DE CAÑA DE AZUCAR)	INCREMENTO DE PRODUCCIÓN	COSTO TOTAL
35.00	0.50	70.00	2613.48	<b>S/ 182,943.80</b>

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

**Ganancia:** Se estimó el ingreso obtenido por la producción extra de caña de azúcar cosechada, para esto se consideró un precio de venta de S/. 79.00 por saco de azúcar de 50 kg, así mismo se conoce que por cada tonelada de caña de azúcar cosechada se elaboran aproximadamente 2 sacos de azúcar de 50 kg.

**Tabla 35.**  
**Ganancia total**

GANANCIA TOTAL				
P.V. (SACO 50 Kg Azucar)	Toneladas de caña por saco de azucar	P.V. (TONELADA DE CAÑA DE AZUCAR)	INCREMENTO DE PRODUCCION	GANANCIA TOTAL
79.00	0.50	158.00	2613.48	<b>S/ 412,930.29</b>

*Fuente: Elaboración propia / División Cosecha*

Finalmente después de calcular tanto los diferentes costos como la ganancia que este exceso en la producción produciría, se obtuvo un costo total de S/. 190,395.05, así mismo se generará un ingreso de S/. 412,930.29, teniendo de esta manera una utilidad de S/. 222,535.24. De esta manera se justifica el desarrollo del presente trabajo de investigación.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

- En base a lo mencionado por Julio César Coy Catu: *“Un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, es más efectivo que el mantenimiento correctivo aplicado actualmente, ya que se tiene una programación de las actividades que deben de efectuarse en cada una de las maquinas con una frecuencia determinada, para anticiparse a cualquier falla”*, se contrasta con lo realizado en el presente trabajo de investigación, ya que podemos afirmar que el mantenimiento preventivo propuesto con una frecuencia de 150 horas permitirá anticiparse a la falla recurrente encontrada: recalentamiento de motor.
- Jeanpierre Fitzgerald Soto Baltazar menciona: *“Se puede concluir con la siguiente investigación que con el mantenimiento diario logramos mantener en buenas condiciones el vehículo y podemos anticiparnos a las fallas evitando la inoperatividad mecánica.”*, así mismo podemos confirmar mediante el estudio realizado que el aviso generado con mayor ocurrencia es el de recalentamiento de motor, siendo el componente a evaluación el motor y que en relación a lo descrito anteriormente evidenciamos la disminución considerable tanto en el número de fallas de 57 a 40, así como el tiempo de promedio destinado a la reparación de las mismas, de 114 a 52 horas.
- Así mismo Madeleine Yanet Estrada Huamán sustenta: *“La aplicación del Mantenimiento Productivo Total logró la reducción de las fallas de las unidades generando el incremento la disponibilidad de la flota vehicular, de un 0.50 hasta un 0.68, es por ello que ahora si se está logrando cumplir con los requerimientos*

de los clientes.", lo cual guarda relación en contraste con el trabajo de investigación presentado, ya que después de aplicar una buen gestión referente al mantenimiento de las cosechadoras mecánicas podemos concluir que efectivamente la disponibilidad mecánica presenta un aumento de 50.43% a 50.51%, con lo que también se puede reafirmar que el presente trabajo de investigación se justifica de manera técnica.



## 4.2. Conclusiones

- La propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento incrementará la disponibilidad de 50.43% a 50.51% y confiabilidad operacional de 36.63% a 56.49% de una flota de cosechadoras de caña de azúcar, en la empresa Casa Grande S.A.A.
- Se concluyó en que el aviso generado de manera más recurrente fue el perteneciente al sistema de motor, siendo la falla generada el recalentamiento de motor.
- En base al aviso generado con mayor frecuencia se estableció un nivel de confianza de 36.63% y mediante la propuesta de mejora en el desarrollo de una nueva hoja de ruta que se empleará cada 150 h se logra incrementar la confiabilidad a un 56.49%.
- Con la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento obtenemos un aumento en la producción de 2613.48 ton de caña de azúcar.
- El aumento en la producción de 2613.48 ton de caña de azúcar representan un ingreso bruto de S/. 412,930.29, así mismo se calcula un costo total de producción de S/. 190,395.05 y finalmente se genera una utilidad neta de S/. 222,535.24.

### 4.3. Recomendaciones

- Se recomienda evaluar los otros componentes que presentan un NPR considerablemente alto para así no solo tener una consideración respecto al recalentamiento del motor de las cosechadoras, si no también realizar los estudios respectivos para otras fallas recurrentes tales como: calzas cortador base desgastadas, sistema de flotación cortador base no activa, terminal rajado, divisor rajado y elevador rajado.
- En el análisis de criticidad desarrollado se encontró que la cosechadora JD CH570 N° 575 es la que presenta mayor índice de criticidad, sin embargo la cosechadora JD CH570 N° 577 también presenta un índice de criticidad alto, el primero de 6275 y el segundo de 6225, se podría realizar un análisis AMEF a la segunda cosechadora para tener una visión más clara y contrastar los componentes que presentan mayor índice de NPR en ambos casos.
- También se recomendaría previa aplicación de esta propuesta, concientizar y capacitar con respecto a la cultura organizacional en primer lugar a las autoridades o jefaturas de área, tales como supervisores, jefes de turno, jefes de división y superintendentes, ya que sin la motivación correspondiente y el enfoque necesario no se desarrollaría de manera apropiada.

## REFERENCIAS

- Coy J. (2010). *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y mejora del sistema de extracción de vapores inflamables, en la empresa Transproductos, s.a.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Guatemala.
- Fabián W. (2003). *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Guatemala.
- Tuesta J. (2014). *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa.* Universidad Nacional del Callao. Lima. Perú.
- Soto J. (2016). *Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes FAW en GYM s.a.* Universidad Nacional del centro del Perú. Huancayo. Perú.
- Huancaya C. (2016). *Mejora de la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar de 40 t/h de capacidad.* Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú.
- John Deere. (2009). *Manual de Reparação das Colhedoras de Cana 3520 e 3522.* Brasil.
- Tipismana J. (2014). *Propuesta de una gestión de mantenimiento preventivo-predictivo para incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos eléctricos de sub estaciones eléctricas en la empresa Danper- compositan, Viru-La Libertad.* Universidad Privada del Norte. La Libertad. Perú.

- Estrada M. (2017). *Aplicación del mantenimiento productivo total (tpm) para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa corporación logística & transporte s.a.c.* Universidad César Vallejo. La Libertad. Perú.
- Olaya H. (2014). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel.* Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. Colombia.
- Vargas J. (2010). *Implementación del programa de mantenimiento preventivo en la empresa Danper Arequipa s.a.c.* Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad. Perú.
- Malpartida E. (2008). *Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria de manipuleo y carga de mercadería en un hipermercado.* Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. Perú.
- Manjón G. (2018). *Mantenimiento planificado y su aplicación en la mejora de resultados de la empresa ice cream factory comaker.* Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.
- Barboza K. (2006). *Diseño de un programa de mantenimiento productivo total (tpm) en el área de conversión de la empresa Cellux colombiana s.a.* Universidad de Cartagena. Cartagena. Colombia.
- Molina J. (2014). *Mantenimiento y seguridad Industrial.* Universidad Nacional de San Luis. San Luis. Argentina.
- Romero C. (2017). *Producción de caña de azúcar en el Perú, perspectivas.* Ministerio de Agricultura y riego. Lima. Perú.
- El Comercio. (2018). *Caída de precio del azúcar reta a los ingenios de las azucareras peruanas.* Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/caida-precio-azucar-reta-ingenios-azucareras-peruanas-noticia-548510>

- El Comercio. (2018). *MEF sube a 25% tasa del ISC para bebidas con alto contenido de azúcar*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/mef-sube-17-25-tasa-isc-bebidas-azucaradas-noticia-518984>
- FAO. (2009). *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*. Recuperado de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_SP/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf)

## ANEXOS

Anexo N° 1: Horas disponibilidad de maquinaria / Casa Grande S.A.A. División Cosecha en el periodo Enero – Setiembre 2018 – I

### HORAS DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA

Fecha

(Todas)



Suma de Duración (Hras)	Etiquetas de columna					
Etiquetas de fila	T.O.P.	T.P.D.	T.P.O.	T.P.T.	Total general	
<b>ALZADORA JD</b>	<b>8.599,95</b>	<b>19.152,45</b>	<b>1.514,48</b>	<b>3.489,12</b>	<b>32.756,00</b>	
698	2.237,77	3.618,75	284,23	407,25	6.548,00	
699	1.050,32	4.956,58	321,90	223,20	6.552,00	
700	1.671,07	4.109,35	314,65	456,93	6.552,00	
701	2.010,22	2.933,28	306,97	1.301,53	6.552,00	
702	1.630,58	3.534,48	286,73	1.100,20	6.552,00	
<b>AUTOVOLTEO</b>	<b>28.607,15</b>	<b>51.224,03</b>	<b>4.033,58</b>	<b>33.263,65</b>	<b>117.128,42</b>	
533	2.136,65	3.070,77	234,15	1.110,43	6.552,00	
534	1.681,95	3.539,90	204,13	1.078,02	6.504,00	
535	2.321,97	2.913,55	263,47	1.053,02	6.552,00	
536	1.835,05	3.521,10	273,48	922,37	6.552,00	
651	2.336,45	3.807,38	239,93	168,23	6.552,00	
652	1.892,28	4.095,28	245,12	319,73	6.552,42	
765	1.860,97	2.932,92	434,45	1.323,67	6.552,00	
766	2.617,92	3.038,00	381,05	519,03	6.556,00	
767	1.358,10	2.574,62	158,55	2.452,73	6.544,00	
768		912,00		5.640,00	6.552,00	
769	2.440,92	3.153,13	405,37	552,58	6.552,00	
770	1.811,27	3.006,20	202,12	1.524,42	6.544,00	
772	1.389,83	3.071,62	256,70	1.833,85	6.552,00	
773	442,42	1.691,70	50,42	4.367,47	6.552,00	
774	1.777,57	3.389,67	296,17	1.080,60	6.544,00	
776	1.251,55	1.965,23	185,82	3.145,40	6.548,00	
777	1.452,27	3.364,97	202,67	1.516,10	6.536,00	
782		1.176,00		4.656,00	5.832,00	
<b>CADENEO</b>	<b>12.584,72</b>	<b>35.960,45</b>	<b>5.914,38</b>	<b>25.576,28</b>	<b>80.035,83</b>	
656	1.903,55	2.990,62	818,73	837,85	6.550,75	
659	1.063,88	2.571,62	368,43	2.576,23	6.580,17	
661	315,17	6.018,13	125,02	93,68	6.552,00	
788	3,68	459,55	1,18	3.159,58	3.624,00	
790	0,07	2.907,77	0,17	716,00	3.624,00	

Anexo N° 2: Horas disponibilidad de maquinaria / Casa Grande S.A.A. División Cosecha en el periodo Enero – Setiembre 2018 – II

791	911,00	2.459,53	213,88	2.967,58	6.552,00
793	5,60	893,48	0,92	2.724,00	3.624,00
794	771,20	2.521,87	322,92	2.928,10	6.544,08
795	736,97	3.303,95	415,30	2.095,78	6.552,00
797	1.179,78	1.937,47	1.326,95	2.107,80	6.552,00
798		504,00		3.120,00	3.624,00
669	1.737,72	2.733,52	761,87	1.313,82	6.546,92
667	1.913,82	3.328,62	631,23	678,17	6.551,83
668	2.042,28	3.330,33	927,78	257,68	6.558,08
<b>☐ COSECHADORA JD</b>	<b>14.434,15</b>	<b>21.910,68</b>	<b>3.889,67</b>	<b>31.837,50</b>	<b>72.072,00</b>
571	1.659,55	2.565,95	444,53	1.881,97	6.552,00
572	884,90	1.771,13	241,50	3.654,47	6.552,00
573	1.626,70	1.983,47	500,48	2.441,35	6.552,00
574	481,18	2.338,20	130,95	3.601,67	6.552,00
575	1.888,73	2.310,00	406,57	1.946,70	6.552,00
576	1.799,13	1.287,98	467,93	2.996,95	6.552,00
577	2.222,08	2.284,03	507,52	1.538,37	6.552,00
578	1.616,57	1.376,53	563,55	2.995,35	6.552,00
705	1.068,55	3.315,73	332,37	1.835,35	6.552,00
708	1.028,37	1.229,78	262,23	4.031,62	6.552,00
710	158,38	1.447,87	32,03	4.913,72	6.552,00
<b>☐ TRACTOCAMION</b>	<b>6.762,27</b>	<b>33.463,67</b>	<b>1.709,27</b>	<b>1.535,80</b>	<b>43.471,00</b>
307	205,67	1.045,25	146,25	18,83	1.416,00
382	1.425,43	4.544,80	177,52	386,08	6.533,83
383	1.700,62	4.495,42	147,38	196,58	6.540,00
385	1.216,23	4.837,33	307,30	183,13	6.544,00
388	243,82	5.927,87	188,83	191,48	6.552,00
389	480,60	5.862,83	149,47	55,10	6.548,00
390	1.069,08	5.026,77	212,70	196,62	6.505,17
394	221,75	858,90	216,02	119,33	1.416,00
425	199,07	864,50	163,80	188,63	1.416,00
<b>☐ MOTONIVELADORA</b>	<b>9.389,25</b>	<b>7.510,02</b>	<b>2.685,50</b>	<b>7.935,23</b>	<b>27.520,00</b>
570	2.642,75	931,02	595,47	1.574,77	5.744,00
579	1.425,00	1.868,00	579,33	1.215,67	5.088,00
590	1.289,50	1.799,42	554,33	1.444,75	5.088,00
626	1.260,83	1.333,07	371,75	2.826,35	5.792,00
627	2.771,17	1.578,52	584,62	873,70	5.808,00
<b>Total general</b>	<b>80.377,48</b>	<b>169.221,30</b>	<b>19.746,88</b>	<b>103.637,58</b>	<b>372.983,25</b>

Anexo N° 3: Producción de cosechadoras / Casa Grande S.A.A. División Cosecha en el periodo Enero – Setiembre 2018









TONELADAS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
705	80.427	24.235	124.167	85.619	145.929	37.752	49.843	46.142	662.032
706	70.702	108.984	141.516	144.006	139.931				658.950
707	21.760								21.760
708	57.089	212.644	122.898	205.669	90.951	74.110	10.007	51.210	824.579
709	58.173	200.204	171.242	189.848	118.658	6.797			744.923
710	42.095	212.518	167.026	237.391	126.630	28.578	58.078	8.379	880.696
711	11.150	59.822	87.789		56.596	8.320			223.677
712	3.030	27.416	7.235	17.167					54.847
R-217					80.973	38.107			119.080
R-218					91.291	28.866			120.157
R-219					31.456				31.456
571					11.405	138.961	82.860	86.492	319.718
572					13.983	129.131	87.415	45.033	275.562
573					16.966	98.720	72.264	52.647	240.597
574						48.455	7.098	19.495	75.048
575						77.910	104.916	112.279	295.106
576						39.655	128.400	76.153	244.208
577						58.170	135.087	129.358	322.615
578						22.377	108.194	71.656	202.228
<b>TOTAL</b>	<b>344.427</b>	<b>845.823</b>	<b>821.874</b>	<b>879.700</b>	<b>924.771</b>	<b>835.909</b>	<b>844.163</b>	<b>698.844</b>	<b>6.317.239</b>
<b>VARIACION AI</b>	<b>183%</b> ↑	<b>146%</b> ↑	<b>-3%</b> ↓	<b>7%</b> ↓	<b>5%</b> ↑	<b>-5%</b> ↑	<b>-9%</b> ↓	<b>-16%</b> ↓	



Anexo N° 4: Horas motor laboradas por cosechadoras / Casa Grande S.A.A. División Cosecha en el periodo Enero – Setiembre 2018

HORAS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
705	1.659	618	2.676	1.461	2.910	910	1.425	1.288	14.727
706	1.466	2.424	2.879	2.904	2.642	-	-	-	13.778
707	967	231	-	-	-	-	-	-	1.198
708	1.081	3.514	2.089	3.208	1.647	1.560	1.301	1.111	15.509
709	1.055	3.293	3.034	3.148	2.154	147	-	-	12.830
710	948	3.661	2.979	3.730	2.362	620	1.417	183	15.899
711	443	1.386	2.032	-	1.498	239	-	-	5.598
712	46	1.130	889	575	-	-	-	-	2.639
R-217	-	-	-	-	1.561	832	-	-	2.394
R-218	-	-	-	-	1.575	759	-	-	2.333
R-219	-	-	-	-	713	-	-	-	713
571	-	-	-	-	265	2.768	2.088	1.916	7.038
572	-	-	-	-	349	2.713	1.865	1.017	5.943
573	-	-	-	-	359	2.023	1.778	1.853	6.013
574	-	-	-	-	-	1.172	1.853	564	3.588
575	-	-	-	-	-	1.591	2.596	2.151	6.337
576	-	-	-	-	-	885	2.666	2.009	5.559
577	-	-	-	-	-	1.268	2.822	2.419	6.509
578	-	-	-	-	-	510	2.369	1.791	4.671
<b>TOTAL</b>	<b>7.665</b>	<b>16.256</b>	<b>16.577</b>	<b>15.025</b>	<b>18.034</b>	<b>17.996</b>	<b>22.180</b>	<b>16.301</b>	<b>133.276</b>
<b>VARIACION AI</b>	<b>136%</b> ↑	<b>112%</b> ↑	<b>2%</b> ↓	<b>-9%</b> ↓	<b>20%</b> ↓	<b>20%</b> ↑	<b>23%</b> ↑	<b>-9%</b> ↓	

Anexo N° 5: Consumo de combustible por cosechadora / Casa Grande S.A.A. División Cosecha en el periodo Enero – Setiembre 2018

GALONES	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
705	17.946	6.910	24.863	16.294	30.984	9.312	15.064	13.710	155.846
706	16.164	27.530	29.775	27.678	29.227	-	-	-	147.933
707	10.602	13.713	-	-	-	-	-	-	24.315
708	11.273	40.519	23.260	35.302	17.470	13.340	4.430	12.631	158.225
709	12.133	38.427	33.450	33.923	23.579	1.509	-	-	143.021
710	10.210	40.996	33.329	42.361	26.651	5.755	14.785	2.101	176.186
711	3.977	14.292	18.881	-	14.071	2.145	-	-	53.367
712	7.244	7.281	5.264	4.290	-	-	-	-	24.078
R-217	-	-	-	-	18.833	9.620	-	-	28.454
R-218	-	-	-	-	18.929	7.824	-	-	26.753
R-219	-	-	-	-	8.171	-	-	-	8.171
571	-	-	-	-	2.370	22.502	19.305	17.965	62.142
572	-	-	-	-	3.046	20.872	18.621	9.932	52.471
573	-	-	-	-	3.351	18.801	15.748	17.623	55.524
574	-	-	-	-	-	12.000	1.366	6.342	19.708
575	-	-	-	-	-	12.054	25.349	20.516	57.919
576	-	-	-	-	-	4.777	25.019	19.229	49.024
577	-	-	-	-	-	8.041	27.363	23.319	58.723
578	-	-	-	-	-	1.078	20.516	19.047	40.641
<b>TOTAL</b>	<b>89.549</b>	<b>189.668</b>	<b>168.821</b>	<b>159.848</b>	<b>196.680</b>	<b>149.631</b>	<b>187.564</b>	<b>162.415</b>	<b>1.342.499</b>
<b>VARIACION AI</b>	<b>134%</b> 	<b>112%</b> 	<b>-11%</b> 	<b>-5%</b> 	<b>23%</b> 	<b>-6%</b> 	<b>-5%</b> 	<b>9%</b> 	

Anexo N° 6: Productividad por cosechadora / Casa Grande S.A.A. División Cosecha en el periodo Enero – Setiembre 2018

TN/HORA	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	TOTAL
705	48,48	39,22	46,39	58,62	50,15	41,47	34,97	35,82	44,95
706	48,22	44,96	49,16	49,60	52,96				47,83
707	22,49	-							18,16
708	52,82	60,51	58,85	64,12	55,23	47,51	7,69	46,10	53,17
709	55,16	60,80	56,44	60,31	55,10	46,30			58,06
710	44,41	58,05	56,07	63,64	53,62	46,12	40,98	45,74	55,39
711	25,16	43,18	43,21		37,78	34,79			39,96
712	66,57	24,27	8,14	29,86					20,79
R-217					51,86	45,78			49,75
R-218					57,98	38,05			51,50
R-219					44,13				44,13
571					43,04	50,20	39,68	45,14	45,43
572					40,08	47,60	46,88	44,28	46,37
573					47,25	48,79	40,64	28,41	40,01
574						41,35	3,83	34,60	20,91
575						48,98	40,42	52,21	46,57
576						44,83	48,16	37,91	43,93
577						45,88	47,88	53,47	49,57
578						43,84	45,67	40,00	43,30
<b>TOTAL</b>	<b>44,94</b>	<b>52,03</b>	<b>49,58</b>	<b>58,55</b>	<b>51,28</b>	<b>46,45</b>	<b>38,06</b>	<b>42,87</b>	<b>47,40</b>
<b>VARIACION AI</b>	<b>20% ↑</b>	<b>16% ↑</b>	<b>-5% ↓</b>	<b>18% ↑</b>	<b>-12% ↓</b>	<b>-39% ↓</b>	<b>-38% ↓</b>	<b>-8% ↓</b>	

Anexo N° 7: Avisos generados por Cosechadora JD CH 575 / Casa Grande S.A.A.  
División Cosecha en el periodo Enero – Setiembre 2018 - I

Etiquetas de fila	Cuenta de DURACION DEL AVISO (HORAS)
<b>575 COSECHADORA JOHN DEERE CH570</b>	<b>518</b>
<b>COSECHA</b>	<b>281</b>
ASPAS DEL EXTRACTOR PRIMARIO DESGASTADAS	4
ASPAS DEL EXTRACTOR SECUNDARIO DESGASTADAS	1
CAJA CORTADOR BASE ATASCADA	2
CALZAS CORTADOR DE BASE DESGASTADO	11
CORTADOR BASE CON GUARDAS DESGASTADAS	3
CUCHILAS CORTADOR BASE DESGASTADAS	108
CUCHILLA MACHETE LATERAL DESGASTADA	25
CUCHILLA TAMBOR DESPUNTADOR	2
CUCHILLA TROZADORA	47
DESPUNTADOR NO FUNCIONA	2
DISCOS CORTADOR DE BASE RAJADOS	5
EXTRACTOR PRIMARIO NO ACTIVA	1
EXTRACTOR PRIMARIO PRESENTA VIBRACION	8
GOLPETEO EN CAJA TROZADORA	4
PALETAS DEL ELEVADOR DESGASTADAS	3
PLANCHA ROTA CAJA TROZADOR	3
RODILLO ALIMENTADOR ATASCADO	9
RODILLO PATEADOR ATASCADO	3
SISTEMA FLOTACION CORTADOR BASE NO ACTIVA	15
SISTEMA FLOTACION DE DIVISORES NO ACTIVA	15
TAPAS DE PISTONES DE GIRO	4
TORRETAS CORTADOR BASE FLOJAS	4
VALVULA DE RETENCION DESGASTADA	2
<b>DIRECCION</b>	<b>2</b>
TERMINAL DE DIRECCION RAJADO	1
TRAPECIO ROTO	1
<b>ELECTRICO</b>	<b>34</b>
ALARMA DE RETROCESO NO FUNCIONA	2
ARRANCADOR NO FUNCIONA	3
CABLE FILTRO AIRE ROTO	2
CLAXON NO FUNCIONA	1
CODIGO SENSOR CORTADOR DE BASE	9
CODIGO UNIDAD DE CABINA	1
LUCES DE RETROCESO NO FUNCIONAN	6
LUCES DE TRABAJO NO FUNCIONAN	5
LUCES DEL ELEVADOR NO FUNCIONAN	3
MARCA CODIGO ALTERNADOR	1
TABLERO NO FUNCIONA	1
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>90</b>
ACUMULADORES EN MAL ESTADO	3
CADENA DEL ELEVADOR FLOJA	28

Anexo N° 8: Avisos generados por Cosechadora JD CH 575 / Casa Grande S.A.A.  
División Cosecha en el periodo Enero – Setiembre 2018 - II

CAPUCHON DEL EXTRACTOR PRIMARIO RAJADO	5
CAPUCHON DEL EXTRACTOR SECUNDARIO RAJADO	4
CHAPA PUERTA NO FUNCIONA	1
CONSOLA PORTABRAZO RAJADO	6
DIVISOR RAJADO	5
EXTRUCTURA DEL ELEVADOR RAJADO	8
MANGUERA PISTON LEVANTE ROTA	1
MANGUERA RODILLO PATEADOR ROTA	2
PALETAS DEL ELEVADOR DESGASTADAS	6
PERNOS ROTOS CAJA CORTADOR BASE	5
PLATAFORMA DE MACHETES LATERALES RAJADOS	4
PROTECTOR DE CAJA TROZADORA RAJADA	4
PUNTAS GUIADORAS ROTAS	4
SISTEMA CONTRA INCENDIOS NO ACTIVA	4
<b>HIDRAULICO</b>	<b>67</b>
CONSUMO ACEITE HIDRAULICO	12
CONSUMO ACEITE MOTOR	7
FUGA DE ACEITE COMPARTIMIENTO DE BOMBAS	4
FUGA DE ACEITE POR CAJA CORTADOR BASE	2
FUGA DE ACEITE POR CAJA TROZADORA	5
FUGA DE ACEITE POR CONJUNTO DE VALVULAS	3
FUGA DE ACEITE POR CONTROL DE VELOCIDADES	3
FUGA DE ACEITE POR EL RODILLO TUMBADOR	3
FUGA DE ACEITE POR EL TURBO	2
FUGA DE ACEITE POR MACHETES LATERALES	2
FUGA DE ACEITE POR MANGUERA DE DIRECCION	2
FUGA DE ACEITE POR MANGUERA DE SUSPENSION	6
FUGA DE ACEITE POR MANGUERA DE TRANSMICION	4
FUGA DE ACEITE POR MANGUERA DEL ELEVADOR	5
FUGA DE ACEITE POR RODILLO ALIMENTADOR	3
FUGA DE ACEITE POR RODILLO PATEADOR	2
PUNTO DE ENGRASE DESGASTADO	2
<b>MOTOR</b>	<b>30</b>
BAJAS REVOLUCIONES	4
EMISION DE HUMO BLANCO	6
FILTRO SUCIO DEL MOTOR	4
RECALENTAMIENTO DE MOTOR	11
SONIDO EXTRAÑO	5
<b>RODAMIENTO</b>	<b>14</b>
ARO RAJADO	2
LLANTA BAJA	10
RODAJES BOCAMASA DESGASTADO	2
<b>Total general</b>	<b>518</b>

Anexo N° 09: Programa de Mantenimiento PM1 - I / Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

ORDEN DE TRABAJO PREVENTIVO 2018-PM1						
SUPERVISOR :			FECHA REALIZADA :		HORA INICIO:	
HOROMETRO ACTUAL :			HOROMETRO PROGRAMADO : 250 HRS		HORA FINAL:	
CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION				UBICACION	
	Cosechadora CH570					
MATERIALES Y REPUESTOS						
POS	CODIGO SAP	# PARTE	DESCRIPCION	COMPARTIMENTO/ SISTEMA	CANTIDAD	UNIDAD
10	5736256	RES21420	FILTRO D/ACEITE MOTOR RES21420	MOTOR	1	UND
10	5554378	RES25523	FILTRO COMBUSTIBLE JOHN DEERE RES25523	MOTOR	1	UND
10	5735174	AT365869	FILTRO COMBUSTIBLE AT365869 (Separador de agua)	MOTOR	1	UND
10	5736257	HXE11090	FILTRO D/AIRE PRIMARIO HXE11090	MOTOR	1	UND
10	6509282	15W/40	ACEITE SHELL RIMULA R4X 15W/40	MOTOR	8,8	GAL
10	6027295	85W/140	ACEITE SHELL SPIRAX S2 A - 85W/140	TRANSMISION	1,6	GAL
MANO DE OBRA						
CODIGO DE EMPLEADO	CATEGORIA	APELLIDOS Y NOMBRES	HRS. HOMBRE			
			REALES	PROGRAMADAS		
	Mecánico 1		24,00	4,00		
	Electricista 1		4,00	1,00		
N° OPERACIÓN	ACTIVIDADES DE PREVENTIVO			OK		
10	<b>Actividades preliminares PM1</b>					
	Muestrear aceite de motor					
	Muestrear aceite hidráulico					
	Muestrear aceite de caja cortadora de base					
	Limpiar conexiones y bornes de batería					
	Limpiar el evaporador externo del aire acondicionado					
	Limpiar el condensador del aire acondicionado (Con cabina).					
	Limpiar pre-filtro de la cabina					
	Limpiar filtro respiradero de tanque hidráulico					
20	<b>Inspecciones-Verificaciones-Ajustes PM1</b>					
	Inspeccionar fugas de aceite					
	Inspeccionar fugas de refrigerante					
	Inspeccionar mangueras					
	Inspeccionar fajas de motor					
	Inspeccionar bomba de refrigerante					
	Inspeccionar cableado general					
	Inspeccionar neumáticos y revisar presión de inflado					
	Inspeccionar cable de soporte de elevador					
	Inspeccionar tornillos de montaje de caja cortadora de base					
	Inspeccionar tornillos de montaje de listones de elevador y alineaciones					
	Inspeccionar conjunto del ventilador extractor primario					
	Inspeccionar funcionamiento de luces en general					
	Inspeccionar estado de la bocamaza de ruedas delanteras					
	Inspeccionar cinturón de seguridad					
	Inspeccionar tubo respiradero de cárter					
	Inspeccionar colector de admisión/escape					
	Inspeccionar articulación del elevador (pines y bocinas)					
	Verificar par de apriete de tornillos de ruedas delanteras y posteriores					
	Verificar carga de alternador					
	Verificar accionamiento arrancador					
	Verificar conjunto despuntador					
30	<b>Revisiones y Ajustes PM1 (250H)</b>					
	Revisar frenos					
	Revisar niveles en general					
	Revisar topes de caucho del elevador					
	Revisar amortiguador de vibración de motor (dumper)					
	Mover paletas de elevador a otros eslabones en forma alternada					
	Ajustar pernos cabina y estructura					
	Ajustar tuercas de ruedas					
	Medir profundidad remanente de neumático					

Anexo N° 10: Programa de Mantenimiento PM1 - II / Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

40	<b>Cambios PM1 (250H)</b>		
	Cambiar aceite de motor		
	Cambiar filtro de aceite motor		
	Cambiar filtro de combustible		
	Cambiar prefiltro de combustible		
	Cambiar filtro de aire primario		
	Cambiar aceite de mandos finales (1.6 Gal)		
50	<b>Lubricaciones PM1 (250H)</b>		
	Lubricar conjunto despuntador 6 graseras		
	Lubricar divisores de cosecha 10 graseras (opc. 18)		
	Lubricar cilindros elevadores delanteros 6 graseras		
	Lubricar conjunto de indicación de altura 2 graseras		
	Lubricar cilindros de suspensión y conjunto de apoyo y base de cilindro (6 graseras por lado)		
	Lubricar tornamesa de elevador 9 graseras		
	Lubricar ventilador extractor primario 5 graseras		
	Lubricar ventilador extractor secundario 3 graseras		
	Lubricar bulones de bancada rodillos alimentadores 10 graseras		
	Lubricar polea de soporte de cable de elevador 2 graseras		
	Lubricar bulones de cilindro de inclinación divisores 4 graseras		
	Lubricar conjunto de balancines de indicación altura 2 graseras		
	Lubricar rodillo de tumbador ajustable 2 graseras		
	Lubricar ruedas (2) reguladoras en ambos lados		
	Lubricar cojinetes (2) de sin fin		
	Lubricar cojinetes (2) de sin fin (exteriores)		
	Lubricar cojinetes (5) de rodillo alimentador izquierdo		
	Lubricar cojinetes (4) de rodillo alimentador derecho		
	Lubricar cojinetes (2) de soporte de eje de picador		
	Lubricar cojinetes (4) de sellos de elevador		
	Lubricar cojinete (1) de pantalla de retención de picador		
	Lubricar grasera en cada pata de cortadora de base (2)		
	Lubricar eje de motor de caja cortador de base y eje de piñón con pasta blanca anticorrosiva		
<b>COMENTARIOS ADICIONALES</b>			
_____		_____	
Tecnico		Supervisor	

ORDEN DE TRABAJO PREVENTIVO							2018-PM2	
SUPERVISOR :				FECHA REALIZADA :		HORA INICIO:		
HOROMETRO ACTUAL :				HOROMETRO PROGRAMADO : 500 HRS		HORA FINAL:		
CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION			AREA	UBICACION			
	Cosechadora CH570							
MATERIALES Y REPUESTOS								
POS	CODIGO SAP	# PARTE	DESCRIPCION	COMPARTIME NTO /	CANTIDAD	UNIDAD		
10	5736256	RES21420	FILTRO D/ACEITE MOTOR RES21420	MOTOR	1	UND		
10	5554378	RES25523	FILTRO COMBUSTIBLE JOHN DEERE RES25523	MOTOR	1	UND		
10	5735174	AT365869	FILTRO COMBUSTIBLE AT365869 (Separador de agua)	MOTOR	1	UND		
10	5736257	HXE11090	FILTRO D/AIRE PRIMARIO HXE11090	MOTOR	1	UND		
10	6509282	15W/40	ACEITE SHELL RIMULA R4X 15W/40	MOTOR	8,8	GAL		
10	6027295	85W/140	ACEITE SHELL SPIRAX S2 A - 85W/140	TRANSMISION	1,6	GAL		
20	5736258	HXE11091	FILTRO D/AIRE SECUNDARIO HXE11091	MOTOR	1	UND		
20	6027295	85W/140	ACEITE SHELL SPIRAX S2 A - 85W/140	TRANSMISION	6,07	GAL		
MANO DE OBRA								
CODIGO DE EMPLEADO	CATEGORIA	APELLIDOS Y NOMBRES	HRS. HOMBRE					
			REALES	PROGRAMADAS				
	Mecánico 1					10,00		
	Electricista 1					2,00		
N° Operación	ACTIVIDADES DE PREVENTIVO			OK	OBSERVACIÓN			
<b>Actividades preliminares PM1</b>								
Muestrear aceite de motor								
Muestrear aceite hidráulico								
Muestrear aceite de caja cortadora de base								
Limpiar conexiones y bomes de batería								
Limpiar pre-filtro de la cabina								
Limpiar filtro respiradero de tanque hidráulico								
<b>Inspecciones-Verificaciones PM1</b>								
Inspeccionar fugas de aceite								
Inspeccionar fugas de refrigerante								
Inspeccionar mangueras								
Inspeccionar fajas de motor								
Inspeccionar bomba de refrigerante								
Inspeccionar cableado general								
Inspeccionar neumáticos y revisar presión de inflado								
Inspeccionar cable de soporte de elevador								
Inspeccionar tornillos de montaje de caja cortadora de base								
Inspeccionar tornillos de montaje de listones de elevador y alineaciones								
Inspeccionar conjunto del ventilador extractor primario								
Inspeccionar funcionamiento de luces en general								
Inspeccionar estado de la bocamaza de ruedas delanteras								
Inspeccionar cinturón de seguridad								
Inspeccionar tubo respiradero de cárter								
Inspeccionar colector de admisión/escape								
Inspeccionar articulación del elevador (pines y bocinas)								
Verificar par de apriete de tornillos de ruedas delanteras y posteriores								
Verificar carga de alternador								
Verificar accionamiento arrancador								
Verificar conjunto despuntador								
<b>Revisiones y Ajustes PM1</b>								
Revisar frenos								
Revisar niveles en general								
Revisar topes de caucho del elevador								
Revisar amortiguador de vibración de motor (dumper)								
Mover paletas de elevador a otros eslabones en forma alternada								
Ajustar pemos cabina y estructura								
Ajustar tuercas de ruedas								
Medir profundidad remanente de neumático								

Anexo N° 12: Programa de Mantenimiento PM2 - II / Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento



<b>Cambios PM1 (250H)</b>			
Cambiar aceite de motor			
Cambiar filtro de aceite motor			
Cambiar filtro de combustible			
Cambiar prefiltro de combustible			
Cambiar filtro de aire primario			
Cambiar aceite de mandos finales (1.6 Gal)			
<b>Lubricaciones PM1</b>			
Lubricar conjunto despuntador 6 graseras			
Lubricar divisores de cosecha 10 graseras (opc. 18)			
Lubricar cilindros elevadores delanteros 6 graseras			
Lubricar conjunto de indicación de altura 2 graseras			
Lubricar cilindros de suspensión y conjunto de apoyo y base de cilindro (6 graseras por lado)			
Lubricar tornamesa de elevador 9 graseras			
Lubricar ventilador extractor primario 5 graseras			
Lubricar ventilador extractor secundario 3 graseras			
Lubricar bulones de bancada rodillos alimentadores 10 graseras			
Lubricar polea de soporte de cable de elevador 2 graseras			
Lubricar bulones de cilindro de inclinación divisores 4 graseras			
Lubricar conjunto de balancines de indicación altura 2 graseras			
Lubricar rodillo de tumbador ajustable 2 graseras			
Lubricar ruedas (2) reguladoras en ambos lados			
Lubricar cojinetes (2) de sin fin			
Lubricar cojinetes (2) de sin fin (exteriores)			
Lubricar cojinetes (5) de rodillo alimentador izquierdo			
Lubricar cojinetes (4) de rodillo alimentador derecho			
Lubricar cojinetes (2) de soporte de eje de picador			
Lubricar cojinetes (4) de sellos de elevador			
Lubricar cojinete (1) de pantalla de retención de picador			
Lubricar grasera en cada pata de cortadora de base (2)			
Lubricar eje de motor de caja cortador de base y eje de piñón con pasta blanca anticorrosiva			
<b>Actividades preliminares PM2</b>			
Inspeccionar cable tierra			
Precargar rodamientos de bocamaza ruedas delanteras			
Toma de presiones y calibración de sistema hidráulico			
<b>Cambios PM2 (500H)</b>			
Cambiar filtro de aire secundario			
Dializar aceite del sistema hidráulico **			
Cambiar aceite de caja de engranajes del cortador de base (2.4 Gal.)			
Cambiar aceite de caja de engranajes del picador (1.8 Gal.)			
Cambiar aceite de la caja de bombas (1.9 Gal.)			
Mover listones de elevador a otros eslabones en forma alternada			
<b>COMENTARIOS ADICIONALES</b>			
_____		_____	
Tecnico		Supervisor	

Anexo N° 13: Programa de Mantenimiento PM3 - I / Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

ORDEN DE TRABAJO PREVENTIVO 2018-PM3						
SUPERVISOR :			FECHA REALIZADA :		HORA INICIO :	
HOROMETRO ACTUAL :			HOROMETRO PROGRAMADO : 1000 HRS		HORA FINAL :	
CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION		AREA	UBICACIÓN		
	Cosechadora CH570					
MATERIALES Y REPUESTOS						
POS	CODIGO SAP	# PARTE	DESCRIPCION	COMPARTIMIENTO / SISTEMA	CANTIDAD	UNIDAD
10	5736256	RE521420	FILTRO D/ACEITE MOTOR RE521420	MOTOR	1	UND
10	5554378	RE525523	FILTRO COMBUSTIBLE JOHN DEERE RE525523	MOTOR	1	UND
10	5735174	AT365869	FILTRO COMBUSTIBLE AT365869 (Separador de agua)	MOTOR	1	UND
10	5736257	HXE11090	FILTRO D/AIRE PRIMARIO HXE11090	MOTOR	1	UND
10	6509282	15W/40	ACEITE SHELL RIMULA R4X 15W/40	MOTOR	8,8	GAL
10	6027295	85W/140	ACEITE SHELL SPIRAX S2 A - 85W/140	TRANSMISION	1,6	GAL
20	5736258	HXE11091	FILTRO D/AIRE SECUNDARIO HXE11091	MOTOR	1	UND
20	6027295	85W/140	ACEITE SHELL SPIRAX S2 A - 85W/140	TRANSMISION	6,07	GAL
30	5589057	CB01505351	FILTRO HIDRAULICO CB01505351	HIDRAULICO	3	UND
30	5683397	RE284091	FILTRO AIRE RE284091 (110405) CABINA EXTERIOR	CABINA	1	UND
30	5736259	L214634	FILTRO INTERIOR D/CABINA L214634 CABINA INTERIOR	CABINA	1	UND
MANO DE OBRA						
CÓDIGO DE EMPLEADO	CATEGORIA	APELLIDOS Y NOMBRES	HRS. HOMBRE			
			REALES	PROGRAMADAS		
	Mecánico 1			24,00		
	Mecánico 2			24,00		
	Electricista 1			4,00		
N° Operación	ACTIVIDADES DE PREVENTIVO		OK	OBSERVACIÓN		
	10 Actividades preliminares PM1					
	Muestrear aceite de motor					
	Muestrear aceite hidráulico					
	Muestrear aceite de caja cortadora de base					
	Limpiar conexiones y bornes de batería					
	Limpiar pre-filtro de la cabina					
	Limpiar filtro respiradero de tanque hidráulico					
Inspecciones-Verificaciones PM1						
	Inspeccionar fugas de aceite					
	Inspeccionar fugas de refrigerante					
	Inspeccionar mangueras					
	Inspeccionar fajas de motor					
	Inspeccionar bomba de refrigerante					
	Inspeccionar cableado general					
	Inspeccionar neumáticos y revisar presión de inflado					
	Inspeccionar cable de soporte de elevador					
	Inspeccionar tornillos de montaje de caja cortadora de base					
	Inspeccionar tornillos de montaje de listones de elevador y alineaciones					
	Inspeccionar conjunto del ventilador extractor primario					
	Inspeccionar funcionamiento de luces en general					
	Inspeccionar estado de la bocamaza de ruedas delanteras					
	Inspeccionar cinturón de seguridad					
	Inspeccionar tubo respiradero de cárter					
	Inspeccionar colector de admisión/escape					
	Inspeccionar articulación del elevador (pines y bocinas)					
	Verificar par de apriete de tornillos de ruedas delanteras y posteriores					
	Verificar carga de alternador					
	Verificar accionamiento amarrador					
	Verificar conjunto despuntador					
Revisiones y Ajustes PM1						
	Revisar frenos					
	Revisar niveles en general					
	Revisar topes de caucho del elevador					
	Revisar amortiguador de vibración de motor (dumper)					
	Mover paletas de elevador a otros eslabones en forma alternada					
	Ajustar pernos cabina y estructura					
	Ajustar tuercas de ruedas					
	Medir profundidad remanente de neumático					

**Anexo N° 14: Programa de Mantenimiento PM3 - II / Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento**

<b>Cambios PM1 (250H)</b>		
Cambiar aceite de motor		
Cambiar filtro de aceite motor		
Cambiar filtro de combustible		
Cambiar prefiltro de combustible		
Cambiar filtro de aire primario		
Cambiar aceite de mandos finales (1.6 Gal)		
<b>Lubricaciones PM1</b>		
Lubricar conjunto despuntador 6 graseras		
Lubricar divisores de cosecha 10 graseras (opc. 18)		
Lubricar cilindros elevadores delanteros 6 graseras		
Lubricar conjunto de indicación de altura 2 graseras		
Lubricar cilindros de suspensión y conjunto de apoyo y base de cilindro (6 graseras por lado)		
Lubricar tomamesa de elevador 9 graseras		
Lubricar ventilador extractor primario 5 graseras		
Lubricar ventilador extractor secundario 3 graseras		
Lubricar bulones de bancada rodillos alimentadores 10 graseras		
Lubricar polea de soporte de cable de elevador 2 graseras		
Lubricar bulones de cilindro de inclinación divisores 4 graseras		
Lubricar conjunto de balancines de indicación altura 2 graseras		
Lubricar rodillo de tumbador ajustable 2 graseras		
Lubricar ruedas (2) reguladoras en ambos lados		
Lubricar cojinetes (2) de sin fin		
Lubricar cojinetes (2) de sin fin (exteriores)		
Lubricar cojinetes (5) de rodillo alimentador izquierdo		
Lubricar cojinetes (4) de rodillo alimentador derecho		
Lubricar cojinetes (2) de soporte de eje de picador		
Lubricar cojinetes (4) de sellos de elevador		
Lubricar cojinete (1) de pantalla de retención de picador		
Lubricar grasera en cada pata de cortadora de base (2)		
Lubricar eje de motor de caja cortador de base y eje de piñón con pasta blanca anticorrosiva		
<b>Actividades preliminares PM2</b>		
Inspeccionar cable tierra		
Precargar rodamientos de bocamaza ruedas delanteras		
Toma de presiones y calibración de sistema hidráulico		
<b>Cambios PM2 (500H)</b>		
Cambiar filtro de aire secundario		
Cambiar aceite de caja de engranajes del cortador de base (2.4 Gal.)		
Cambiar aceite de caja de engranajes del picador (1.8 Gal.)		
Cambiar aceite de la caja de bombas (1.9 Gal.)		
Mover listones de elevador a otros eslabones en forma alterna		
<b>Revisión y Ajustes PM3</b>		
Revisar precarga de nitrógeno en acumuladores del elevador de caja cortadora de base (350 psi)		
Verificar estado de radiador		
Muestrear refrigerante		
<b>Cambios PM3 (1000H)</b>		
Cambiar filtro de aire de cabina exterior		
Cambiar filtro de aire de cabina interior		
<b>COMENTARIOS ADICIONALES</b>		
_____		_____
Tecnico		Supervisor

Anexo N° 15: Programa de Mantenimiento PM4 - I / Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

ORDEN DE TRABAJO PREVENTIVO 2018-PM4						
SUPERVISOR :			FECHA REALIZADA :		HORA INICIO :	
HOROMETRO ACTUAL :			HOROMETRO PROGRAMADO : 2000 HRS		HORA FINAL :	
CODIGO EQUIPO	DESCRIPCION				UBICACION	
	Cosechadora CH570					
MATERIALES Y REPUESTOS						
POS	CODIGO SAP	# PARTE	DESCRIPCION	COMPARTIMENTO / SISTEMA	CANTIDAD	UNIDAD
10	5736256	RES21420	FILTRO D/ACEITE MOTOR RES21420	MOTOR	1	UND
10	5554378	RES25523	FILTRO COMBUSTIBLE JOHN DEERE RES25523	MOTOR	1	UND
10	5735174	AT365869	FILTRO COMBUSTIBLE AT365869 (Separador de agua)	MOTOR	1	UND
10	5736257	HXE11090	FILTRO D/AIRE PRIMARIO HXE11090	MOTOR	1	UND
10	6509282	15W/40	ACEITE SHELL RIMULA R4X 15W/40	MOTOR	8,8	GAL
20	5736258	HXE11091	FILTRO D/AIRE SECUNDARIO HXE11091	MOTOR	1	UND
20	6027295	85W/140	ACEITE SHELL SPIRAX S2 A - 85W/140	TRANSMISION	6,07	GAL
30	5589057	CB01505351	FILTRO HIDRAULICO CB01505351	HIDRAULICO	3	UND
30	6512679	SAE 10W30	ACEITE SHELL SPIRAX S4 TXM (DONAX TD) **	HIDRAULICO	107	GAL
30	5683397	RE284091	FILTRO AIRE RE284091 (110405) CABINA EXTERIOR	CABINA	1	UND
30	5736259	L214634	FILTRO INTERIOR D/CABINA L214634 CABINA INTERIOR	CABINA	1	UND
40	5573237	R527884	JUNTA R527884 JOHN DEERE		1	UND
40	5600613	AXT11319	CUBO AXT11319		10	UND
40	5600612	CXT13073	CUBO CXT13073		10	UND
40	5567036	0110038334	BOCINA P/IMPLEMENTO 0110038334		12	UND
40	5741314	CXT16008	BOCINA CXT16008		4	UND
40	5741307	AXT11757	PIN AXT11757		2	UND
40	5741309	AXT12337	PIN AXT12337		4	UND
40	5754950	AXT13650	PIN AXT13650		4	UND
40	5591484	0121378786	BEARING 0121378786		2	UND
40	5588753	CB01437484	RODAJE CB01437484 (UD209D1)		2	UND
40	5571643	120022635	CONO DE RODAMIENTO 120022635		2	UND
40	5571729	JD7278	PISTA DE RODAJE JD7278		2	UND
40	5571730	JD7446	PISTA DE RODAMIENTO JD7446		2	UND
40	5571644	120022641	CONO DE RODAJE 120022641		2	UND
40	5571745	PM35062	RETEN PM35062		2	UND
MANO DE OBRA						
CODIGO DE EMPLEADO	CATEGORIA	APELLIDOS Y NOMBRES	HRS. HOMBRE			
			REALES	PROGRAMADAS		
	Mecánico 1			24,00		
	Mecánico 2			24,00		
	Mecánico 3			24,00		
	Electricista 1			8,00		
N° Operación	ACTIVIDADES DE PREVENTIVO			OK	OBSERVACIÓN	
<b>Actividades preliminares PM1</b>						
Muestrear aceite de motor						
Muestrear aceite hidráulico						
Muestrear aceite de caja cortadora de base						
Limpiar conexiones y bornes de batería						
Limpiar pre-filtro de la cabina						
Limpiar filtro respiradero de tanque hidráulico						
<b>Inspecciones-Verificaciones PM1</b>						
Inspeccionar fugas de aceite						
Inspeccionar fugas de refrigerante						
Inspeccionar mangueras						
Inspeccionar fajas de motor						
Inspeccionar bomba de refrigerante						
Inspeccionar cableado general						
Inspeccionar neumáticos y revisar presión de inflado						
Inspeccionar cable de soporte de elevador						
Inspeccionar tornillos de montaje de caja cortadora de base						
Inspeccionar tornillos de montaje de listones de elevador y alineaciones						
Inspeccionar conjunto del ventilador extractor primario						
Inspeccionar funcionamiento de luces en general						
Inspeccionar estado de la bocanaza de ruedas delanteras						
Inspeccionar cinturón de seguridad						
Inspeccionar tubo respiradero de cárter						
Inspeccionar colector de admisión/escape						
Inspeccionar articulación del elevador (pines y bocinas)						
Verificar par de apriete de tornillos de ruedas delanteras y posteriores						
Verificar carga de alternador						
Verificar accionamiento arrancador						
Verificar conjunto despuntador						
<b>Revisión y Ajustes PM1</b>						
Revisar frenos						
Revisar niveles en general						
Revisar topes de caucho del elevador						
Revisar amortiguador de vibración de motor (dumper)						



Anexo N° 17: Precio de distintos tipos de combustibles en el Perú 2017. Fuente: Petroperú

 <b>ORGANISMO PERUANO DE CONSUMIDORES Y USUARIOS</b>				
PETROPERÚ				
<b>PRECIO DE COMBUSTIBLES Y VARIACIÓN</b> del miércoles 20 de diciembre de 2017 al viernes 29 de diciembre de 2017 (soles por galón)				
Productos	Precio Neto más Impuestos (*) (S/. por galón)		Variación semanal (S/. por galón)	
	20.DIC.17	29.DIC.17	(S/.)	(%)
Gasohol 84 octanos	8.838	8.978	0.14	1.6%
Gasohol 90 octanos	9.312	9.426	0.11	1.2%
Gasohol 95 octanos	10.260	10.362	0.10	1.0%
Gasohol 97 octanos	10.687	10.777	0.09	0.8%
Gasolina 84 octanos	8.846	8.999	0.15	1.7%
Gasolina 90 octanos	9.459	9.586	0.13	1.3%
Diesel B5 S50 UV	9.440	9.983	0.54	5.8%
Diésel B5 S50	9.865	9.983	0.12	1.2%
Petróleo Industrial 6	6.478	6.561	0.08	1.3%
Petróleo Industrial 500	6.278	6.360	0.08	1.3%
Glp envasado (**)	1.912	1.971	0.059	3.1%
Glp a granel (**)	2.454	2.443	-0.012	-0.5%

Fuente: Petroperu Elaborado por: Opecu

(\*) no incluye recargo Fise  
(\*\*) soles por kilo

Anexo N° 18: Instructivo de engrase I. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento



CASAGRANDE - CARTAVIO


# COSECHADORA JOHN DEERE CH570 RUEDAS


PUNTOS DE ENGRASE



SKF DEL PERÚ S.A.

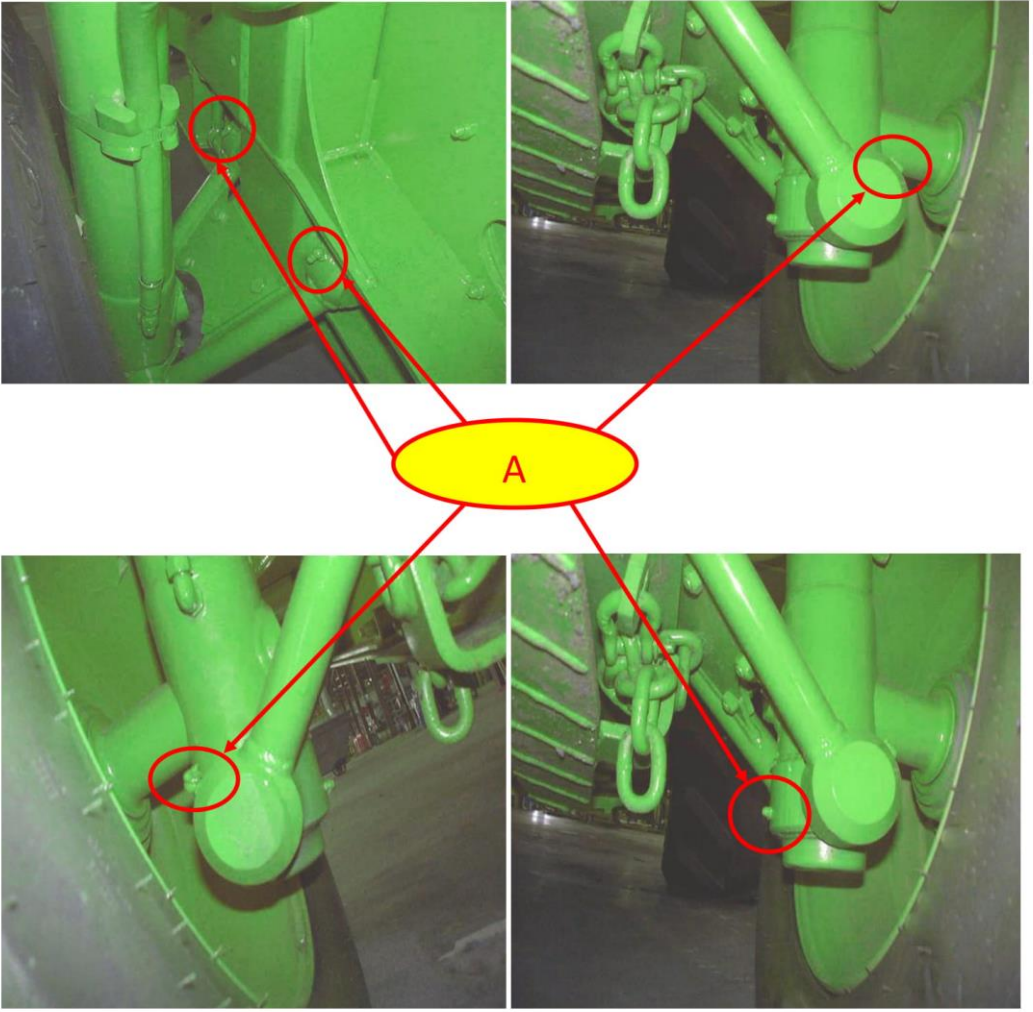
Anexo N° 19: Instructivo de engrase II. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento





UBICACIÓN DE PUNTOS DE ENGRASE COSECHADORA JOHN DEERE CH570

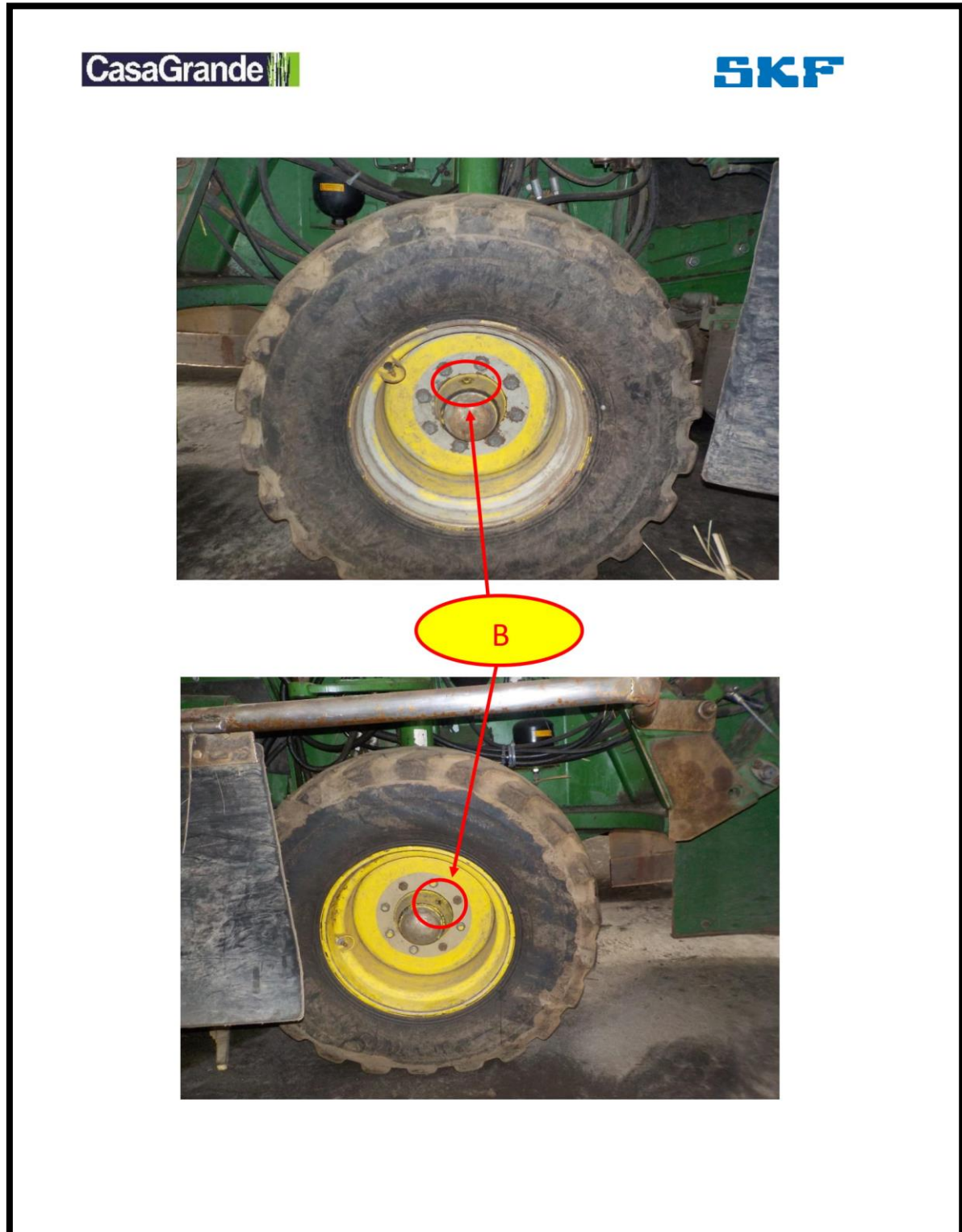
Sistema	Ubicación	Número
Cilindros de suspensión y Rueda delantera	A.-Pivotes de Cilindro de suspensión	05 cada lado
	B.-Bocamasa delantera	01 cada lado




The diagram consists of four photographs arranged in a 2x2 grid, showing close-up views of the pivot points on the harvester's suspension system. Red circles highlight the specific pivot points in each photo, and red arrows point from these circles to a central yellow oval labeled 'A'.




Anexo N° 20: Instructivo de engrase III. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento





Anexo N° 21: Instructivo de engrase IV. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento






Sistema	Ubicación	Número
DESPUNTADOR	A.-Bulones del despuntador.	02
	B.-Cilindro de levante del despuntador	02
	C.-Pernos de la cabina exterior	02





A

B



C

Anexo N° 22: Instructivo de engrase V. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

**CasaGrande**

**SKF**

Sistema	Ubicación	Número
Divisores de cosecha	A.-Rodillo principal	01 cada lado
	B.-Rodillo auxiliar	01 cada lado
	C.- Cilindro de inclinación del divisor	02 cada lado
	D.-Cilindro de subir y bajar el divisor	04 cada lado
	E.-Machetes laterales	03 cada lado



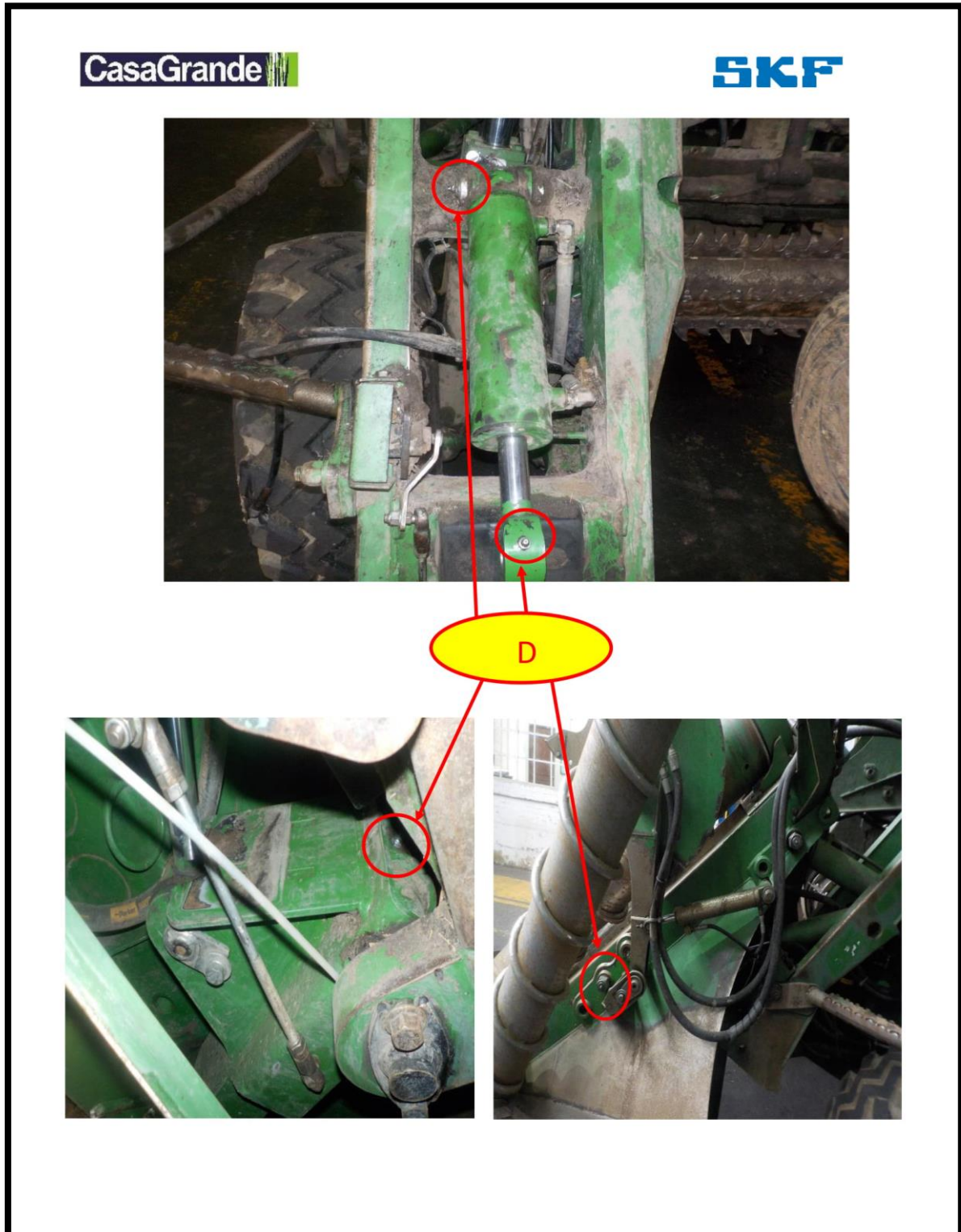
A

B

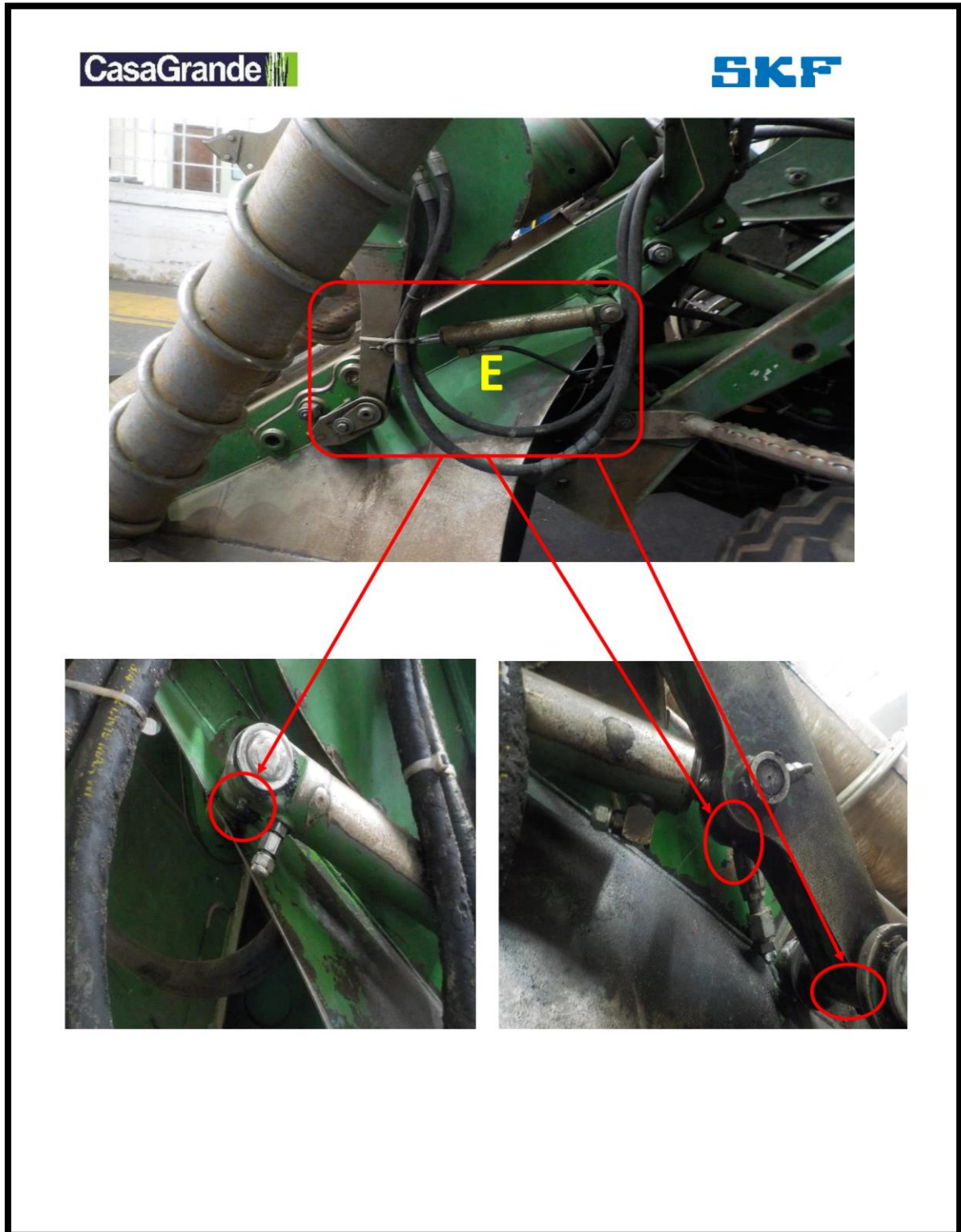
Anexo N° 23: Instructivo de engrase VI. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento




Anexo N° 24: Instructivo de engrase VII. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento




Anexo N° 25: Instructivo de engrase VIII. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

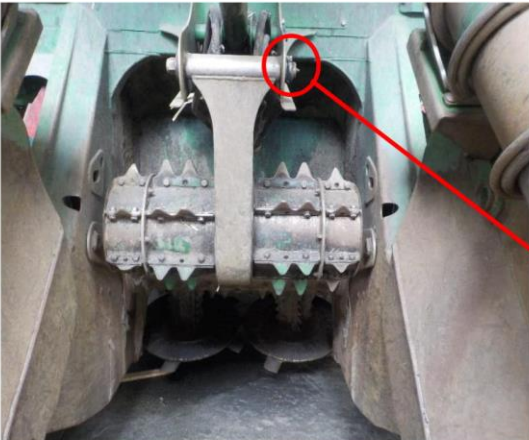




Anexo N° 26: Instructivo de engrase IX. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

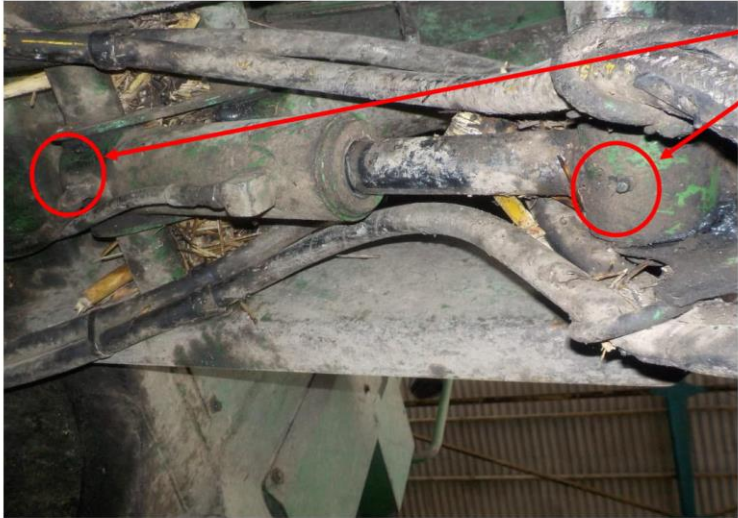




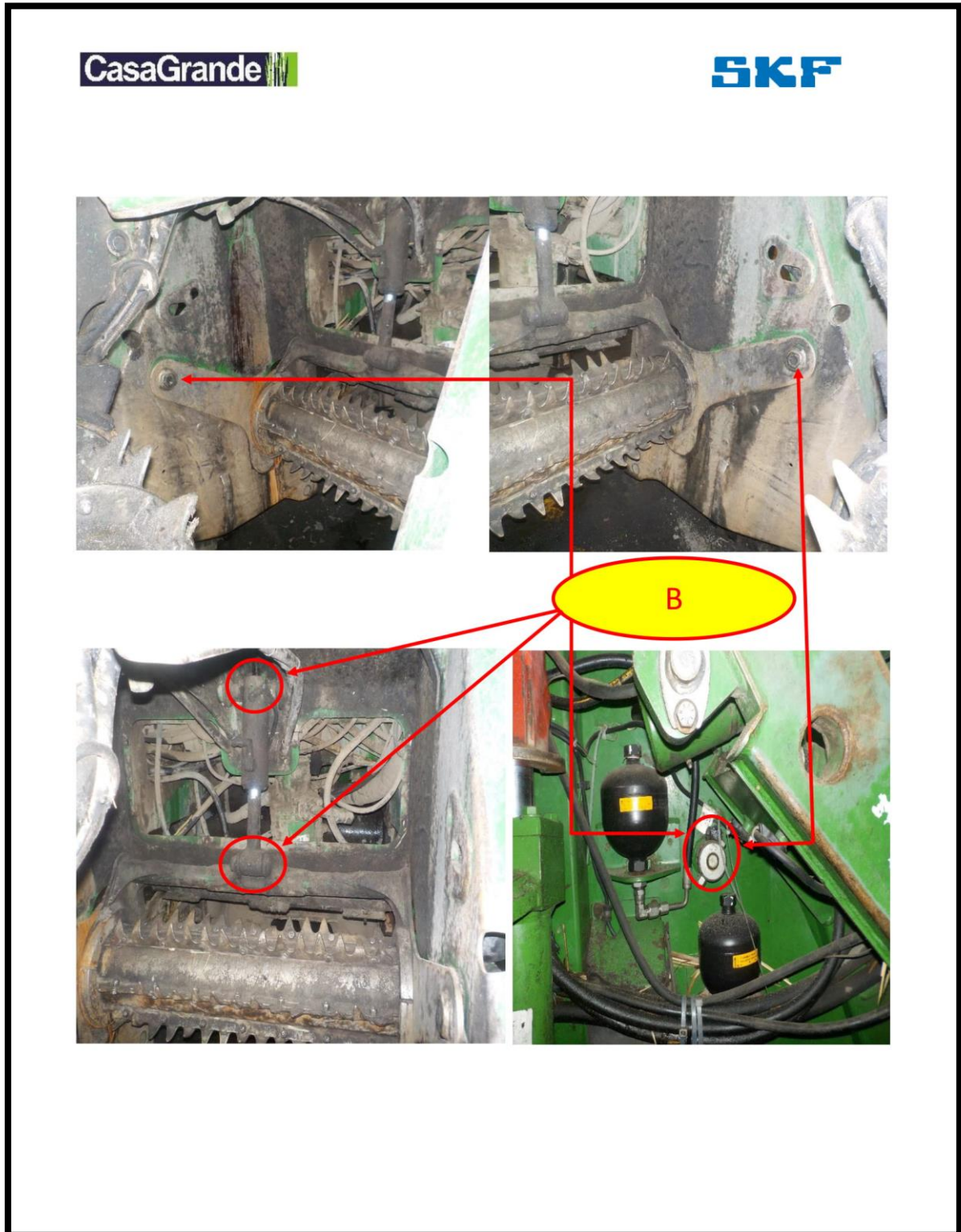
Sistema	Ubicación	Número
Rodillos tumbadores	A.-Bulones de rodillo tumbador superior	04
	B.-Bulones de rodillo tumbador inferior	04







Anexo N° 27: Instructivo de engrase X. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento



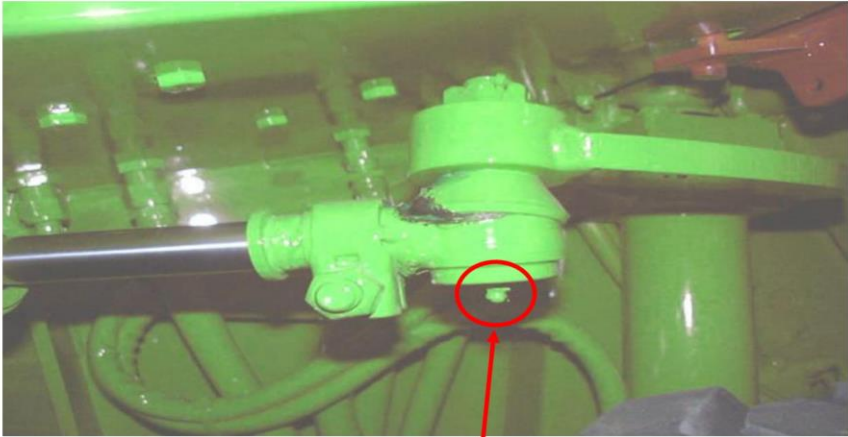


Anexo N° 28: Instructivo de engrase XI. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

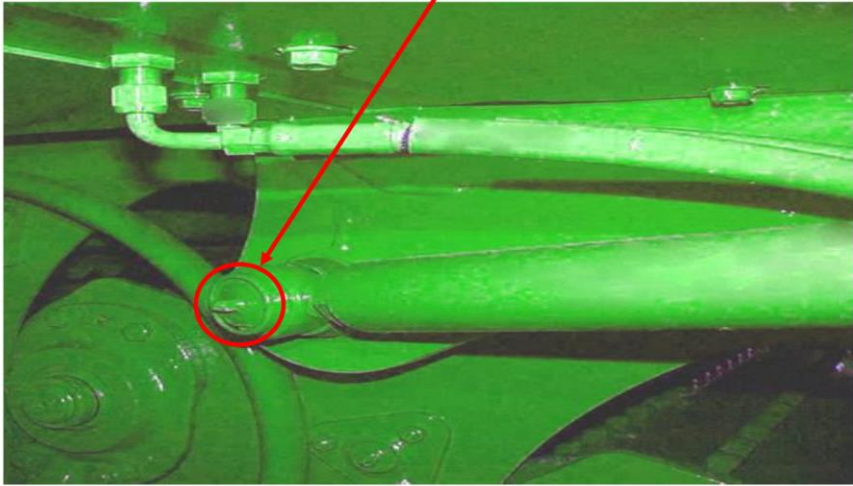





Sistema	Ubicación	Número
Cilindros de Dirección	A.-Pivotes de Cilindro de la Dirección	02 cada Lado




A

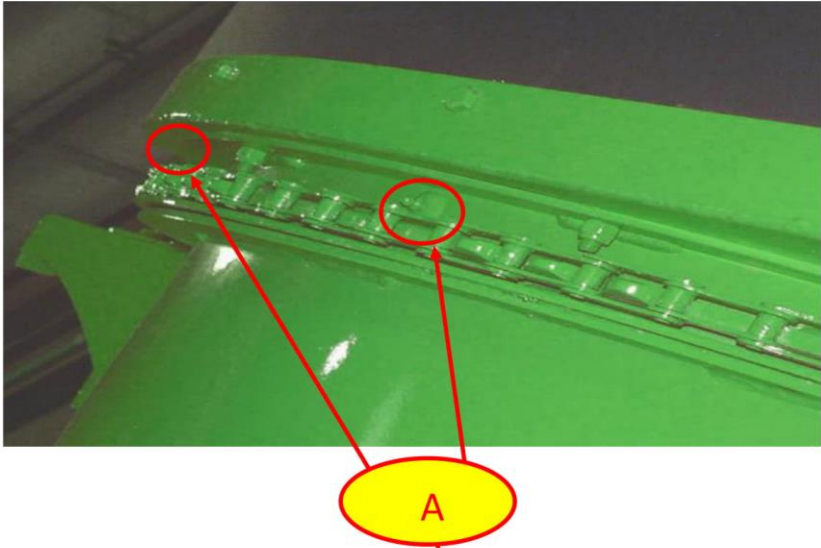


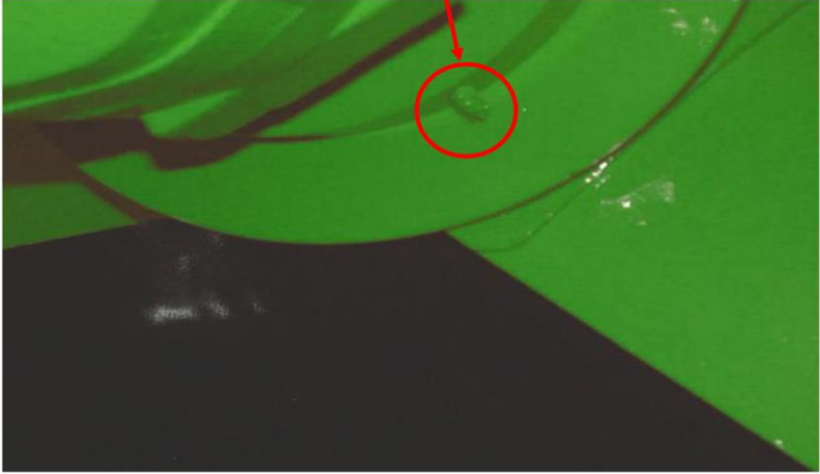
Anexo N° 29: Instructivo de engrase XII. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento





Sistema	Ubicación	Número
Sistema Extractores	A.-Extractor Secundario	03
	B.-Extractor Primario	05





Anexo N° 30: Instructivo de engrase XIII. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento









Sistema	Ubicación	Número
Poleas del cable del elevador	A.-Conjunto de poleas	02 (una en cada lado)

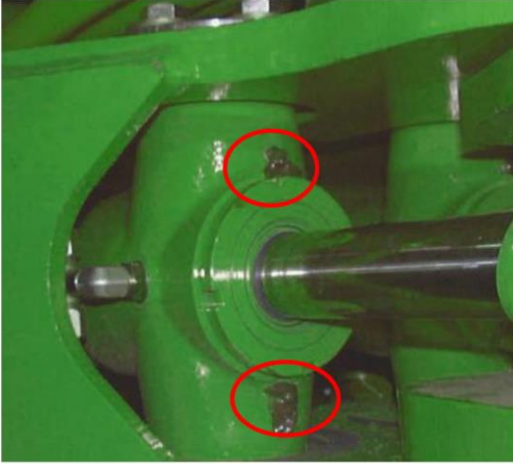


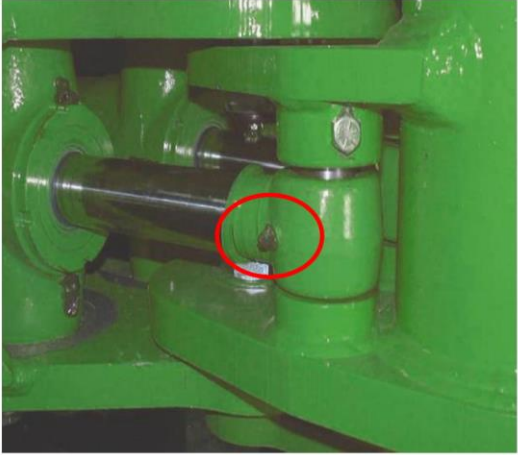
Anexo N° 31: Instructivo de engrase XIV. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento



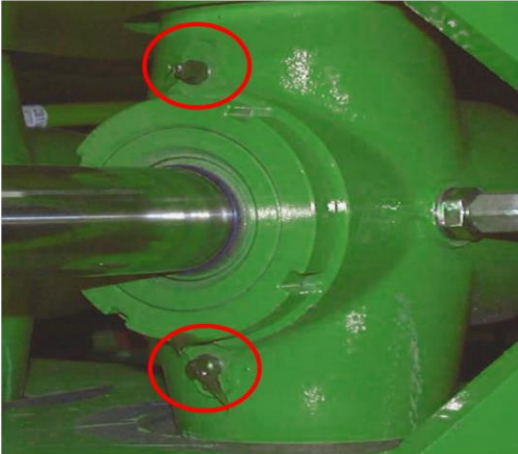


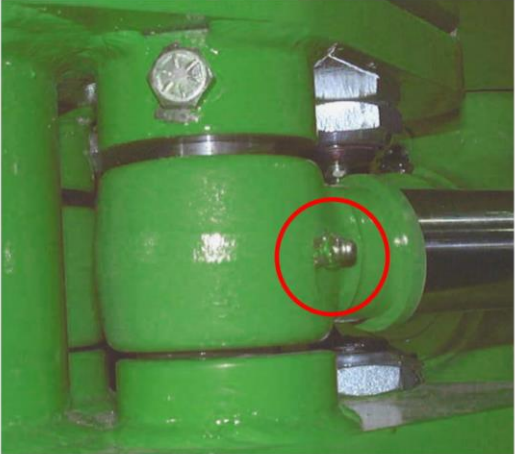
Sistema	Ubicación	Número
Mesa Basculante del Elevador	A.-Meza Basculante del Elevador	09





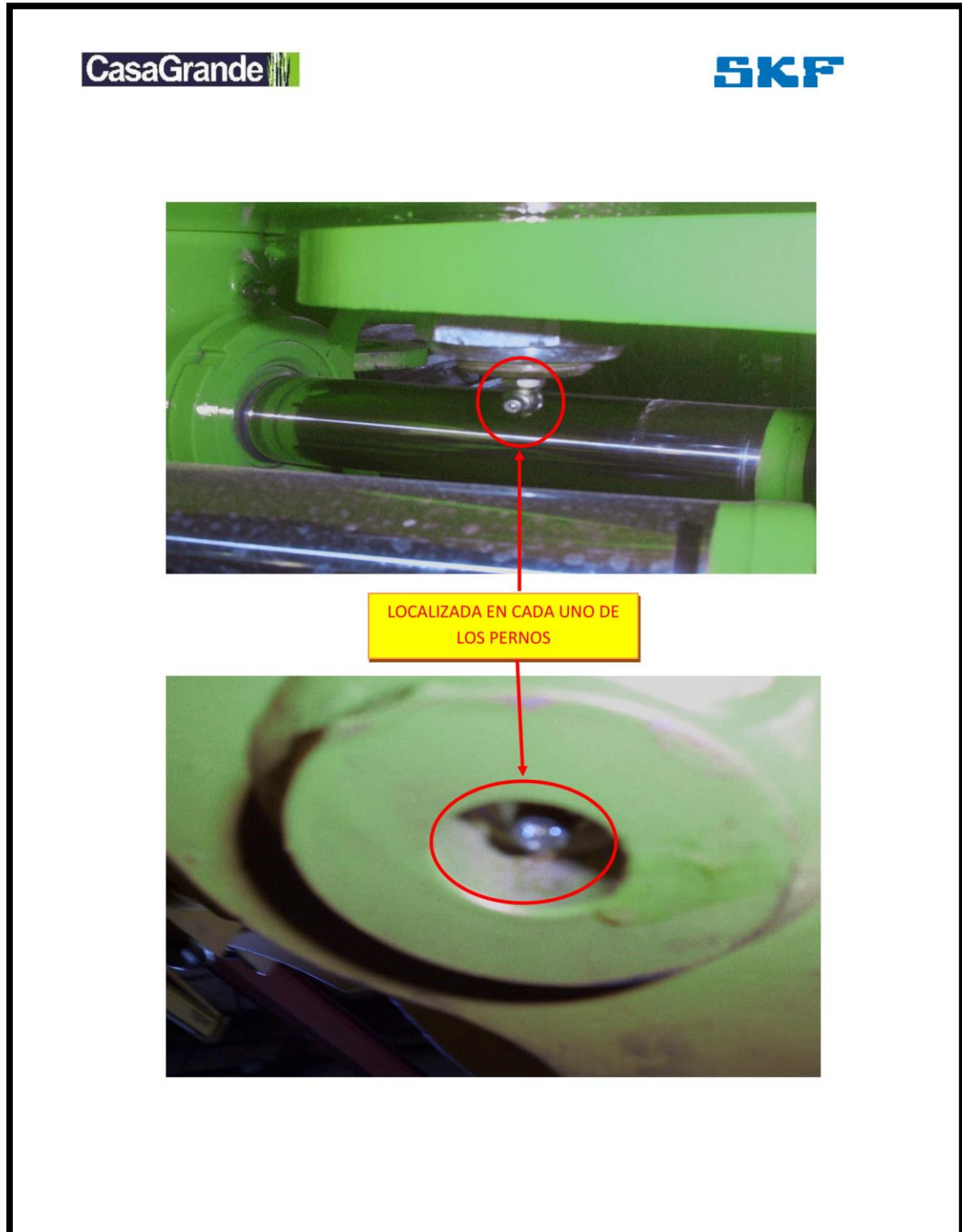
LADO IZQUIERDO







LADO DERECHO

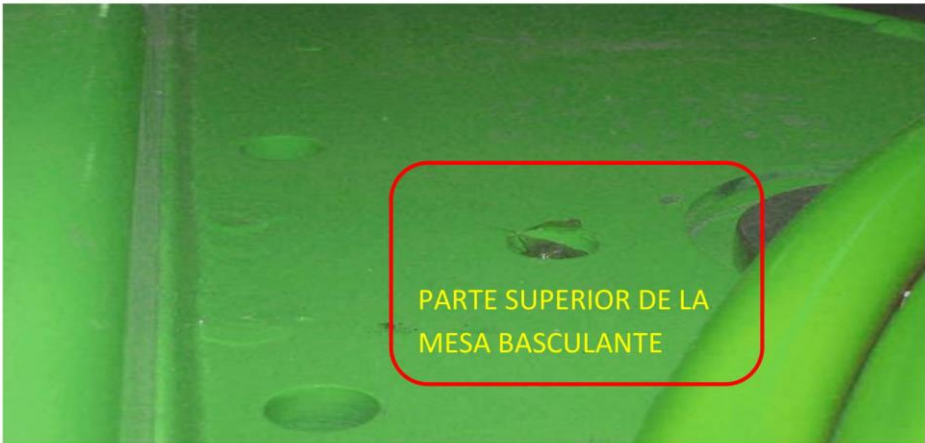
Anexo N° 32: Instructivo de engrase XV. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento



Anexo N° 33: Instructivo de engrase XVI. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

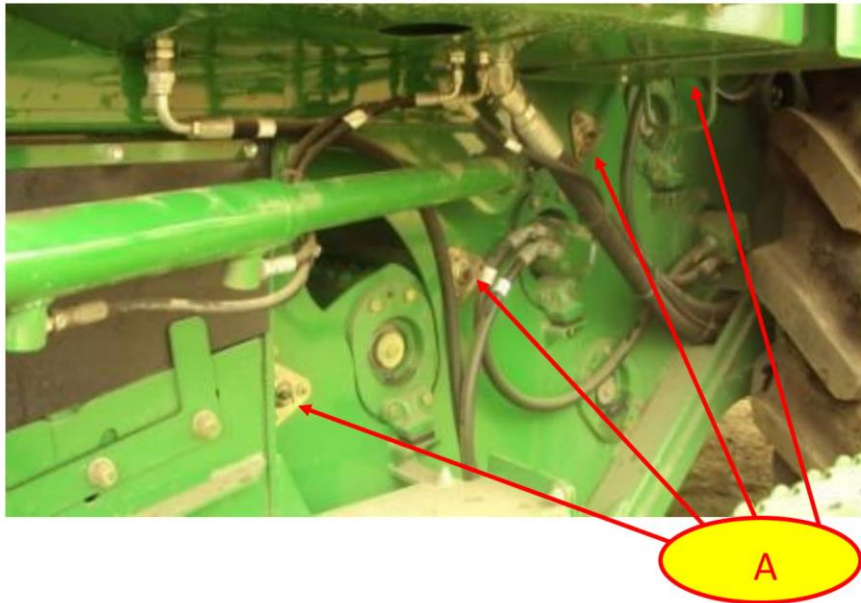








PARTE SUPERIOR DE LA MESA BASCULANTE

Sistema	Ubicación	Número
Brazos de rodillos de Alimentación <b>(BASAMENTOS)</b>	A.-Bulones de Brazos de Rodillo Alimentador Flotante derecha -izquierda	10



Anexo N° 34: Instructivo de engrase XVII. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

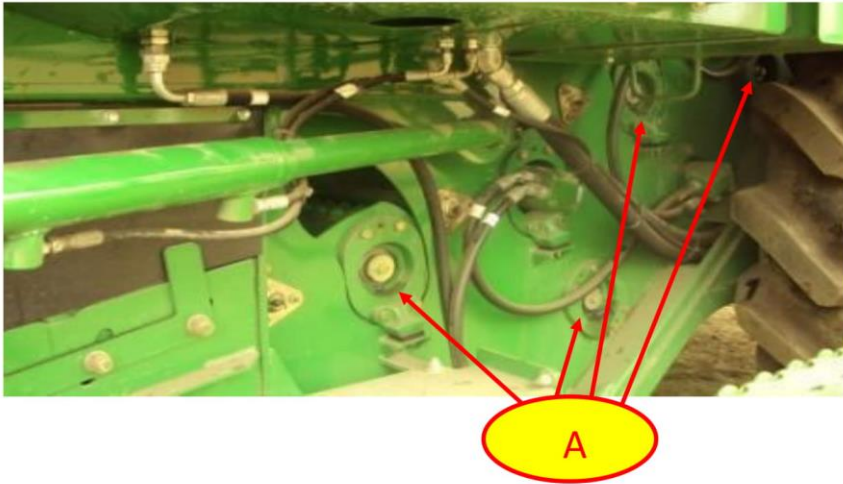




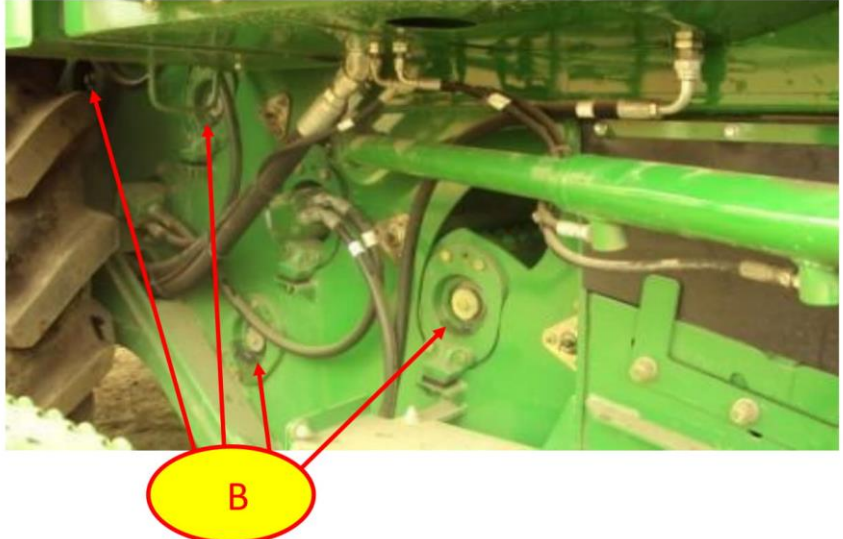
  

Sistema	Ubicación	Número
Rodillos alimentadores	A.- Rodamientos Rodillo Alimentador Derecho	04
	B.- Rodamientos Rodillo Alimentador Izquierdo	05


  




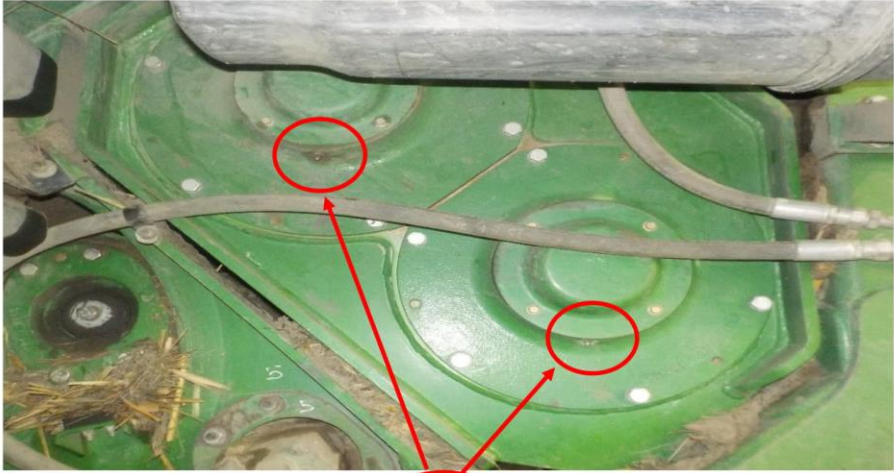


Anexo N° 35: Instructivo de engrase XVIII. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento






Sistema	Ubicación	Número
Eje del Picador y Cortador de Base	A.-Rodamiento de Eje de Picador izquierdo- derecho	02
	B.-Rodamiento de Eje de Cortador de Base izquierdo-derecho	02



A



VALVULA DE  
DESCARGA

B

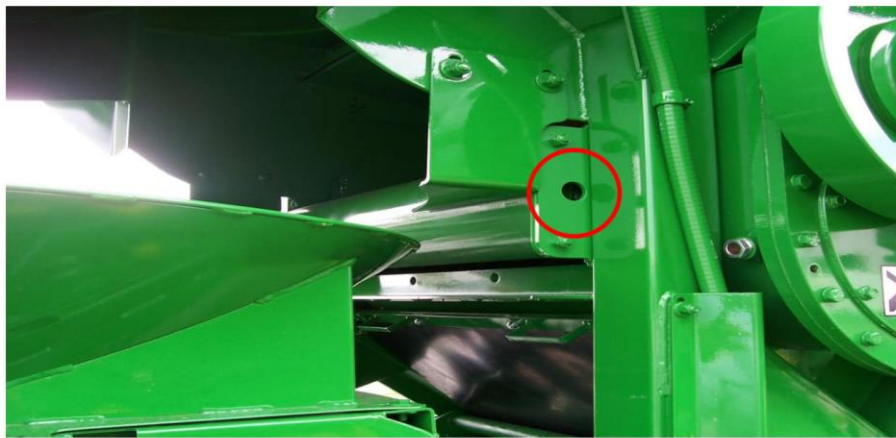


Anexo N° 36: Instructivo de engrase XIX. Fuente: Casa Grande S.A.A. División Mantenimiento

**CasaGrande**

**SKF**

Sistema	Ubicación	Número
Rodillo del Alfeizar	A.-Rodamiento de Rodillo Alfeizar	01



Sistema	Ubicación	Número
Elevador	A.-Rodamientos de Elevador	01 cada lado

