



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

"Plan de mantenimiento de tractores agrícolas John Deere de la  
agencia agraria San Roman - Juliaca, para mejorar la  
confiabilidad, 2022"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Mecánico Electricista**

**AUTORES:**

Benavente Castillo, Anibal ([orcid.org/0000-0002-2370-4209](https://orcid.org/0000-0002-2370-4209))

Quispe Galindo, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0003-1623-0698](https://orcid.org/0000-0003-1623-0698))

**ASESOR:**

Mg. Sifuentes Inostroza, Teofilo Martin ([orcid.org/0000-0001-8621-236X](https://orcid.org/0000-0001-8621-236X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas y Planes de Mantenimiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TRUJILLO - PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

Dedico cada parte de este trabajo de investigación con todo estima y amor a nuestras familias, nuestros padres, por su apoyo muchas veces constante, totalmente incondicional, sujetos de mucho compromiso con nuestra meta que fue encaminada con disciplina.

## Agradecimiento

A Dios por ser nuestro guía de fé y esperanza en la superación de nuestras vidas, a nuestro querido asesor Teófilo Martín Sifuentes Inostroza por la guía y enseñanzas impartidas.

Nada de esto hubiera sido posible cada una de nuestras familias, padres, hermanos (as).

Este trabajo es el resultado de un sinfín de acontecimientos, que poco tuvieron que ver con lo académico, sino más bien, con lo laboral, lo familiar, pero que con el amor y pasión por querer lograr el proyecto dieron creciente resultado.

Al ver el resultado logrado con este ambicioso proyecto, solamente se me ocurre una palabra: ¡Sigamos al unisonó con los retos!

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variable y Operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5. Procedimientos .....	11
3.6. Método de análisis de datos.....	11
3.7. Aspectos éticos.....	11
IV. RESULTADOS .....	12
V. DISCUSIÓN.....	85
VI. CONCLUSIONES.....	89
VII. RECOMENDACIONES .....	90
REFERENCIAS .....	91
ANEXOS .....	97



## Índice de tablas

Tabla 1: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A.....	19
Tabla 2: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B.....	20
Tabla 3: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A.....	21
Tabla 4: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B.....	22
Tabla 5: Disponibilidad promedio de los tractores John Deere .....	23
Tabla 6: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A .....	24
Tabla 7: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B .....	25
Tabla 8: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A .....	26
Tabla 9: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B .....	27
Tabla 10: Confiabilidad promedio de los tractores John Deere.....	28
Tabla 11: Criticidad del tractor John Deere Modelo 6600 - A.....	30
Tabla 12: Criticidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B.....	31
Tabla 13: Criticidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A.....	32
Tabla 14: Criticidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B.....	33
Tabla 15: Promedio de criticidad de los tractores John Deere .....	34
Tabla 16: AMEF y NPR del tractor John Deere Modelo 6600 - A.....	36
Tabla 17: AMEF y NPR del tractor John Deere Modelo 6600 – B.....	40
Tabla 18: AMEF y NPR del tractor John Deere Modelo 6300 – A.....	44
Tabla 19: AMEF y NPR del tractor John Deere Modelo 6300 – B.....	48
Tabla 20: Hoja de decisioness rcm para los tractores JOHN DEERE.....	52
Tabla 21: Sistemas considerador en el programa de mantenimiento.....	54
Tabla 22: Programa de mantenimiento para los tractores JHON DEERE.....	54
Tabla 23: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A.....	61
Tabla 24: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B.....	62
Tabla 25: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A.....	63
Tabla 26: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B.....	64
Tabla 27: Disponibilidad promedio de los tractores John Deere .....	65
Tabla 28: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A .....	66
Tabla 29: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B .....	67
Tabla 30: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A .....	68
Tabla 31: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B .....	69
Tabla 32: Confiabilidad promedio de los tractores John Deere.....	70

Tabla 33: <i>Resumen de indicadores de mantenimiento</i> .....	71
Tabla 34: <i>Resumen de disponibilidad y confiabilidad</i> .....	75
Tabla 35: <i>Inversion para la implementación del mantenimiento – Mano de obra</i> . 77	
Tabla 36: <i>Inversion para la implementación del mantenimiento – Insumos</i> .....	79
Tabla 37: <i>Inversion para la implementación del mantenimiento – Herramientas</i> . 79	
Tabla 38: <i>Inversion para la implementación del mantenimiento – Equipos</i> .....	80
Tabla 39: <i>Inversion para la implementación del mantenimiento – Total</i> .....	80
Tabla 40: <i>Perdidas economicas anuales por reparacion y tiempo</i> .....	81
Tabla 41: <i>Resultados del van y tir mediante el software excel</i> .....	83

## Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de Ishikawa.....	14
Figura 2: Matriz de correlación de Pearson.....	16
Figura 3: Diagrama de Pareto .....	17
Figura 4: Software ProModel.....	56
Figura 5: Configuración de locaciones – “ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO” .....	57
Figura 6: Configuración de frecuencia de actividades de programa de mantenimiento.....	57
Figura 7: Configuración de entidades – “TRACTORES JOHN DEERE” .....	58
Figura 8: Configuración de rutas – “ACCIONES DEL PERSONAL” .....	58
Figura 9: Configuración de procesos.....	58
Figura 10: Configuración de arribos .....	59
Figura 11: Simulación de ejecución del programa de mantenimiento en el software ProModel.....	59
Figura 12: Resultados temporales de cada actividad desarrollada .....	60
Figura 13: Resumen de indicadores de mantenimiento MTBF y MTTR de los tractores John Deere.....	73
Figura 14: Resumen de disponibilidad y confiabilidad de los tractores John Deere .....	76
Figura 15: Tasa de interese promedio del sistema Bancario Nacional.....	82

## Resumen

El objetivo de la investigación fue desarrollar el plan de mantenimiento de los tractores agrícolas John Deere de la Agencia Agraria san Román – Juliaca para mejorar la confiabilidad.

La metodología empleada de la investigación fue, de tipo descriptiva, con un diseño Pre – experimental, con una población conformada por 4 tractores Marca John Deere Modelo 6600 y 6300, y la técnica utilizada fue la entrevista, observación y análisis documental.

En la presente investigación se evaluó algunas causas de las paradas inesperadas de los tractores por medio de un diagrama de Ishikawa siendo principalmente el incumplimiento en el seguimiento y la ausencia de mantenimiento preventivo y ausencia de capacitación, la situación actual de los tractores fue medido por los indicadores, la disponibilidad promedio de las cuatro máquinas de un 88.52% y su confiabilidad promedio de 77.17%; se determinó la criticidad de cada una de la maquinas obteniendo en promedio que el sistema de combustible y el sistema de transmisión hidráulica son los sistemas más Críticos y con un mayor indicador de riesgo fue que el colador del tanque de combustible esta parcialmente obstruido y los filtros de combustible parcialmente obstruidos; se elaboró un programa de mantenimiento indicando las actividad, su frecuencia y la duración de cada una de ellas de acuerdo a la investigación realizada, posteriormente de determino nuevamente los indicadores post programa de mantenimiento y con la ayuda del ProModel, la disponibilidad post programa de mantenimiento obteniendo la disponibilidad promedio de las cuatro máquinas de un 94.76% y su confiabilidad promedio de 84.63% destacando como los sistemas menos confiables el de combustible y transmisión hidráulica con 77.88%, con lo que se concluyó que con la implementación del programa de mantenimiento se logró aumentar la disponibilidad en un 7% y la confiabilidad se logró aumentar en un 7.5%, con un costo de inversión anual del programa de mantenimiento de S/.306 015.00 con un VAN de S/.482 423.79 y un tiempo de recuperación desde el segundo trimestre del segundo año.

**Palabras clave:** Plan de mantenimiento, Tractor John Deere, Agencia Agraria, Confiabilidad

## **Abstract**

The objective of the research was to develop the maintenance plan of the John Deere agricultural tractors of the San Román – Juliaca Agricultural Agency to improve reliability.

The methodology used in the research was, of descriptive type, with a Pre-experimental design, with a population consisting of 4 tractors John Deere Model 6600 and 6300, and the technique used was the interview, observation and documentary analysis.

In the present research, some causes of unexpected tractor stops were evaluated by means of an Ishikawa diagram, being mainly non-compliance in monitoring and the absence of preventive maintenance and absence of training, the current situation of the tractors was measured by the indicators, the average availability of the four machines of 88.52% and their average reliability of 77.17%; the criticality of each of the machines was determined, obtaining on average that the fuel system and the hydraulic transmission system are the most critical systems and with a greater risk indicator was that the fuel tank strainer is partially clogged and the fuel filters partially clogged; a maintenance program was elaborated indicating the activity, its frequency and the duration of each of them according to the research carried out, later the indicators after maintenance program were determined again and with the help of ProModel, the availability post maintenance program obtaining the average availability of the four machines of 94.76% and their average reliability of 84.63% highlighting as the least reliable systems the fuel and hydraulic transmission with 77.88%, which concluded that with the implementation of the maintenance program it was possible to increase availability by 7% and reliability was increased by 7.5%, with an annual investment cost of the maintenance program of S / .306 015.00 with a NPV of S / .482 423.79 and a recovery time from the second quarter of the second year.

**Keywords:** Maintenance plan, John Deere tractor, Agricultural Agency, Reliability

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas fundamentales que enfrentan las entidades públicas a nivel mundial es que muchos municipios, organizaciones, entidades u otros no son eficientes en la confiabilidad de su maquinaria pesada, y muchos aún siguen pensando que la solución de sus fallas es principalmente la aplicación de mantenimiento correctivo. De acuerdo con el tiempo de funcionamiento y la vida útil de la maquinaria agrícola, por ejemplo, el cambio de aceite se realiza en un momento determinado para prolongar su vida útil (Gallo Diaz, 2020).

Las entidades agropecuarias en el Perú, como el caso de la Agencia Agraria de San Román, que posee maquinaria agrícola que carece de un programa de mantenimiento preventivo, realiza mantenimiento sin planificación, utiliza mantenimiento correctivo no planificado, y no tiene una misión clara, sin considerar las recomendaciones del fabricante, además que los repuestos o accesorios necesarios se demoran más de 30 días para que llegue y la máquina se paraliza provocando grandes pérdidas y dinero paralizado (Revolledo Villanueva, 2021).

La implementación de un programa de mantenimiento puede solucionar parte de los problemas de las instituciones agropecuarias de San Román al poder identificar problemas y deficiencias a través de fichas técnicas y catálogos, así como verificar el estado actual de las máquinas para planificar y programar controles y poder establecer cronogramas de mantenimiento, así mismo se dará una de las listas de requerimientos para su mantenimiento, mediante la descripción actual de las maquinarias agrícolas y el apoyo del personal, mecánicos y especialistas en su materia.

En base a lo especificado anteriormente se ha tenido por conveniente establecer la formulación del problema siguiente: ¿En qué medida el plan de mantenimiento podrá influir en mejorar la confiabilidad de los tractores agrícolas John Deere de la Agencia Agraria san Román - Juliaca?

La investigación proporciona como un documento de apoyo para la sección técnica, ya que la Agencia Agraria al implementar el programa de mantenimiento podrá lograr mayores rendimientos al hacer que las máquinas

estén disponibles y funcionando sin tiempos de inactividad no planificados para el mantenimiento correctivo; en términos económicos, dado que la maquinaria agrícola es el activo más importante de una institución agrícola porque juega un papel importante en la prestación de servicios a los agricultores, la institución debe pagar los repuestos cada vez que la máquina se detiene; en términos ambientales, debido al sistema de maquinaria agrícola al contener fluidos derivados del petróleo altamente contaminantes, entonces una máquina en mal estado es un peligro para el medio ambiente ya que es probable que escape gases como el dióxido de carbono y contamine directamente desde el aire; en el lado social, brindara una continua prestación de servicios a los agricultores; desde el punto de vista de la seguridad de las personas, especialmente de los operadores, al ser una máquina que no está en buenas condiciones o tiene una alta probabilidad de falla lo que conlleva un peligro del operador; en la parte teórica, el programa de mantenimiento está diseñado para aumentar la confiabilidad del establecimiento agrícola San Román - Juliaca, por lo tanto, se debe planificar y programar el mantenimiento con el fin de aumentar la eficiencia operativa de la maquinaria y extender la vida útil de la misma. por lo tanto, reduce los costos de reparación y reduce las horas perdidas.

Una vez formulada las justificaciones se procedió a determinar el objetivo general: Desarrollar el plan de mantenimiento de los tractores agrícolas John Deere de la Agencia Agraria san Román – Juliaca para mejorar la confiabilidad y para llegar a ello se tuvieron en cuenta como objetivos específicos lo siguientes: i) Evaluar la situación actual de los tractores para determinar la confiabilidad actual del servicio operacional y su disponibilidad. ii) identifica mediante el análisis de criticidad, los elementos no críticos semi críticos y críticos, así como realizar el AMEF y NPR. iii) Elaborar un programa de mantenimiento preventivo en base a los resultados y del análisis de criticidad; iv) Determinar los nuevos indicadores de disponibilidad y confiabilidad obtenidos del post programa de mantenimiento v) Evaluar la inversión necesaria del programa de mantenimiento preventivo y retorno operacional.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la presente investigación se tuvo en consideración los siguientes antecedentes referidos al tema como el de (Valdera Castillo, 2020) En su investigación, el objetivo fue implementar un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de los tractores agrícolas Gerstein S.A.C, LaLibtad, 2020, en la que primeramente encontró la criticidad de los componentes y sistemas de la tractor oruga D7G CAT, en donde en su evaluación previa la disponibilidad promedio fue de 46.67% y la confiabilidad promedio fue de 38.28%, mediante el análisis de criticidad, el análisis AMEF y NPR en donde determino que las causas, luego con la información obtenido realizo el plan de mantenimiento dando solución a las principales causas de falla y además realizo un Check List para los tractores agrícolas John Deere, por lo que concluyo es que la implementación del programa de mantenimiento redujo el tiempo medio de reparación a 194,05 horas y aumentó la disponibilidad del tractor agrícola en un 93 % y la confiabilidad en un 92 %.

En su trabajo de tesis de (Teran Suarez, 2022) En su investigación, el objetivo fue proponer alternativas de solución a los problemas que pudiera encontrar Danper Agrícola Olmos S.A.C en el campo del mantenimiento, en donde realizo un diagrama de Ishikawa, un flujograma del mantenimiento actual con lo que determino una disponibilidad del 77% y una confiabilidad del 86%, luego mediante el análisis de fallas AMEF y NPR elaboro un nuevo plan de mantenimiento y formatos de procedimiento de mantenimiento pudo obtener nuevo valores de disponibilidad de 92% y confiabilidad de una 96%, por lo que concluyo que la aplicación de forma recurrente el plan de mantenimiento mejorar los problemas de los tractores agrícolas.

También en la tesis de (Mayorca Alvarado, 2019) tuvo como objetivo analizar aplicación de un sistema de mantenimiento basado en RCM en una empresa que presta servicios de Renta de Equipo Pesado para la Industria Minera, en donde realizo un levantamiento de campo de las fallas operacionales durante 12 meses, donde se evidencio las fallas, causas, efectos, los componentes más críticos y reconocer sus efectos mediante las hojas AMEF, posteriormente implemento el programa de mantenimiento durante 7 meses, obteniendo como resultado una



pérdida económica hacia la empresa de \$70,416 por año con un VAN positivo de S/. 175,142, con lo que concluyo que aplicar el plan de mantenimiento asegura que la maquinaria supere una disponibilidad del 90%.

En el proyecto de investigación desarrollado por (Meza Huayta, 2020) El objetivo es implementar un programa de mantenimiento preventivo apoyado por RCM para mejorar el desempeño de la disponibilidad de maquinaria de una excavadora CAT 336 de maquinaria pesada – Compañía Minera Raura S.A. 2019, en donde mediante un levantamiento de campo, recopiló la frecuencia de fallas, las causas de las fallas, los elementos más críticos y sus efectos, por lo que obtuvo como resultado el 50% de las fallas es debido al desgaste al brazo hidráulico y el 25% fue debido al esfuerzo de la pala hidráulica, en lo que concluyo que la disponibilidad mecánico subido hasta 93%.

En el trabajo de grado presentado por (Tarrillo Santa Cruz, 2020) tuvo como objetivo proponer para la provincia de Bagua – un programa de Mantenimiento preventivo de maquinaria pesada en Amazon Construcción y Administración S.A, donde realizó un inventario de la maquinaria pesada (horas de fallas, tiempo de reparación, paradas totales), además, evaluó los indicadores de mantenimiento durante 12 meses y analizó los costos generados, por lo que logró en promedio tener una disponibilidad con un 93%, con una confiabilidad de 93,7% y una mantenibilidad de 57% de las 37 maquinarias analizadas, con un ahorro de S/.317 078,12 teniendo un VAN S/ 256 770,71 un TIR 25% y Tiempo de retorno de 2,35 años.

Otro antecedente relacionado fue el de (Tasilla Flores, 2016) tuvo como objetivo proponer un programa de mantenimiento de maquinaria pesada de la empresa Tecnooldher en el cual por medio de estadística descriptiva, auditorías de mantenimiento, formatos de control se obtendrá el estado actual de los equipos críticos, por lo cual concluyo que al implementar el mantenimiento enfocado a la confiabilidad se incrementará en un 79% la disponibilidad inicial en un 12 %, también identificamos los motores eléctricos y las bombas hidráulicas como los componentes más críticos, de lo cual concluyeron que los componentes más críticos La evaluación de este dispositivo nos ayudará a aumentar nuestra jornada laboral.

En la tesis desarrollada por (Espinoza Gamarra, 2018) el objetivo fue la Implementar un programa de mantenimiento preventivo para aumentar el foco en trabajos de maquinaria pesada en el Municipio Distrital de Curahuasi, Abancay, que por medio del análisis del tiempo perdido por reparación y el uso del diagrama de Ishikawa y Pareto determino las causas que generan una baja disponibilidad durante y, además, determino el costo de inversión necesaria, por lo que concluyo que de diciembre a enero aumentaron su disponibilidad de 88.0 % a 92.2 %, y un costo mensual de S/.33 413.45 un VAN de S/.117 106.00 y un TIR del 10.15% siendo rentable el proyecto.

En el artículo desarrollado por (Molina Roldan, 2021) la meta fue desarrollar un programa de mantenimiento con enfoque RCM, enfocado a la confiabilidad para incrementar la disponibilidad de las máquinas de SERMETAL SAC en Trujillo, mediante la identificación de los problemas que dificultan el trabajo por medio de Análisis de modo, fallas, causas y efecto (AMEF) y poder determinar los indicadores y establecer las actividad del programa de mantenimiento, pudo concluir que pre programa de mantenimiento encontró un 77 % de disponibilidad, 86 % de confiabilidad, 4 % de mantenibilidad y 77 % de eficiencia mecánica, y post programa de mantenimiento aumento a 98 % de confiabilidad, la mantenibilidad aumentó a 6%, la eficiencia mecánica aumentó a un 96%.

En cuanto a los conceptos que serán necesarios conocer tenemos, la gestión se ocupa de la gestión empresarial y se aplica a los sistemas técnicos y sociales. Su objetivo principal es crear bienes o servicios que ayuden a mejorar el nivel de vida de las personas. El mantenimiento consta de dos aspectos básicos: la gestión y la operación. La gestión, planificación y control de los recursos, seguida del mantenimiento del rendimiento físico del servicio (Ulloa Trujillo, 2019), también se define como la acción y efecto de mantenimiento o conservación, el conjunto de operaciones y cuidados necesarios a una instalación, edificio, industria, etc. Puede continuar el funcionamiento normal, de los cuales existen varios tipos de mantenimiento, como el mantenimiento correctivo, definido como un conjunto de tareas encaminadas a corregir los defectos que ocurren en diferentes equipos: como el mantenimiento preventivo, definido como las tareas para mantener un determinado nivel en el servicio de los equipos, es decir, programar la intervención

en el momento más adecuado para sus puntos débiles y procurar comprender e informar permanentemente sobre el estado y operatividad de una instalación, entendiendo el valor de ciertas variables, el mantenimiento predictivo que representa ese estado y el género de operatividad (Ulloa Trujillo, 2019).

Un tractor es un vehículo con la capacidad de movilidad autónoma la cual se usa para jalar o empujar un remolque, bote, implemento u otra maquinaria o carga pesada. Hay tractores para diferentes tareas, como agricultura, construcción, marina, movimiento de tierras o mantenimiento profesional de áreas verdes (mini tractores). Su principal característica es la buena capacidad de puesta a tierra (Revolledo Villanueva, 2021).

Los tractores agrícolas John Deere son vehículos utilizados en el sector agrícola para transportar o accionar diferentes máquinas que se utilizarán en la agricultura actual, diseñados para todo tipo de productores para aumentar la productividad y el rendimiento (Chucas Manayay, 2022).

La confiabilidad es la probabilidad de que una máquina realice su tarea correctamente en un espacio determinado y un entorno operativo dado: la disponibilidad es el principal indicador cuantitativo relacionado con la sostenibilidad, ya que cierra la brecha de productividad. Determinando la probabilidad de que un componente esté listo para la producción dentro de un cierto período de tiempo, es decir, paralizado debido a un defecto o reajuste, ISO/DIS 14224 describe la capacidad de mantenimiento, proporciona capacidad, en minúsculas, tiene un plazo de espacio determinado Partes o elementos que son conservados o actualizados hasta la etapa en que sean elegibles para ser repetidos en su ubicación principal, utilizando técnicas y procesos apropiados cuando se realiza el mantenimiento en caso de vencimiento (Gallo Díaz, 2020).

La Dirección Regional Agraria de Puno es responsable de la recolección y elaboración de información en 15 departamentos estadísticos de la provincia de Puno (como producción agrícola, ganadería y agroindustria); transformación de productos agropecuarios, comercialización y volatilidad de precios de productos agrícolas. También contiene información sobre intenciones de siembra, cosechas, costos de producción, precios de finca, precios de fertilizantes, UEPPIS, etc.; y

planes de emergencia, etc., por departamento de estadística (Dirección Regional Agraria Puno, 2022).

Un mal funcionamiento es un cambio en un elemento o máquina que le impide realizar la función para la que fue diseñado. Según diversas definiciones, existe una amplia gama de tipos de averías, que se pueden clasificar según su causa: avería del sistema eléctrico, avería mecánica, avería del elemento de control, etc. Adicionalmente, se puede definir como cualquier elemento o bien que no cumple correctamente su función (Gallo Díaz, 2020), mientras que el modo de falla es cualquier suceso que desemboca en una falla funcional.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) es el proceso de determinar qué se debe hacer para mantener un elemento físico o activo en particular altamente disponible y operativo en su entorno funcional actual (Gallo Díaz, 2020)

Algunos conceptos relacionados con el tema a estudiar son; indicadores básicos de gestión de mantenimiento, el concepto de indicadores como hechos cuantitativos para medir la eficacia y/o eficiencia de un proceso o sistema (real o simulado) en su totalidad o en parte, estándares de referencia, Objetivos identificados o aceptados en el plan o en el marco estratégico corporativo (Sarmiento Melendez, 2017), como la confiabilidad operacional la cual está dada por:

$$\text{Confiabilidad} = e^{-\lambda * t} * 100\% \quad (1)$$

Donde:

- e                    Constante neperiana, 2.303 ...
- $\lambda$                 Tasa de fallas

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

- t                    Es el tiempo total de análisis
- MTBF              Tiempo medio entre fallas

La disponibilidad total se calcula mediante la fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\% \quad (2)$$

Tiempo medio entre fallos, el tiempo medio entre fallos/fallos para un dispositivo dado. Por lo tanto, representa la confiabilidad de la operación del activo, cuanto mayor sea su MTBF, más confiable es, la fórmula de cálculo es la siguiente:

$$MTBF = \frac{\text{No de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{No de averias}} \quad (3)$$

El tiempo medio de reparación se refiere al tiempo promedio que lleva reparar una falla y hacer que el dispositivo vuelva a funcionar normalmente, calculado de la siguiente manera:

$$MTTR = \frac{\text{No de horas totales de paro por averia}}{\text{No de averias}} \quad (4)$$

El costo de la mano de obra por mantenimiento se calculará mediante la formula:

$$\text{Costo de hora media} = \frac{\text{No de horas de mantenimiento}}{\text{Costo total de mano de obra de mantenimiento}} \quad (5)$$

La criticidad es un método utilizado para categorizar dispositivos y sistemas teniendo en cuenta su impacto general para ayudar en la toma de decisiones. Este análisis permite identificar áreas donde se debe prestar especial atención durante el mantenimiento, dependiendo del proceso que realice el activo físico, es decir, el análisis de modos y efectos de falla, el cual se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia} \quad (6)$$

AMEF es analizar los efectos y modos de falla, cuyo método de análisis permite identificar las diferentes formas en que pueden ocurrir las fallas,

especialmente los más frecuentes y con mayor probabilidad de conducir a fallas funcionales, además de identificar posibles efectos en equipos o maquinarias. Cada modo de falla responde a la pregunta: ¿Qué pasó? Una representación del resultado de una falla debe contener datos o información significativos para respaldar el análisis del defecto o resultado de la falla. Toda la información que necesita para respaldar el análisis de los resultados de falla. En particular, al detallar los efectos de las fallas, se debe documentar lo siguiente. Este análisis debe realizarse para cada sistema, subsistema y elemento reconocido. La falla funcional es la incapacidad de un activo físico para realizar su función dentro de los parámetros operativos aceptables para el operador (Gallo Diaz, 2020).

NPR (Número de Prioridad de Riesgo) es un valor que puede priorizar los modos de falla y sus causas identificadas y registradas en el instrumento de análisis FMEA, se obtiene multiplicando el peso de ocurrencia por la severidad y detectabilidad. Los resultados de esta multiplicación ayudan a priorizar actividades para identificar acciones que conducirán a la modificación, adaptación o establecimiento de nuevas actividades para reducir los riesgos detectados, lo que finalmente conducirá al rediseño.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** la investigación es descriptiva ya que busca observar y obtener la información de las variables sin asociarlas entre sí (Gallardo Echenique, 2017), en la que se indagará sobre la situación actual de los tractores agrícolas John Deere y finalmente da una propuesta del programa de mantenimiento general para los tractores agrícolas John Deere de la Agencia Agraria San Román – Juliaca.

**Diseño de la investigación:** Pre - experimental: ya que mediante el programa de mantenimiento pretendemos dar únicamente una propuesta sin llegar a la implementación, con un alcance dirigida a la Maquinaria Agrícola John Deere.

#### 3.2. Variable y Operacionalización

**Independiente:** Programa de Mantenimiento de los tractores Agrícolas John Deere

**Dependiente:** Mejorar la confiabilidad del servicio

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Los tractores agrícolas de la Agencia Agraria San Román – Juliaca

**Muestra:**

- 2 tractores agrícolas Marca John Deere Modelo 6600
- 2 tractores agrícolas Marca John Deere Modelo 6300

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

Para la presente investigación se utilizarán las siguientes técnicas, la entrevista, observación y análisis documental, para verificar la situación actual y describir los sistemas de los tractores agrícolas de la marca John Deere de la Agencia Agraria San Román – Juliaca

En cuanto a los instrumentos utilizados serán, el guía de entrevista para poder medir el nivel de criticidad.

### **3.5. Procedimientos**

En primera instancia se solicitó el permiso a la Agencia Agraria san Román – Juliaca, luego con la guía de entrevista se procederá a entrevistar al personal que labora en la Agencia Agraria para poder determinar la Criticidad y tener un diagnóstico de la situación actual de los tractores agrícolas de la marca John Deere, luego se, por medio de la entrevista se poder medir y determinar las variables de estudio y finalmente se procederá a elaborar una propuesta de programa de mantenimiento para evaluar la nueva confiabilidad de los tractores agrícolas.

### **3.6. Método de análisis de datos**

En primer lugar, se explicará detalladamente el diagrama de Ishikawa, y para realizar el diagrama de Pareto, también se utilizará la herramienta de análisis estadístico y de frecuencias para crear una base de datos para que toda la información se pueda manejar de manera ordenada. Datos recogidos en entrevistas utilizando el software Microsoft Excel.

### **3.7. Aspectos éticos.**

La presente investigación es regida bajo los estándares que estipula la norma APA el cual está en el “Manual de referencias de la Universidad Cesar Vallejo”, el cual respeta y considera las normas éticas para la elaboración de los trabajos de investigación normados por la Universidad, por ende, los autores del trabajo de investigación se comprometen y rigen a respetar y dan fe de la autenticidad de los resultados obtenidos sin incurrir al plagio.



## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Evaluación de la situación actual de los tractores para determinar la confiabilidad actual del servicio operacional y su disponibilidad**

Para la evaluación situacional inicial en cuanto al mantenimiento y evitar paradas inesperadas de los Tractores JOHN DEERE de la agencia agraria San Román, se ha empleado un diagrama de Ishikawa y así poder determinar las causas que originan el problema central que esta referida a la baja confiabilidad de los tractores debido a las paradas inesperadas.

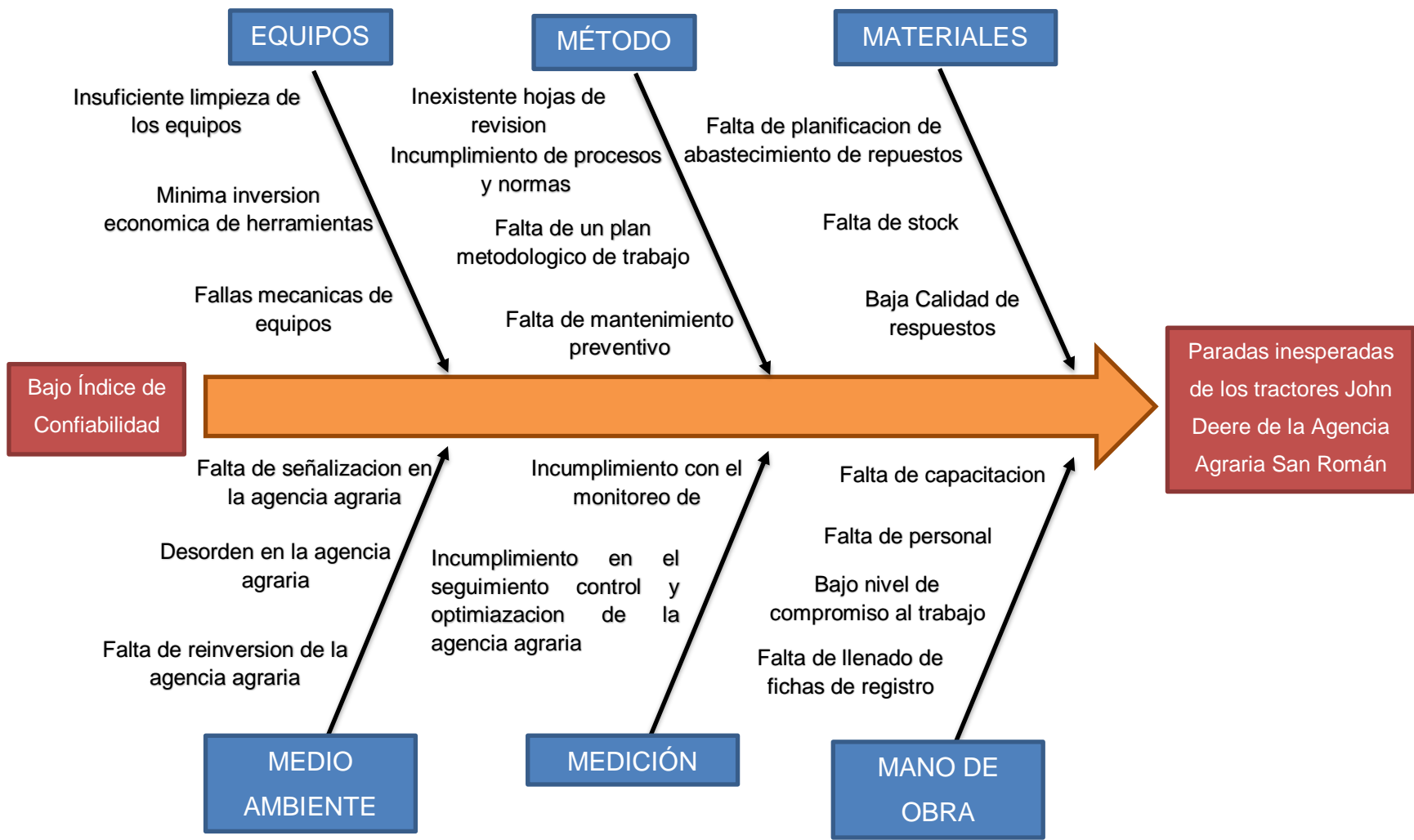


Figura 1: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

Se observan fallas ocasionadas por materias primas, métodos de uso, equipos utilizados, medio ambiente, además de la mano de obra también incide, se priorizarán todos estos aspectos que inciden directamente en la confiabilidad del tractor.

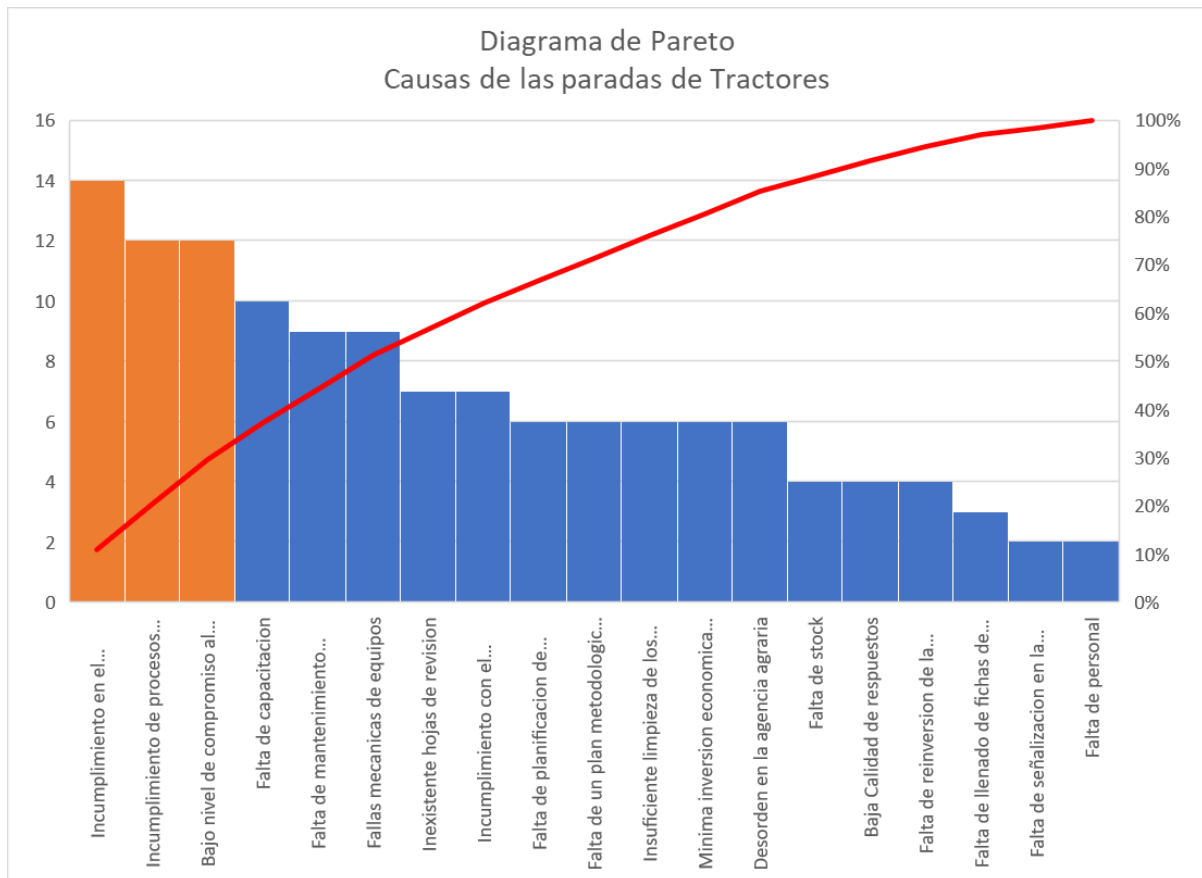
La información del diagrama de Ishikawa se elabora como un diagrama de Pareto, además de una matriz de correlación de Pearson, donde se evalúa el nivel de relación lineal entre cada causa. Se miden con un valor entre 0 y 1, donde un valor de 0 significa que no hay una relación, y un valor de 1 significa que hay una relación entre ellos.

CAUSAS		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	PUNTAJE	% PROMEDIO
P1	Falta de planificación de abastecimiento de repuestos		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	6	4.65
P2	Falta de stock	1		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	3.10
P3	Baja Calidad de repuestos	1	0		0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	3.10
P4	Inexistentes hojas de revisión	0	0	0		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	7	5.43
P5	Incumplimiento de procesos y normas	0	1	1	1		1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	12	9.30
P6	Falta de un plan metodológico de trabajo	0	0	0	1	1		0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	6	4.65
P7	Falta de mantenimiento preventivo	0	0	0	1	1	0		1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	9	6.98
P8	Insuficiente limpieza de los equipos	0	0	0	1	1	0	1		0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	6	4.65
P9	Mínima inversión económica de herramientas	0	0	0	1	0	0	1	0		1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	6	4.65
P10	Fallas mecánicas de equipos	0	0	1	0	0	1	1	0	1		0	0	0	1	1	1	1	1	0	9	6.98
P11	Falta de señalización en la agencia agraria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	0	0	0	0	0	0	2	1.55
P12	Falta de orden en la agencia agraria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	1	1	1	0	1	0	6	4.65
P13	Falta de reinversión de la agencia agraria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		0	1	0	0	1	0	4	3.10
P14	Falla en monitorear la condición del dispositivo	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0		0	1	1	1	0	7	5.43
P15	Incumplimiento en Control Fiscalizador y Optimización de Instituciones Agropecuarias	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1		1	0	1	1	14	10.85
P16	Falta de capacitación	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1		0	1	1	10	7.75
P17	Falta de personal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0		0	0	2	1.55
P18	Bajo nivel de compromiso al trabajo	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0		0	12	9.30
P19	Falta de llenado de fichas de registro	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0		3	2.33
																					129	100.00

Figura 2: Matriz de correlación de Pearson

Fuente: Elaboración propia

Las razones con mayor impacto incluyen: planificación de adquisición de repuestos ineficiente, inventario de repuestos insuficiente, repuestos de baja calidad, falta de formato de revisión, incumplimiento de procedimientos y estándares, planificación de trabajo ineficiente, falta de mantenimiento preventivo, limpieza de equipos ineficaz, baja presupuesto de herramientas, falla del equipo mecánico, división inadecuada del taller, taller desorganizado, falta de interés en invertir en el entorno del taller, falta de seguimiento del estado del equipo, falta de seguimiento, control y mejora continua, falta de capacitación, personal insuficiente, bajo nivel de compromiso y concientización, incumplimiento de registros de llenado, donde se destacó el incumplimiento de seguimiento, control y optimización de organismos agropecuarios (14%), incumplimiento de procesos y normas (12%) y falta de capacitación (10%).



*Figura 3: Diagrama de Pareto*

Fuente: Elaboración propia

Según el diagrama de Pareto mostrado muestra que según el porcentaje acumulado la Agencia Agraria San Román debería de enfocarse en solucionar los tres primeros ítems: Incumplimiento en el seguimiento control y optimización de la agencia agraria, Incumplimiento de procesos y normas y Bajo nivel de compromiso al trabajo que dan como porcentaje acumulado superior al 75%.

#### 4.1.1. Disponibilidad por maquinaria

Se determinará la disponibilidad de cada uno de los sistemas que comprende cada tractor John Deere en un plazo de 22 días, dando un total de 176 horas dentro de la Agencia Agraria San Román, para el caso del Sistema de Combustible se obtuvo que según la ecuación (2 – 3) y los detalles dados por el personal entrevistado por medio de la Guía de Entrevista “Anexo 6”.

##### 4.1.1.1. Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A

$$\begin{aligned} \text{No de averias en el periodo analizado} &= \frac{\text{No de averias anuales}}{12} = \frac{8}{12} \\ &= 0.67 \text{ averias al mes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MTBF} &= \frac{\text{No de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{No de averias en el periodo analizado}} = \frac{176}{0.67} \\ &= 262.69 \text{ horas} \end{aligned}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\text{No de horas totales de paro por averia}}{\text{No de averias en el periodo analizado}} = \frac{40}{0.67} = 59.70 \text{ horas}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100\% = \frac{262.69}{262.69 + 59.70} * 100\% = 81.48\%$$

Tabla 1: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A

<b>John Deere Modelo 6600 - A</b>							
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
Combustible	8	0.67	40	262.69		59.70	81.48%
Transmisión hidráulica	8	0.67	20	262.69		29.85	89.80%
Embrague	3	0.25	10	704.00		40.00	94.62%
Refrigeración	3	0.25	8	704.00		32.00	95.65%
Admisión y escape de aire	3	0.25	3	704.00		12.00	98.32%
Levante hidráulico	3	0.25	7	704.00		28.00	96.17%
Mandos finales	3	0.25	112	704.00		448.00	61.11%
Fuerza	4	0.33	11	533.33		33.33	94.12%
Encendido	4	0.33	6	533.33	176	18.18	96.70%
Dirección y frenos	4	0.33	17	533.33		51.52	91.19%
Lubricación	5	0.42	9	419.05		21.43	95.14%
Transmisión mecánica	4	0.33	96	533.33		290.91	64.71%
Carga	5	0.42	18	419.05		42.86	90.72%
Diferenciales	3	0.25	55	704.00		220.00	76.19%
Carrocería y accesorios	3	0.25	4	704.00		16.00	97.78%
Tablero y luces	2	0.17	10	1035.29		58.82	94.62%
<b>PROMEDIO</b>							<b>88.65%</b>

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

En la tabla 1, se evidencia la disponibilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el sistema de Mandos finales 61.11% y Transmisión mecánica con 64.71%.

#### 4.1.1.2. Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B

Tabla 2: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B

John Deere Modelo 6600 - B							
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
Combustible	9	0.75	42	234.67		56.00	80.73%
Transmisión hidráulica	9	0.75	24	234.67		32.00	88.00%
Embrague	4	0.33	12	533.33		36.36	93.62%
Refrigeración	4	0.33	8	533.33		24.24	95.65%
Admisión y escape de aire	4	0.33	3	533.33		9.09	98.32%
Levante hidráulico	4	0.33	7	533.33		21.21	96.17%
Mandos finales	4	0.33	125	533.33		378.79	58.47%
Fuerza	5	0.42	11	419.05	176	26.19	94.12%
Encendido	5	0.42	6	419.05		14.29	96.70%
Dirección y frenos	4	0.33	15	533.33		45.45	92.15%
Lubricación	6	0.50	9	352.00		18.00	95.14%
Transmisión mecánica	4	0.33	100	533.33		303.03	63.77%
Carga	5	0.42	10	419.05		23.81	94.62%
Diferenciales	1	0.08	64	2200.00		800.00	73.33%
Carrocería y accesorios	1	0.08	4	2200.00		50.00	97.78%
Tablero y luces	1	0.08	14	2200.00		175.00	92.63%
<b>PROMEDIO</b>							88.20%

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

En la tabla 2, se evidencia la disponibilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el sistema de Mandos finales 58.47% y Transmisión mecánica con 63.77%.



#### 4.1.1.3. Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

Tabla 3: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

John Deere Modelo 6300 - A							
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
Combustible	11	0.92	51	191.30		55.43	77.53%
Transmisión hidráulica	10	0.83	25	212.05		30.12	87.56%
Embrague	5	0.42	14	419.05		33.33	92.63%
Refrigeración	4	0.33	8	533.33		24.24	95.65%
Admisión y escape de aire	4	0.33	3	533.33		9.09	98.32%
Levante hidráulico	4	0.33	7	533.33		21.21	96.17%
Mandos finales	4	0.33	128	533.33		387.88	57.89%
Fuerza	5	0.42	14	419.05	176	33.33	92.63%
Encendido	4	0.33	6	533.33		18.18	96.70%
Dirección y frenos	4	0.33	17	533.33		51.52	91.19%
Lubricación	5	0.42	9	419.05		21.43	95.14%
Transmisión mecánica	4	0.33	96	533.33		290.91	64.71%
Carga	5	0.42	18	419.05		42.86	90.72%
Diferenciales	1	0.08	58	2200.00		725.00	75.21%
Carrocería y accesorios	1	0.08	2	2200.00		25.00	98.88%
Tablero y luces	1	0.08	10	2200.00		125.00	94.62%
<b>PROMEDIO</b>							87.85%

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

En la tabla 3, se evidencia la disponibilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el sistema de Mandos finales 57.89% y Transmisión mecánica con 64.71%.

#### 4.1.1.4. Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B

Tabla 4: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B

John Deere Modelo 6300 - B							
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
Combustible	8	0.67	50	262.69		74.63	77.88%
Transmisión hidráulica	9	0.75	26	234.67		34.67	87.13%
Embrague	4	0.33	14	533.33		42.42	92.63%
Refrigeración	3	0.25	7	704.00		28.00	96.17%
Admisión y escape de aire	5	0.42	3	419.05		7.14	98.32%
Levante hidráulico	4	0.33	7	533.33		21.21	96.17%
Mandos finales	2	0.17	131	1035.29		770.59	57.33%
Fuerza	5	0.42	4	419.05	176	9.52	97.78%
Encendido	5	0.42	6	419.05		14.29	96.70%
Dirección y frenos	5	0.42	17	419.05		40.48	91.19%
Lubricación	3	0.25	9	704.00		36.00	95.14%
Transmisión mecánica	4	0.33	2	533.33		6.06	98.88%
Carga	5	0.42	19	419.05		45.24	90.26%
Diferenciales	3	0.25	64	704.00		256.00	73.33%
Carrocería y accesorios	2	0.17	4	1035.29		23.53	97.78%
Tablero y luces	2	0.17	11	1035.29		64.71	94.12%
<b>PROMEDIO</b>							90.05%

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

En la tabla 4, se evidencia la disponibilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el sistema de Mandos finales 57.33% y los diferenciales con 73.33%.

#### 4.1.1.5. Disponibilidad promedio de los tractores John Deere

Tabla 5: Disponibilidad promedio de los tractores John Deere

John Deere							
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
Combustible	6.25	0.52	46	338.46		87.98	79.37%
Transmisión hidráulica	6.5	0.54	24	325.93		43.98	88.11%
Embrague	2.75	0.23	13	765.22		54.35	93.37%
Refrigeración	2.5	0.21	8	838.10		36.90	95.78%
Admisión y escape de aire	3	0.25	3	704.00		12.00	98.32%
Levante hidráulico	2.75	0.23	7	765.22		30.43	96.17%
Mandos finales	2.25	0.19	124	926.32		652.63	58.67%
Fuerza	3.5	0.29	10	606.90	176	34.48	94.62%
Encendido	3.5	0.29	6	606.90		20.69	96.70%
Dirección y frenos	3.25	0.27	17	651.85		61.11	91.43%
Lubricación	3.5	0.29	9	606.90		31.03	95.14%
Transmisión mecánica	3	0.25	74	704.00		294.00	70.54%
Carga	3.75	0.31	16	567.74		52.42	91.55%
Diferenciales	1.75	0.15	60	1173.33		401.67	74.50%
Carrocería y accesorios	1.5	0.13	4	1353.85		26.92	98.05%
Tablero y luces	1.25	0.10	11	1760.00		112.50	93.99%
<b>PROMEDIO</b>							<b>88.52%</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5, se muestra la disponibilidad promedio por cada sistema de los tractores, destaca el sistema más crítico siendo el sistema de transmisión mecánica 70.54% y los diferenciales con 74.50%.

#### 4.1.2. Confiabilidad por maquinaria

Se determinará la confiabilidad de cada uno de los sistemas que comprende cada el tractor John Deere en un plazo de 22 días, dando un total de 176 horas dentro de la Agencia Agraria San Román, para el caso del Sistema de Combustible se obtuvo que según la ecuación (1 – 3):

#### 4.1.2.1. Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{262.69} = 0.003807$$

$$\text{Confiabilidad} = e^{-\lambda * t} = e^{-0.003807 * 176} * 100\% = 51.17\%$$

Tabla 6: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A

John Deere Modelo 6600 - A						
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS ( $\lambda$ )	Tiempo total analizado (horas)	CONFIABILIDAD
Combustible	8	0.67	262.69	0.003807		51.17%
Transmisión hidráulica	8	0.67	262.69	0.003807		51.17%
Embrague	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Refrigeración	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Admisión y escape de aire	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Levante hidráulico	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Mandos finales	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Fuerza	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Encendido	4	0.33	533.33	0.001875	176	71.89%
Dirección y frenos	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Lubricación	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Transmisión mecánica	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Carga	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Diferenciales	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Carrocería y accesorios	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Tablero y luces	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
<b>PROMEDIO</b>						71.93%

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

En la tabla 6, se muestra la confiabilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el de Combustible con un 51.17% y la transmisión hidráulica con un 51.17%.

#### 4.1.2.2. Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B

Tabla 7: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B

John Deere Modelo 6600 - B						CONFIABILIDAD
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS (λ)	Tiempo total analizado (horas)	
Combustible	9	0.75	234.67	0.004261		47.24%
Transmisión hidráulica	9	0.75	234.67	0.004261		47.24%
Embrague	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Refrigeración	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Admisión y escape de aire	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Levante hidráulico	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Mandos finales	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Fuerza	5	0.42	419.05	0.002386	176	65.70%
Encendido	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Dirección y frenos	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Lubricación	6	0.50	352.00	0.002841		60.65%
Transmisión mecánica	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Carga	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Diferenciales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Carrocería y accesorios	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Tablero y luces	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
<b>PROMEDIO</b>						70.77%

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

En la tabla 7, se muestra la confiabilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el de Combustible con un 47.24% y la transmisión hidráulica con un 47.24%.

#### 4.1.2.3. Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

Tabla 8: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

John Deere Modelo 6300 - A						CONFIABILIDAD
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS ( $\lambda$ )	Tiempo total analizado (horas)	
Combustible	11	0.92	191.30	0.005227		39.85%
Transmisión hidráulica	10	0.83	212.05	0.004716		43.60%
Embrague	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Refrigeración	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Admisión y escape de aire	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Levante hidráulico	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Mandos finales	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Fuerza	5	0.42	419.05	0.002386	176	65.70%
Encendido	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Dirección y frenos	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Lubricación	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Transmisión mecánica	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Carga	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Diferenciales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Carrocería y accesorios	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Tablero y luces	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
<b>PROMEDIO</b>						70.40%

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

En la tabla 8, se muestra la confiabilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el de Combustible con un 39.85% y la transmisión hidráulica con un 43.60%.

#### 4.1.2.4. Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B

Tabla 9: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B

John Deere Modelo 6300 - B						CONFIABILIDAD
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS ( $\lambda$ )	Tiempo total analizado (horas)	
Combustible	11	0.92	191.30	0.005227		39.85%
Transmisión hidráulica	10	0.83	212.05	0.004716		43.60%
Embrague	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Refrigeración	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Admisión y escape de aire	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Levante hidráulico	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Mandos finales	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Fuerza	5	0.42	419.05	0.002386	176	65.70%
Encendido	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Dirección y frenos	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Lubricación	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Transmisión mecánica	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Carga	5	0.42	419.05	0.002386		65.70%
Diferenciales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Carrocería y accesorios	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Tablero y luces	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
<b>PROMEDIO</b>						70.40%

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

En la tabla 9, se muestra la confiabilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el de Combustible con un 39.85% y la transmisión hidráulica con un 43.60%.

#### 4.1.2.5. Confiabilidad promedio de los tractores John Deere

Tabla 10: Confiabilidad promedio de los tractores John Deere

John Deere Modelo						
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS ( $\lambda$ )	Tiempo total analizado (horas)	CONFIABILIDAD
Combustible	6.25	0.52	338.46	0.002955		59.45%
Transmisión hidráulica	6.5	0.54	325.93	0.003068		58.27%
Embrague	2.75	0.23	765.22	0.001307		79.45%
Refrigeración	2.5	0.21	838.10	0.001193		81.06%
Admisión y escape de aire	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Levante hidráulico	2.75	0.23	765.22	0.001307		79.45%
Mandos finales	2.25	0.19	926.32	0.001080		82.70%
Fuerza	3.5	0.29	606.90	0.001648	176	74.83%
Encendido	3.5	0.29	606.90	0.001648		74.83%
Dirección y frenos	3.25	0.27	651.85	0.001534		76.34%
Lubricación	3.5	0.29	606.90	0.001648		74.83%
Transmisión mecánica	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Carga	3.75	0.31	567.74	0.001761		73.34%
Diferenciales	1.75	0.15	1173.33	0.000852		86.07%
Carrocería y accesorios	1.5	0.13	1353.85	0.000739		87.81%
Tablero y luces	1.25	0.10	1760.00	0.000568		90.48%
<b>PROMEDIO</b>						77.17%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10, se muestra la confiabilidad promedio de todos los tractores por sistema destacando el sistema más crítico siendo el de combustible con 59.45% y transmisión hidráulica con 58.27%



## 4.2. Identificación por análisis de criticidad, los elementos no críticos, semi críticos y críticos, así como realizar el AMEF y NPR

### 4.2.1. Análisis de criticidad por maquinaria

Se determinará la consecuencia y Criticidad de cada uno de los sistemas que comprende cada tractor John Deere de la Agencia Agraria San Román, mediante los datos obtenidos por la Guía de entrevista (Anexo 6) al personal (Mecánico), en donde se obtuvieron los valores, los cuales fueron replicados de (Chucas Manayay, 2022).

Factores	Valores
➤ Frecuencia de fallas	: 1, 2, 3, 4 y 5
➤ Tiempo promedio de reparación	: 1, 2, 3, 4 y 5
➤ Impacto sobre la producción	: (0.05, 0.3, 0.5, 0.8 y 1) * F, siendo F la frecuencia de fallas
➤ Costo de reparación	: 3, 5, 10 y 25
➤ Impacto ambiental	: 0, 5, 10 y 25
➤ Impacto en salud y seguridad personal	0, 5, 10 y 25

La categorización de acuerdo a su criticidad:

- Sistemas con criticidad alta serán de corajo rojo, > 100
- Sistemas con criticidad media serán de color amarillo > 30 y < 100
- Sistemas con criticidad baja serán de color verde, < 30

**Ejemplo de cálculo:** Se presentará el proceso de cálculo de criticidad para el sistema Combustible denominada por los autores con las siglas "CO":

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia de fallas} * \text{Consecuencia} \quad (7)$$

$$\text{Consecuencia} = A + B \quad (8)$$

$$A = \text{Costo de reparacion} + \text{Impacto ambiental} + \text{Impacto en salud y seguridad personal} \quad (9)$$

$$B = \text{Impacto sobre la produccion} * \text{MTTR} \quad (10)$$

**4.2.1.1. Criticidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A**

$$A = 25 + 0 + 5 = 30$$

$$B = 2.4 * 5 = 15$$

$$\text{Consecuencia} = 30 + 12 = 42$$

$$\text{Criticidad} = 4 * 42 = 168$$

Tabla 11: *Crticidad del tractor John Deere Modelo 6600 - A*

<b>John Deere Modelo 6600 – A</b>									
<b>SISTEMAS</b>	<b>SIGLAS</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN</b>	<b>IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN</b>	<b>COSTO DE REPARACIÓN</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>
Combustible	CO	4	5	2.4	25	0	5	42.00	168.00
Transmisión hidráulica	TH	4	5	2.7	25	0	5	43.50	174.00
Embrague	E	2	5	1.2	10	0	5	21.00	42.00
Refrigeración	R	2	5	1.2	3	0	5	14.00	28.00
Admisión y escape de aire	AEA	2	4	0.2	5	0	0	5.80	11.60
Levante hidráulico	LH	2	5	1.2	5	0	5	16.00	32.00
Mandos finales	MF	2	5	2	25	0	5	40.00	80.00
Fuerza	F	2	5	1.2	10	0	5	21.00	42.00
Encendido	EN	2	5	1.2	3	0	5	14.00	28.00
Dirección y frenos	DF	2	5	1.2	3	0	5	14.00	28.00
Lubricación	L	3	5	1.8	20	0	3	32.00	96.00
Transmisión mecánica	TM	2	5	1.2	25	5	5	41.00	82.00
Carga	CA	3	5	1.5	3	0	5	15.50	46.50
Diferenciales	DF	2	5	0.6	25	0	5	33.00	66.00
Carrocería y accesorios	CYA	2	4	0.5	3	0	0	5.00	10.00
Tablero y luces	TL	2	5	0.6	3	0	5	11.00	22.00

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

**4.2.1.2. Criticidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B**

Tabla 12: Criticidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B

<b>John Deere Modelo 6600 - B</b>									
<b>SISTEMAS</b>	<b>SIGLAS</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN</b>	<b>IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN</b>	<b>COSTO DE REPARACIÓN</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>
Combustible	CO	4	5	2.7	25	0	5	43.50	174.00
Transmisión hidráulica	TH	4	5	2.7	25	0	5	43.50	174.00
Embrague	E	2	5	1.2	10	0	5	21.00	42.00
Refrigeración	R	2	5	1.2	3	0	5	14.00	28.00
Admisión y escape de aire	AEA	2	4	0.2	5	0	0	5.80	11.60
Levante hidráulico	LH	2	5	1.2	5	0	5	16.00	32.00
Mandos finales	MF	2	5	2	25	0	5	40.00	80.00
Fuerza	F	3	5	1.2	10	0	5	21.00	63.00
Encendido	EN	3	4	1.2	3	0	5	12.80	38.40
Dirección y frenos	DF	4	5	1.2	3	0	5	14.00	56.00
Lubricación	L	3	5	1.8	20	0	3	32.00	96.00
Transmisión mecánica	TM	2	5	1.2	25	5	5	41.00	82.00
Carga	CA	3	5	1.5	3	0	5	15.50	46.50
Diferenciales	DF	1	5	0.6	25	0	5	33.00	33.00
Carrocería y accesorios	CYA	1	5	0.5	3	0	0	5.50	5.50
Tablero y luces	TL	1	5	0.6	3	0	5	11.00	11.00

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

#### 4.2.1.3. Criticidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

Tabla 13: Criticidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

John Deere Modelo 6300 - A									
SISTEMAS	SIGLAS	FRECUENCIA DE FALLAS	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN	IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	COSTO DE REPARACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
Combustible	CO	5	5	3.3	25	0	5	46.50	232.50
Transmisión hidráulica	TH	5	5	2.7	25	0	5	43.50	217.50
Embrague	E	3	5	1.2	10	0	5	21.00	63.00
Refrigeración	R	2	5	1.2	3	0	5	14.00	28.00
Admisión y escape de aire	AEA	2	4	0.2	5	0	0	5.80	11.60
Levante hidráulico	LH	2	5	1.2	5	0	5	16.00	32.00
Mandos finales	MF	2	5	2	25	0	5	40.00	80.00
Fuerza	F	3	5	1.2	10	0	5	21.00	63.00
Encendido	EN	2	5	1.2	3	0	5	14.00	28.00
Dirección y frenos	DF	2	5	1.2	3	0	5	14.00	28.00
Lubricación	L	3	5	1.8	20	0	3	32.00	96.00
Transmisión mecánica	TM	2	5	1.2	25	5	5	41.00	82.00
Carga	CA	3	5	1.5	3	0	5	15.50	46.50
Diferenciales	DF	1	5	0.6	25	0	5	33.00	33.00
Carrocería y accesorios	CYA	1	5	0.5	3	0	0	5.50	5.50
Tablero y luces	TL	1	5	0.6	3	0	5	11.00	11.00

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

**4.2.1.1. Criticidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B**

Tabla 14: Criticidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B

<b>John Deere Modelo 6300 - B</b>									
<b>SISTEMAS</b>	<b>SIGLAS</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN</b>	<b>IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN</b>	<b>COSTO DE REPARACIÓN</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>
Combustible	CO	4	5	2.4	25	0	5	42.00	168.00
Transmisión hidráulica	TH	4	5	2.7	25	0	5	43.50	174.00
Embrague	E	2	5	1.2	10	0	5	21.00	42.00
Refrigeración	R	2	5	1.2	3	0	5	14.00	28.00
Admisión y escape de aire	AEA	3	3	0.2	5	0	0	5.60	16.80
Levante hidráulico	LH	2	5	1.2	5	0	5	16.00	32.00
Mandos finales	MF	2	5	2	25	0	5	40.00	80.00
Fuerza	F	3	4	1.2	10	0	5	19.80	59.40
Encendido	EN	3	4	1.2	3	0	5	12.80	38.40
Dirección y frenos	DF	3	5	1.2	3	0	5	14.00	42.00
Lubricación	L	2	5	1.8	20	0	3	32.00	64.00
Transmisión mecánica	TM	2	3	1.2	25	5	5	38.60	77.20
Carga	CA	3	5	1.5	3	0	5	15.50	46.50
Diferenciales	DF	2	5	0.6	25	0	5	33.00	66.00
Carrocería y accesorios	CYA	2	5	0.5	3	0	0	5.50	11.00
Tablero y luces	TL	2	5	0.6	3	0	5	11.00	22.00

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 8”

#### 4.2.1.1. Promedio de criticidad de los tractores John Deere

Tabla 15: Promedio de criticidad de los tractores John Deere

John Deere - RESUMEN									
SISTEMAS	SIGLAS	FRECUENCIA DE FALLAS	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN	IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	COSTO DE REPARACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
Combustible	CO	4.25	5	2.7	25	0	5	43.50	184.88
Transmisión hidráulica	TH	4.25	5	2.7	25	0	5	43.50	184.88
Embrague	E	2.25	5	1.2	10	0	5	21.00	47.25
Refrigeración	R	2	5	1.2	3	0	5	14.00	28.00
Admisión y escape de aire	AEA	2.25	3.75	0.2	5	0	0	5.75	12.94
Levante hidráulico	LH	2	5	1.2	5	0	5	16.00	32.00
Mandos finales	MF	2	5	2	25	0	5	40.00	80.00
Fuerza	F	2.75	4.75	1.2	10	0	5	20.70	56.93
Encendido	EN	2.5	4.5	1.2	3	0	5	13.40	33.50
Dirección y frenos	DF	2.75	5	1.2	3	0	5	14.00	38.50
Lubricación	L	2.75	5	1.8	20	0	3	32.00	88.00
Transmisión mecánica	TM	2	4.5	1.2	25	5	5	40.40	80.80
Carga	CA	3	5	1.5	3	0	5	15.50	46.50
Diferenciales	DF	1.5	5	0.6	25	0	5	33.00	49.50
Carrocería y accesorios	CYA	1.5	4.75	0.5	3	0	0	5.38	8.06
Tablero y luces	TL	1.5	5	0.6	3	0	5	11.00	16.50

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2. Análisis AMEF y NPR para cada maquinaria**

Se determinará la consecuencia y Criticidad de cada uno de los sistemas que comprende el tractor John Deere de la Agencia Agraria San Román, para el caso del Sistema de Combustible se empleó las siguientes ecuaciones, para el caso del Tractor John Deere Modelo 6600 – A será, según el “ANEXO 5”:

$$NPR = Gravedad * Ocurrencia * Deteccion \quad (11)$$



Tabla 16: AMEF y NPR del tractor John Deere Modelo 6600 - A

John Deere Modelo 6600 - A										
AMEF	Sistema:		Combustible			EFFECTO DE FALLA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO
	Subsistema		FALLA FUNCIONAL (FF)	Motor	CAUSA DE LA FALLA (MF)					
CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO		CÓDIGO			G	O	D	NPR
				1	Filtros de combustible obstruidos	La máquina no se puede poner en marcha porque no hay suministro de combustible para proporcionar la presión necesaria al sistema. No afecta la seguridad, pero sí afecta el medio ambiente debido a los cambios de filtro no programados. Es necesario reemplazar el filtro y limpiar el sistema.	6	5	1	30
				2	Tamiz de tanque de Combustible obstruido	El motor no enciende por falta de combustible. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. La reparación requerirá la limpieza del tanque y colador.	7	2	8	112
1	Transferir combustible	A	No puede transferir combustible	3	Válvula de retención obstruida	La máquina no se puede poner en marcha porque no hay suministro de combustible para proporcionar la presión necesaria al sistema. No afecta a la seguridad, pero sí al medio ambiente por posibles derrames de combustible. Requiere tiempo de inactividad para reemplazar las válvulas y purgar el sistema	6	1	8	48
				4	Bomba de transferencia de combustible averiada	El motor no arranca por falta de combustible. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Se requiere tiempo de inactividad para reemplazar los componentes.	7	3	4	84
				5	Conexiones sueltas entre la bomba de combustible, línea de aspiración y el tanque	Pérdida de energía, operación anormal. posibilidad de arresto. Posibilidad de fuga de combustible.	6	4	2	48
2	Suministrar combustible a una presión	A	Transferir combustible a una presión	1	Bomba de inyección no regulada.	El motor funcionaba mal y perdía potencia. Presión de combustible insuficiente. mala combinación. No	10	2	10	200

	entre 235 a 500bar.		debajo de 235 psi			afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario parar la máquina para evaluar y mantener la bomba.				
				2	Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido.	Encendido irregular, pérdida de potencia del motor, pérdida potencial. Sin impacto en la seguridad ni en el medio ambiente. Las piezas necesitan reparación y limpieza.	6	7	6	252
				3	Fuga de combustible por juntas flojas	Pérdida de potencia, manejo brusco, posibilidad de parada. Afecta a la seguridad por peligros de explosión y al medio ambiente por derrames de combustible.	5	4	1	20
				4	Válvula de retención averiada	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Requiere reparación y reemplazo de válvula.	8	3	6	144
				5	Filtros de combustible parcialmente obstruido	La máquina ha perdido potencia y la presión del sistema de combustible es baja. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario reparar y reemplazar el filtro.	7	5	8	280
				6	Aire en las líneas de combustible.	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario ventilar el sistema de combustible.	6	4	2	48
		B		1	Válvula limitadora de presión de combustible no regulada.	Este es un defecto oculto. Afectando la seguridad de los trabajos de mantenimiento Impacto ambiental por derrame de combustible La sobrepresión en el sistema de inyección puede causar daños a la bomba de combustible y requerir la calibración de las válvulas.	8	2	7	112
AMEF	Sistema:		Hidráulico			EFECTO DE FALLA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO
	Subsistema		Dirección y levante							
CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)		G	O	D	NPR
3	Transferir Aceite Hidráulico a una Presión	A	No transfiere Aceite Hidráulico	1	Avería de la Bomba Hidráulica.	El sistema hidráulico no funciona. Elevación, orientación, posibles paradas de la máquina. Si afecta la seguridad, no afecta el medio	6	2	6	72

	entre 160 a 190bar		ambiente. Las reparaciones del sistema requieren evaluación y reemplazo de bombas hidráulicas. Debido a la falta de fluidez del aceite hidráulico, el sistema hidráulico no funciona correctamente y la máquina se detiene. Si el medio ambiente se ve afectado por un cambio de filtro no programado, la seguridad no se verá comprometida. Las reparaciones requerirán la inspección y limpieza del sistema hidráulico y el reemplazo de los filtros hidráulicos.	6	4	4	96
		2	Filtro hidráulico obstruido				
		3	Bajo nivel de aceite hidráulico	10	4	1	40
		4	Estrangulación de tuberías y mangueras.	6	2	6	72
		1	Bomba Hidráulica gastada.	6	1	1	6
B	Suministrar Aceite Hidráulico a una Presión Menor a 160bar.	2	Bajo nivel de aceite hidráulico.	10	4	1	40
		3	Fuga de aceite hidráulico por el retén de la caja de cambios	7	1	1	7

		4	Fugas de aceite hidráulico por los sellos de acople rápido	afecta a la seguridad, pero sí al medio ambiente por derrames de petróleo. El sistema hidráulico puede continuar funcionando con dificultad hasta que se alcance un nivel de aceite hidráulico bajo, pérdida de presión y por lo tanto pérdida de la función de transmisión hidráulica de los implementos de explosión y operaciones de mantenimiento debido a la presencia de alta presión, afectando la seguridad en el sistema y debido a un posible desbordamiento El aceite afecta el medio ambiente. fuga de aceite hidráulico puede variar según el atuendo juntas tóricas reparar será necesario reemplazar el sistema Juntos.	6	4	1	24
C	Suministrar Aceite Hidráulica a una Presión mayor a 190bar.	1	Válvula limitadora de presión de aceite hidráulico No regulada.	Este es un defecto oculto. Los sistemas hidráulicos pueden experimentar sobrepresión, causando daños a las válvulas en otras partes del sistema y afectando potencialmente la seguridad y el entorno de las operaciones de mantenimiento a través de fugas de aceite. Se requiere calibración o reemplazo de válvula.	8	1	8	64

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 9”

Se analizó un total de 21 modos de falla, según la tabla 20 las fallas inaceptables fueron:

- Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido con un puntaje de 252.
- Filtros de combustible parcialmente obstruido con un puntaje de 280.

Tabla 17: AMEF y NPR del tractor John Deere Modelo 6600 – B

John Deere Modelo 6600 - B										
AMEF	Sistema:		Combustible			EFFECTO DE FALLA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO
	Subsistema		FALLA FUNCIONAL (FF)	Motor	CAUSA DE LA FALLA (MF)					
CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO		CÓDIGO			G	O	D	NPR
1	Transferir combustible	A	No puede transferir combustible	1	Filtros de combustible obstruidos	La máquina no se puede poner en marcha porque no hay suministro de combustible para proporcionar la presión necesaria al sistema. No afecta la seguridad, pero sí afecta el medio ambiente debido a los cambios de filtro no programados. Es necesario reemplazar el filtro y limpiar el sistema.	7	5	1	35
				2	Tamiz de tanque de Combustible obstruido	El motor no enciende por falta de combustible. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. La reparación requerirá la limpieza del tanque y colador.	8	3	7	168
				3	Válvula de retención obstruida	La máquina no se puede poner en marcha porque no hay suministro de combustible para proporcionar la presión necesaria al sistema. No afecta a la seguridad, pero sí al medio ambiente por posibles derrames de combustible. Requiere tiempo de inactividad para reemplazar las válvulas y purgar el sistema	7	1	8	56
				4	Bomba de transferencia de combustible averiada	El motor no arranca por falta de combustible. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Se requiere tiempo de inactividad para reemplazar los componentes.	6	3	5	90
				5	Conexiones sueltas entre la bomba de combustible, línea de aspiración y el tanque	Pérdida de energía, operación anormal. posibilidad de arresto. Posibilidad de fuga de combustible.	6	4	2	48
2	Suministrar combustible a una presión	A	Transferir combustible a una presión	1	Bomba de inyección no regulada.	El motor funcionaba mal y perdía potencia. Presión de combustible insuficiente. mala combinación. No	10	2	10	200

	entre 235 a 500bar.		debajo de 235 psi			afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario parar la máquina para evaluar y mantener la bomba.				
				2	Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido.	Encendido irregular, pérdida de potencia del motor, pérdida potencial. Sin impacto en la seguridad ni en el medio ambiente. Las piezas necesitan reparación y limpieza.	7	5	8	280
				3	Fuga de combustible por juntas flojas	Pérdida de potencia, manejo brusco, posibilidad de parada. Afecta a la seguridad por peligros de explosión y al medio ambiente por derrames de combustible.	6	4	1	24
				4	Válvula de retención averiada	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Requiere reparación y reemplazo de válvula.	8	3	6	144
				5	Filtros de combustible parcialmente obstruido	La máquina ha perdido potencia y la presión del sistema de combustible es baja. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario reparar y reemplazar el filtro.	7	7	7	343
				6	Aire en las líneas de combustible.	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario ventilar el sistema de combustible.	6	4	2	48
		B		1	Válvula limitadora de presión de combustible no regulada.	Este es un defecto oculto. Afectando la seguridad de los trabajos de mantenimiento Impacto ambiental por derrame de combustible La sobrepresión en el sistema de inyección puede causar daños a la bomba de combustible y requerir la calibración de las válvulas.	8	2	7	112
AMEF	Sistema:		Hidráulico			EFECTO DE FALLA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO
	Subsistema		Dirección y levante							
CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)	G	O	D	NPR	
3	Transferir Aceite Hidráulico a una Presión	A	No transfiere Aceite Hidráulico	1	Avería de la Bomba Hidráulica.	El sistema hidráulico no funciona. Elevación, orientación, posibles paradas de la máquina. Si afecta la seguridad, no afecta el medio	7	2	6	84

	entre 160 a 190bar		ambiente. Las reparaciones del sistema requieren evaluación y reemplazo de bombas hidráulicas. Debido a la falta de fluidez del aceite hidráulico, el sistema hidráulico no funciona correctamente y la máquina se detiene. Si el medio ambiente se ve afectado por un cambio de filtro no programado, la seguridad no se verá comprometida. Las reparaciones requerirán la inspección y limpieza del sistema hidráulico y el reemplazo de los filtros hidráulicos.	6	4	5	120
		2	Filtro hidráulico obstruido				
		3	Bajo nivel de aceite hidráulico	10	4	1	40
		4	Estrangulación de tuberías y mangueras.	5	2	6	60
		1	Bomba Hidráulica gastada.	6	1	1	6
B	Suministrar Aceite Hidráulico a una Presión Menor a 160bar.	2	Bajo nivel de aceite hidráulico.	10	4	1	40
		3	Fuga de aceite hidráulico por el retén de la caja de cambios	7	1	1	7

		4	Fugas de aceite hidráulico por los sellos de acople rápido	afecta a la seguridad, pero sí al medio ambiente por derrames de petróleo. El sistema hidráulico puede continuar funcionando con dificultad hasta que se alcance un nivel de aceite hidráulico bajo, pérdida de presión y por lo tanto pérdida de la función de transmisión hidráulica de los implementos de explosión y operaciones de mantenimiento debido a la presencia de alta presión, afectando la seguridad en el sistema y debido a un posible desbordamiento El aceite afecta el medio ambiente. fuga de aceite hidráulico puede variar según el atuendo juntas tóricas reparar será necesario reemplazar el sistema Juntos.	6	4	1	24
C	Suministrar Aceite Hidráulica a una Presión mayor a 190bar.	1	Válvula limitadora de presión de aceite hidráulico No regulada.	Este es un defecto oculto. Los sistemas hidráulicos pueden experimentar sobrepresión, causando daños a las válvulas en otras partes del sistema y afectando potencialmente la seguridad y el entorno de las operaciones de mantenimiento a través de fugas de aceite. Se requiere calibración o reemplazo de válvula.	8	1	8	64

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 9”

Se analizó un total de 21 modos de falla, según la tabla 21 las fallas inaceptables fueron:

- Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido con un puntaje de 280.
- Filtros de combustible parcialmente obstruido con un puntaje de 343.



Tabla 18: AMEF y NPR del tractor John Deere Modelo 6300 – A

John Deere Modelo 6300 - A										
AMEF	Sistema:		Combustible			EFFECTO DE FALLA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO
	Subsistema		FALLA FUNCIONAL (FF)	Motor	CAUSA DE LA FALLA (MF)					
CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO		CÓDIGO			G	O	D	NPR
1	Transferir combustible	A	No puede transferir combustible	1	Filtros de combustible obstruidos	La máquina no se puede poner en marcha porque no hay suministro de combustible para proporcionar la presión necesaria al sistema. No afecta la seguridad, pero sí afecta el medio ambiente debido a los cambios de filtro no programados. Es necesario reemplazar el filtro y limpiar el sistema.	7	6	1	42
				2	Tamiz de tanque de Combustible obstruido	El motor no enciende por falta de combustible. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. La reparación requerirá la limpieza del tanque y colador.	8	3	8	192
				3	Válvula de retención obstruida	La máquina no se puede poner en marcha porque no hay suministro de combustible para proporcionar la presión necesaria al sistema. No afecta a la seguridad, pero sí al medio ambiente por posibles derrames de combustible. Requiere tiempo de inactividad para reemplazar las válvulas y purgar el sistema	8	1	8	64
				4	Bomba de transferencia de combustible averiada	El motor no arranca por falta de combustible. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Se requiere tiempo de inactividad para reemplazar los componentes.	7	3	5	105
				5	Conexiones sueltas entre la bomba de combustible, línea de aspiración y el tanque	Pérdida de energía, operación anormal. posibilidad de arresto. Posibilidad de fuga de combustible.	6	4	2	48
2	Suministrar combustible a una presión	A	Transferir combustible a una presión	1	Bomba de inyección no regulada.	El motor funcionaba mal y perdía potencia. Presión de combustible insuficiente. mala combinación. No	10	2	10	200

	entre 235 a 500bar.		debajo de 235 psi			afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario parar la máquina para evaluar y mantener la bomba.				
				2	Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido.	Encendido irregular, pérdida de potencia del motor, pérdida potencial. Sin impacto en la seguridad ni en el medio ambiente. Las piezas necesitan reparación y limpieza.	7	5	7	245
				3	Fuga de combustible por juntas flojas	Pérdida de potencia, manejo brusco, posibilidad de parada. Afecta a la seguridad por peligros de explosión y al medio ambiente por derrames de combustible.	6	4	1	24
				4	Válvula de retención averiada	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Requiere reparación y reemplazo de válvula.	8	3	7	168
				5	Filtros de combustible parcialmente obstruido	La máquina ha perdido potencia y la presión del sistema de combustible es baja. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario reparar y reemplazar el filtro.	4	7	8	224
				6	Aire en las líneas de combustible.	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario ventilar el sistema de combustible.	6	4	2	48
		B		1	Válvula limitadora de presión de combustible no regulada.	Este es un defecto oculto. Afectando la seguridad de los trabajos de mantenimiento Impacto ambiental por derrame de combustible La sobrepresión en el sistema de inyección puede causar daños a la bomba de combustible y requerir la calibración de las válvulas.	8	2	7	112
AMEF	Sistema:		Hidráulico			EFECTO DE FALLA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO
	Subsistema		Dirección y levante							
CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)		G	O	D	NPR
3	Transferir Aceite Hidráulico a una Presión	A	No transfiere Aceite Hidráulico	1	Avería de la Bomba Hidráulica.	El sistema hidráulico no funciona. Elevación, orientación, posibles paradas de la máquina. Si afecta la seguridad, no afecta el medio	7	2	6	84

	entre 160 a 190bar		ambiente. Las reparaciones del sistema requieren evaluación y reemplazo de bombas hidráulicas. Debido a la falta de fluidez del aceite hidráulico, el sistema hidráulico no funciona correctamente y la máquina se detiene. Si el medio ambiente se ve afectado por un cambio de filtro no programado, la seguridad no se verá comprometida. Las reparaciones requerirán la inspección y limpieza del sistema hidráulico y el reemplazo de los filtros hidráulicos.	6	4	5	120
		2	Filtro hidráulico obstruido				
		3	Bajo nivel de aceite hidráulico	10	4	1	40
		4	Estrangulación de tuberías y mangueras.	5	2	6	60
		1	Bomba Hidráulica gastada.	6	1	1	6
B	Suministrar Aceite Hidráulico a una Presión Menor a 160bar.	2	Bajo nivel de aceite hidráulico.	10	4	1	40
		3	Fuga de aceite hidráulico por el retén de la caja de cambios	7	1	1	7

		4	Fugas de aceite hidráulico por los sellos de acople rápido	afecta a la seguridad, pero sí al medio ambiente por derrames de petróleo. El sistema hidráulico puede continuar funcionando con dificultad hasta que se alcance un nivel de aceite hidráulico bajo, pérdida de presión y por lo tanto pérdida de la función de transmisión hidráulica de los implementos de explosión y operaciones de mantenimiento debido a la presencia de alta presión, afectando la seguridad en el sistema y debido a un posible desbordamiento El aceite afecta el medio ambiente. fuga de aceite hidráulico puede variar según el atuendo juntas teóricas reparar será necesario reemplazar el sistema Juntos.	6	4	1	24
C	Suministrar Aceite Hidráulica a una Presión mayor a 190bar.	1	Válvula limitadora de presión de aceite hidráulico No regulada.	Este es un defecto oculto. Los sistemas hidráulicos pueden experimentar sobrepresión, causando daños a las válvulas en otras partes del sistema y afectando potencialmente la seguridad y el entorno de las operaciones de mantenimiento a través de fugas de aceite. Se requiere calibración o reemplazo de válvula.	7	1	8	56

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 9”

Se analizó un total de 22 modos de falla, según la tabla 21 las fallas inaceptables fueron:

- Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido con un puntaje de 245.
- Filtros de combustible parcialmente obstruido con un puntaje de 224.

Tabla 19: AMEF y NPR del tractor John Deere Modelo 6300 – B

John Deere Modelo 6300 - B										
AMEF	Sistema:		Combustible			EFECTO DE FALLA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO
	Subsistema		FALLA FUNCIONAL (FF)	Motor	CAUSA DE LA FALLA (MF)					
CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO		CÓDIGO			G	O	D	NPR
1	Transferir combustible	A	No puede transferir combustible	1	Filtros de combustible obstruidos	La máquina no se puede poner en marcha porque no hay suministro de combustible para proporcionar la presión necesaria al sistema. No afecta la seguridad, pero sí afecta el medio ambiente debido a los cambios de filtro no programados. Es necesario reemplazar el filtro y limpiar el sistema.	7	6	1	42
				2	Tamiz de tanque de Combustible obstruido	El motor no enciende por falta de combustible. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. La reparación requerirá la limpieza del tanque y colador.	6	3	8	144
				3	Válvula de retención obstruida	La máquina no se puede poner en marcha porque no hay suministro de combustible para proporcionar la presión necesaria al sistema. No afecta a la seguridad, pero sí al medio ambiente por posibles derrames de combustible. Requiere tiempo de inactividad para reemplazar las válvulas y purgar el sistema	8	1	8	64
				4	Bomba de transferencia de combustible averiada	El motor no arranca por falta de combustible. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Se requiere tiempo de inactividad para reemplazar los componentes.	7	3	5	105
				5	Conexiones sueltas entre la bomba de combustible, línea de aspiración y el tanque	Pérdida de energía, operación anormal. posibilidad de arresto. Posibilidad de fuga de combustible.	6	4	2	48
2	Suministrar combustible a una presión	A	Transferir combustible a una presión	1	Bomba de inyección no regulada.	El motor funcionaba mal y perdía potencia. Presión de combustible insuficiente. mala combinación. No	8	2	10	160

	entre 235 a 500bar.		debajo de 235 psi			afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario parar la máquina para evaluar y mantener la bomba.				
				2	Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido.	Encendido irregular, pérdida de potencia del motor, pérdida potencial. Sin impacto en la seguridad ni en el medio ambiente. Las piezas necesitan reparación y limpieza.	4	7	8	224
				3	Fuga de combustible por juntas flojas	Pérdida de potencia, manejo brusco, posibilidad de parada. Afecta a la seguridad por peligros de explosión y al medio ambiente por derrames de combustible.	6	4	1	24
				4	Válvula de retención averiada	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Requiere reparación y reemplazo de válvula.	8	3	7	168
				5	Filtros de combustible parcialmente obstruido	La máquina ha perdido potencia y la presión del sistema de combustible es baja. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario reparar y reemplazar el filtro.	6	6	8	288
				6	Aire en las líneas de combustible.	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario ventilar el sistema de combustible.	6	4	2	48
		B		1	Válvula limitadora de presión de combustible no regulada.	Este es un defecto oculto. Afectando la seguridad de los trabajos de mantenimiento Impacto ambiental por derrame de combustible La sobrepresión en el sistema de inyección puede causar daños a la bomba de combustible y requerir la calibración de las válvulas.	8	2	7	112
AMEF	Sistema:		Hidráulico			EFECTO DE FALLA	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO
	Subsistema		Dirección y levante							
CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)		G	O	D	NPR
3	Transferir Aceite Hidráulico a una Presión	A	No transfiere Aceite Hidráulico	1	Avería de la Bomba Hidráulica.	El sistema hidráulico no funciona. Elevación, orientación, posibles paradas de la máquina. Si afecta la seguridad, no afecta el medio	6	2	6	72

	entre 160 a 190bar		ambiente. Las reparaciones del sistema requieren evaluación y reemplazo de bombas hidráulicas. Debido a la falta de fluidez del aceite hidráulico, el sistema hidráulico no funciona correctamente y la máquina se detiene. Si el medio ambiente se ve afectado por un cambio de filtro no programado, la seguridad no se verá comprometida. Las reparaciones requerirán la inspección y limpieza del sistema hidráulico y el reemplazo de los filtros hidráulicos.	5	4	5	100
		2	Filtro hidráulico obstruido				
		3	Bajo nivel de aceite hidráulico	9	4	1	36
		4	Estrangulación de tuberías y mangueras.	6	2	6	72
		1	Bomba Hidráulica gastada.	6	1	1	6
B	Suministrar Aceite Hidráulico a una Presión Menor a 160bar.	2	Bajo nivel de aceite hidráulico.	10	4	1	40
		3	Fuga de aceite hidráulico por el retén de la caja de cambios	7	1	1	7

		4	Fugas de aceite hidráulico por los sellos de acople rápido	afecta a la seguridad, pero sí al medio ambiente por derrames de petróleo. El sistema hidráulico puede continuar funcionando con dificultad hasta que se alcance un nivel de aceite hidráulico bajo, pérdida de presión y por lo tanto pérdida de la función de transmisión hidráulica de los implementos de explosión y operaciones de mantenimiento debido a la presencia de alta presión, afectando la seguridad en el sistema y debido a un posible desbordamiento El aceite afecta el medio ambiente. fuga de aceite hidráulico puede variar según el atuendo juntas teóricas reparar será necesario reemplazar el sistema Juntos.	6	4	1	24
C	Suministrar Aceite Hidráulica a una Presión mayor a 190bar.	1	Válvula limitadora de presión de aceite hidráulico No regulada.	Este es un defecto oculto. Los sistemas hidráulicos pueden experimentar sobrepresión, causando daños a las válvulas en otras partes del sistema y afectando potencialmente la seguridad y el entorno de las operaciones de mantenimiento a través de fugas de aceite. Se requiere calibración o reemplazo de válvula.	7	1	7	49

Fuente: Elaboración propia – Guía de Entrevista “Anexo 9”

Se analizó un total de 22 modos de falla, según la tabla 22 las fallas inaceptables fueron:

- Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido con un puntaje de 224.
- Filtros de combustible parcialmente obstruido con un puntaje de 288.



### 4.2.3. Programas de tareas de mantenimiento general para los tractores JOHN DEERE de la agencia Agraria San Román

Para la determinación de las tareas propuestas se realizó mediante el árbol de decisión “Anexo 4”, donde “S” equivale a SI y “N” equivale a No; mediante los códigos de las Hojas AMEF de cada una de los tractores John Deere, donde las siglas utilizadas fueron:

- F : Función que cumple el sistema analizado
- FF : Falla funcional de la función
- FM : Falla funcional o causa de la falla de la falla funcional
- H : Consecuencias de fallo oculto
- S, E : Consecuencias en la seguridad o medio ambiente
- O : Consecuencias Operacionales

Tabla 20: Hoja de decisioness rcm para los tractores JOHN DEERE

REFERENCIA DE LA INFORMACIÓN			EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TAREAS "A FALTA DE"			TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL (hrs)	REALIZADO POR
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3			
		1	S	N	N	S	N	N	S				Sustitución cíclica	250	
1	A	2	N				N	N	S				Revisar el tanque de combustible y el tamiz, si se encuentra sucio, limpiarlos	1000	Mecánico
		3	S	N	N	S	N	N	N				No se requiere mantenimiento	SF	Operador Mecánico
		4	S	N	N	S	N	N	N						

		5	S	N	N	N	N	N	N				
		1	S	N	N	S	N	N	N				
		2	S	N	N	S	N	N	N				Operador
2	A	3	S	N	N	N	N	N	N				
		4	N				N	N	S		Sustitución cíclica	1000	Mecánico
		5	S	N	N	S	N	N	S		Sustitución cíclica	250	
		6	S	N	N	S	N	N	N		No se requiere mantenimiento	SF	Operador
	B	1	N				N	S			Reacondicionamiento cíclico	500	Mecánico

REFERENCIA DE LA INFORMACIÓN			EVALUACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS				H1	H2	H3	TAREAS "A FALTA DE"				TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL	REALIZADO POR		
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4	H5	S4			
		1	S	N	N	S	N	N	N							SF	Mecánico	
	A	2	S	N	N	S	N	N	N							No se requiere mantenimiento	SF	Mecánico
		3	S	N	N	S	N	N	N							SF	Operador	
		4	S	S			N	N	N					N		Rediseño		Ingeniero
3		1	S	N	N	S	N	N	N							SF	Mecánico	
	B	2	S	N	N	S	N	N	N							No se requiere mantenimiento	SF	Operador
		3	S	N	N	N	N	N	N							SF		
		4	S	S			N	N	S							Sustitución cíclica	1000	Mecánico
	C	1	S	N	N	S	N	S								Reacondicionamiento cíclico	1000	

Fuente: Elaboración propia – "Anexo 4"

#### 4.3. Elaboración del programa de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de los tractores JOHN DEERE de la agencia SAN ROMÁN

De acuerdo a la evaluación de los sistemas se consideraron los siguientes:

Tabla 21: *Sistemas considerador en el programa de mantenimiento*

ÍTEM	SISTEMA
1	Motor
2	Sistema hidráulico
3	Tren de fuerza
4	Tren de rodaje
5	Herramientas
6	Sistema eléctrico
7	Enfriamiento
8	Lubricación
9	Frenos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: *Programa de mantenimiento para los tractores JHON DEERE*

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO GENERAL PARA LOS TRACTORES JOHN DEERE			
ÍTEM S	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	Duración (Min)
1	Revise el filtro de aire (reemplácelo si es necesario)		36
2	Verifique los niveles de líquido (hecho si es necesario))		30
3	Comprobar si hay fugas de líquido		60
4	Compruebe si hay pernos rotos en los neumáticos		24
5	Revise todas las tuercas de las ruedas		24
6	Verifique las conexiones de la batería y los niveles de líquido	Semanal	24
7	Verifique las secciones del cardán y del haz (si corresponde)		36
8	Comprobar correa (estado y tensión)		60
9	Verifique los pines y la configuración de los altavoces		60
10	Verifique que el freno de estacionamiento esté funcionando		60
11	Lubrique las piezas móviles (crucetas, rótulas)		210
12	Drene el agua sedimentada del tanque		210
13	Lubrique los cojinetes del cilindro de dirección	Quincenal	210
14	comprobar la presión de los neumáticos		60
15	Cambio de aceite y filtro		420
16	Ajuste los pernos de la base de transmisión	Mensual	420
17	Lubrique las piezas móviles (crucetas, rótulas)		210

18	comprobar los niveles de electrolitos		60
19	Comprobar el nivel de aceite hidráulico		18
20	Verifique los niveles de aceite del diferencial delantero y trasero		18
21	Revisar y limpiar los contactos del sistema eléctrico de la máquina		210
22	Calibrar válvulas de motor.		480
23	Reemplazo del filtro de entrada		210
24	Cambio de aceite hidráulico y aceite de transmisión		240
25	Limpiar el filtro o la pantalla de aspiración hidráulica	Trimestral	240
26	Reemplace el filtro hidráulico y la caja de cambios		240
27	Revise los neumáticos en busca de daños o chirridos		90
28	Verifique y cableado eléctrico, si está mal, cámbielo.		120
29	Desmontar y comprobar el estado del inyector.		420
30	Comprobar y medir la compresión del motor		720
31	Desmontarlo y comprobar el estado del motor de arranque, si está mal fue reemplazado		360
32	Desmontar y comprobar el estado del alternador		360
33	Compruebe el juego axial del rotor del turbocompresor, si mal estado cambiarlo		240
34	Revise la polea de la bomba de agua, el alternador y cigüeñal		240
35	Comprobar el estado del amortiguador (polea del cigüeñal)	Anual	240
36	Verifique el estado del enfriador y reemplácelo si es necesario. (si existiera)		120
37	Verifique el estado de la batería, reemplace si es necesario		60
38	Muestreo de aceite de motor, transmisión, sistema hidráulico		240
39	Drene y limpie el sistema de enfriamiento		240
40	Drene y limpie el sistema de enfriamiento		120
41	Verifique el estado del embrague y reemplace los discos y collares del embrague si es necesario		120
42	Verifique el estado del pasador central y el buje para reemplazarlo		1440
43	Desmonte, inspeccione y repare los mandos finales según sea necesario		720
44	Revise el eje del brazo y el buje		1440
45	Verifique el desgaste de la biela y la placa principal	2 años	1440
46	Comprobar el apriete de los tornillos de la culata		600
47	Revise la presión del aceite de la transmisión (máquina operación)		300
48	Comprobar la presión de aceite		5 300
49	Reparación de motores de combustión interna		60 3600
50	Quitar y reemplazar los cojinetes de la caja de cambios	5 años	60 3600
51	Sustitución de la bomba hidráulica doble		60 3600

Fuente: Elaboración propia

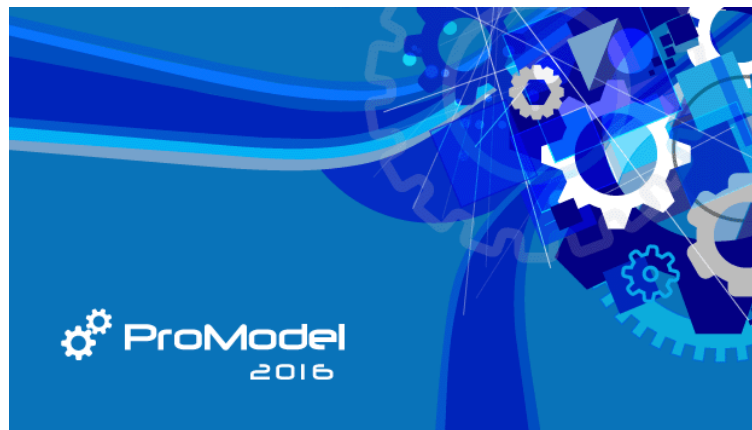
#### **4.4. Determinación de los nuevos indicadores de disponibilidad y confiabilidad post programa de mantenimiento**

##### **4.4.1. Modelamiento del Programa de mantenimiento para los tractores John Deere de cada Sistema en el software ProModel 2016**

ProModel es uno de los paquetes de software más utilizados en simulación, además de contar con herramientas de análisis que le permiten a la persona que lo utiliza comprender su entorno a través de esa simulación, además de obtener resultados que se consideran confiables, ya que solo es un simulacro. En otras palabras, puede enfocarse en el proceso de producción que da como resultado un bien o servicio. La versión utilizada es ProModel 2016 Student Edition con limitaciones:

- 20 locaciones
- 8 entidades
- 8 recursos
- 5 atributos
- 15 parámetros de escenario

*Figura 4: Software ProModel*



Fuente: (ProModel, 2022)

##### **4.4.1.1. Configuración de locaciones – Actividades de mantenimiento**

Las Locaciones serán las actividades que se desarrollarán en el programa de mantenimiento para cada Sistema analizado:

- Verificar filtro de aire
- Verificar fugas de fluidos
- Drenar el agua de sedimentos del tanque de combustible
- Verificar presión de las llantas
- Ajustar los pernos de las bases de la transmisión
- Lubricar partes móviles
- Calibrar válvulas del motor
- Cambio de filtro de admisión

También serán asignados los lugares de procedencia:

- Taller mecánico
- Almacén de tractores
- Salida a campo

*Figura 5: Configuración de locaciones – “ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO POR SISTEMA”*

	ALMACEN	4	1
	TALLER_MECANICO	1	1
	Verificar_filtro_de_aire	1	1
	Verificar_fugas_de_fluidos	1	1
	Drenar_el_agua_de_sedimentos_del_tanque_de_combustibl	1	1
	Verificar_presión_de_las_llantas	1	1
	Ajustar_los_pernos_de_las_bases_de_la_transmisión	1	1
	Lubricar_partes_móviles	1	1

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1.1.1. Configuración de frecuencia de actividades

Es la frecuencia que el MECÁNICO realizará cada actividad de mantenimiento en cada locación.

*Figura 6: Configuración de frecuencia de actividades de programa de mantenimiento*

Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...
	ALMACEN	4	1	Ninguna
	TALLER_MECANICO	1	1	Ninguna
	Verificar_filtro_de_aire	1	1	Reloj,
	Verificar_fugas_de_fluidos	1	1	Reloj,
	Drenar_el_agua_de_sedimentos_del_tanque_de_combustibl	1	1	Ninguna
	Verificar_presión_de_las_llantas	1	1	Reloj,
	Ajustar_los_pernos_de_las_bases_de_la_transmisión	1	1	Reloj,
	Lubricar_partes_móviles	1	1	Reloj,
<input type="checkbox"/> Tiempos Muertos por Reloj Verificar_filtro_de_aire				
	Frecuencia	Primera Vez	Prioridad	
168 hr		196 hr	99	No


Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1.2. Configuración de entidades – Tractores John Deere

Las entidades serán los tractores John Deere, como se tiene 4 tractores de similares características en el software se asignará como:

- TCRT1

Figura 7: Configuración de entidades – “TRACTORES JOHN DEERE”

Icono	Nombre	Velocidad (Ppm)	Estadist
	TCRT1	150	Serie de tiempo


Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1.3. Configuración de rutas – Acciones del personal

Las rutas son comprendidas por los caminos que desempeñaran tanto el operario y el mecánico:

- MC1
- OP1

Figura 8: Configuración de rutas – “ACCIONES DEL PERSONAL”

Gráfica...	Nombre	Tipo	T/V	
	MC1	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	9
	OP1	Sobrepasar	Velocidad & Distancia	8

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1.4. Configuración de procesos

Los procesos son los pasos que seguirá el Operador del tractor para llevar a cada revisión de mantenimiento la maquina a su cargo:

Figura 9: Configuración de procesos de cada Sistema

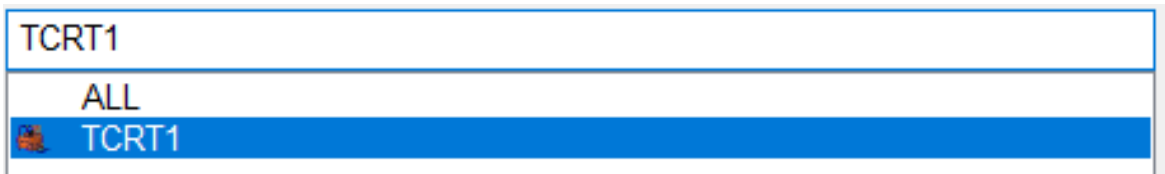
Entidad...	Locación...	
TCRT1	ALMACEN	Accum 1
TCRT1	Combustible	Wait 14 hr
TCRT1	Transmision_Hidraulica	Wait 9 hr
TCRT1	Embrague	Wait 5 hr
TCRT1	Refrigeracion	Wait 6 hr
TCRT1	Admision_y_escape_de_aire	Wait 6 hr
TCRT1	Levante_hidraulico	Wait 7 hr
TCRT1	Mandos_finales	Wait 2 hr

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1.5. Configuración de arribos

Los arribos es la cantidad de maquinarias que se revisaron a la vez y la cantidad máxima de tractores.

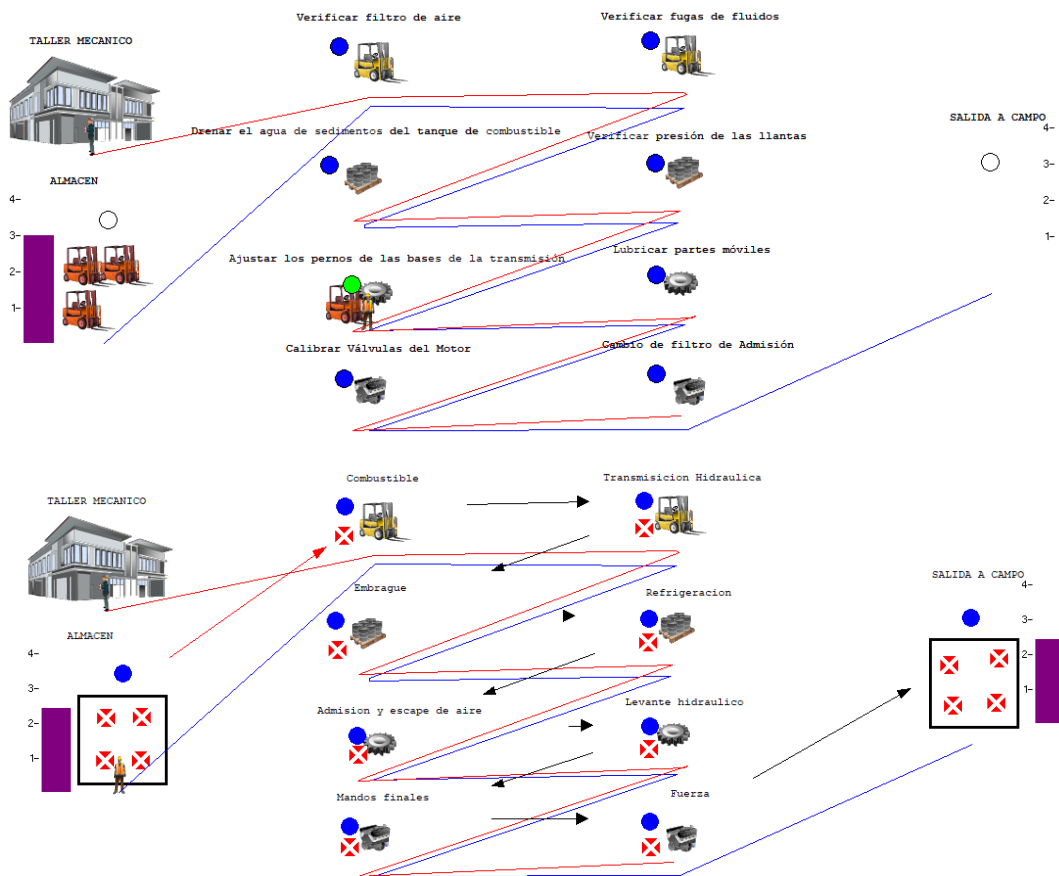
Figura 10: Configuración de arribos



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Simulación del programa de mantenimiento en el software ProModel para los tractores John Deere

Figura 11: Simulación de ejecución del programa de mantenimiento en el software ProModel por Sistema



Fuente: Elaboración propia



Como se muestra en la Figura 11 se muestra la simulación de cada tractor John Deere ingresa a cada locación (Actividad de mantenimiento) junto con el operador y si es el tiempo adecuado mecánico según la frecuencia dada ejecutara la actividad de mantenimiento con un tiempo dado.

#### 4.4.3. Resultados de simulación

Figura 12: Resultados temporales de cada Sistema para el Tractor John Deere 6600 - A

Locación Resumen (Prom. Reps)					
Período	Nombre	Capacidad	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Actual	% Utilización
1	Combustible	3.00	14.00	0.00	8.97
1	Transmision Hidraulica	3.00	9.00	0.00	5.77
1	Embrague	2.00	5.00	0.00	4.81
1	Refrigeracion	1.00	6.00	0.00	11.53
1	Admision y escape de aire	1.00	6.00	0.00	11.53
1	Levante hidraulico	2.00	7.00	0.00	6.73
1	Mandos finales	1.00	2.00	0.00	3.84
1	Fuerza	1.00	3.00	0.00	5.77
1	SALIDA A CAMPO	1.00	0.00	0.00	0.00

Locación Resumen (Prom. Reps)					
Período	Nombre	Capacidad	Tiempo Por entrada Promedio (Hr)	Contenido Actual	% Utilización
1	ALMACEN	1.00	0.00	0.00	0.00
1	TALLER MECANICO	1.00	0.00	0.00	0.00
1	Encendido	1.00	2.00	0.00	3.51
1	Direccion y frenos	2.00	9.00	0.00	7.89
1	Lubricacion	1.00	3.00	0.00	5.26
1	Transmision mecanica	1.00	24.00	0.00	42.09
1	Carga	1.00	2.00	0.00	3.51
1	Diferenciales	1.00	13.00	0.00	22.80
1	Carroceria y accesorios	2.00	2.00	0.00	1.75
1	Tablero y luces	1.00	2.00	0.00	3.51
1	SALIDA A CAMPO	1.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Figura 12, la capacidad representa la cantidad de fallas ocurridas en un determinado periodo "1 año" para cada subsistema y el tiempo por entrada Promedio (Hr) es nuestro número total de paros por avería, los cuales serán necesarios para calcular los criterios de disponibilidad y confiabilidad.

#### 4.4.4. Disponibilidad por maquinaria post programa de mantenimiento - ProModel

Se determinará la disponibilidad de cada uno de los sistemas que comprende cada tractor John Deere en un plazo de 22 días, dando un total de 176 horas dentro de la Agencia Agraria San Román.

##### 4.4.4.1. Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A

Tabla 23: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A

John Deere Modelo 6600 - A							DISPONIBILIDAD	
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)		
Combustible	3	0.25	14	704.00	176	56.00	92.63%	
Transmisión hidráulica	3	0.25	9	704.00		36.00	95.14%	
Embrague	2	0.17	5	1035.29		29.41	97.24%	
Refrigeración	1	0.08	6	2200.00		75.00	96.70%	
Admisión y escape de aire	1	0.08	6	2200.00		75.00	96.70%	
Levante hidráulico	2	0.17	7	1035.29		41.18	96.17%	
Mandos finales	1	0.08	2	2200.00		25.00	98.88%	
Fuerza	1	0.08	3	2200.00		37.50	98.32%	
Encendido	1	0.08	2	2200.00		25.00	98.88%	
Dirección y frenos	2	0.17	9	1035.29		52.94	95.14%	
Lubricación	1	0.08	3	2200.00		37.50	98.32%	
Transmisión mecánica	1	0.08	24	2200.00		300.00	88.00%	
Carga	1	0.08	2	2200.00		25.00	98.88%	
Diferenciales	1	0.08	13	2200.00		162.50	93.12%	
Carrocería y accesorios	2	0.17	2	1035.29		11.76	98.88%	
Tablero y luces	1	0.08	2	2200.00		25.00	98.88%	
<b>PROMEDIO</b>							96.37%	

Fuente: Elaboración propia – ProModel

En la tabla 23, se muestra la disponibilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo de combustible 92.63% y Transmisión mecánica con 88%.

#### 4.4.4.2. Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B

Tabla 24: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B

<b>John Deere Modelo 6600 - B</b>							
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
Combustible	3	0.25	16	704.00		64.00	91.67%
Transmisión hidráulica	3	0.25	13	704.00		52.00	93.12%
Embrague	2	0.17	7	1035.29		41.18	96.17%
Refrigeración	2	0.17	4	1035.29		23.53	97.78%
Admisión y escape de aire	2	0.17	3	1035.29		17.65	98.32%
Levante hidráulico	1	0.08	2	2200.00		25.00	98.88%
Mandos finales	1	0.08	27	2200.00		337.50	86.70%
Fuerza	4	0.33	7	533.33	176	21.21	96.17%
Encendido	3	0.25	4	704.00		16.00	97.78%
Dirección y frenos	1	0.08	5	2200.00		62.50	97.24%
Lubricación	1	0.08	2	2200.00		25.00	98.88%
Transmisión mecánica	2	0.17	24	1035.29		141.18	88.00%
Carga	3	0.25	6	704.00		24.00	96.70%
Diferenciales	1	0.08	60	2200.00		750.00	74.58%
Carrocería y accesorios	1	0.08	4	2200.00		50.00	97.78%
Tablero y luces	1	0.08	12	2200.00		150.00	93.62%
<b>PROMEDIO</b>							93.96%

Fuente: Elaboración propia – ProModel

En la tabla 24, se muestra la disponibilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo de diferenciales 74.58% y Transmisión mecánica con 88%.

#### 4.4.4.3. Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

Tabla 25: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

<b>John Deere Modelo 6300 - A</b>							
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
Combustible	3	0.25	13	704.00		52.00	93.12%
Transmisión hidráulica	3	0.25	9	704.00		36.00	95.14%
Embrague	3	0.25	7	704.00		28.00	96.17%
Refrigeración	2	0.17	6	1035.29		35.29	96.70%
Admisión y escape de aire	2	0.17	2	1035.29		11.76	98.88%
Levante hidráulico	2	0.17	4	1035.29		23.53	97.78%
Mandos finales	3	0.25	20	704.00		80.00	89.80%
Fuerza	2	0.17	7	1035.29	176	41.18	96.17%
Encendido	3	0.25	5	704.00		20.00	97.24%
Dirección y frenos	3	0.25	12	704.00		48.00	93.62%
Lubricación	4	0.33	7	533.33		21.21	96.17%
Transmisión mecánica	2	0.17	39	1035.29		229.41	81.86%
Carga	3	0.25	10	704.00		40.00	94.62%
Diferenciales	1	0.08	40	2200.00		500.00	81.48%
Carrocería y accesorios	1	0.08	2	2200.00		25.00	98.88%
Tablero y luces	1	0.08	7	2200.00		87.50	96.17%
<b>PROMEDIO</b>							<b>93.99%</b>

Fuente: Elaboración propia – ProModel

En la tabla 25, se muestra la disponibilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo de diferenciales 81.48% y Transmisión mecánica con 8.86%.

#### 4.4.4.4. Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B

Tabla 26: Disponibilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B

<b>John Deere Modelo 6300 - B</b>							
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
Combustible	3	0.25	15	704.00		60.00	92.15%
Transmisión hidráulica	3	0.25	9	704.00		36.00	95.14%
Embrague	3	0.25	7	704.00		28.00	96.17%
Refrigeración	2	0.17	5	1035.29		29.41	97.24%
Admisión y escape de aire	2	0.17	1	1035.29		5.88	99.44%
Levante hidráulico	2	0.17	4	1035.29		23.53	97.78%
Mandos finales	1	0.08	47	2200.00		587.50	78.92%
Fuerza	2	0.17	2	1035.29	176	11.76	98.88%
Encendido	3	0.25	4	704.00		16.00	97.78%
Dirección y frenos	3	0.25	10	704.00		40.00	94.62%
Lubricación	4	0.33	12	533.33		36.36	93.62%
Transmisión mecánica	2	0.17	1	1035.29		5.88	99.44%
Carga	1	0.08	4	2200.00		50.00	97.78%
Diferenciales	1	0.08	17	2200.00		212.50	91.19%
Carrocería y accesorios	1	0.08	2	2200.00		25.00	98.88%
Tablero y luces	2	0.17	11	1035.29		64.71	94.12%
<b>PROMEDIO</b>							95.20%

Fuente: Elaboración propia – ProModel

En la tabla 26, se muestra la disponibilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo de diferenciales 91.19% y mandos finales con 78.92%.

#### 4.4.4.5. Disponibilidad promedio de los tractores John Deere

Tabla 27: Disponibilidad promedio de los tractores John Deere

<b>John Deere</b>							
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	No de horas totales de paro por avería	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	Tiempo total analizado (horas)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	DISPONIBILIDAD
Combustible	3	0.25	15	704.00		58.00	92.39%
Transmisión hidráulica	3	0.25	10	704.00		40.00	94.62%
Embrague	2.5	0.21	7	838.10		30.95	96.44%
Refrigeración	1.75	0.15	5	1173.33		35.00	97.10%
Admisión y escape de aire	1.75	0.15	3	1173.33		20.00	98.32%
Levante hidráulico	1.75	0.15	4	1173.33		28.33	97.64%
Mandos finales	1.5	0.13	24	1353.85		184.62	88.00%
Fuerza	2.25	0.19	5	926.32	176	25.00	97.37%
Encendido	2.5	0.21	4	838.10		17.86	97.91%
Dirección y frenos	2.25	0.19	9	926.32		47.37	95.14%
Lubricación	2.5	0.21	6	838.10		28.57	96.70%
Transmisión mecánica	1.75	0.15	22	1173.33		146.67	88.89%
Carga	2	0.17	6	1035.29		32.35	96.97%
Diferenciales	1	0.08	33	2200.00		406.25	84.41%
Carrocería y accesorios	1.25	0.10	3	1760.00		25.00	98.60%
Tablero y luces	1.25	0.10	8	1760.00		80.00	95.65%
<b>PROMEDIO</b>							94.76%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27, se muestra la disponibilidad de cada sistema destacando el sistema menos disponible siendo de diferenciales 84.41% y Transmisión mecánica con 88.89%.

#### 4.4.5. Confiabilidad por maquinaria post programa de mantenimiento

Se determinará la confiabilidad de cada uno de los sistemas que comprende cada tractor John Deere en un plazo de 22 días, dando un total de 176 horas dentro de la Agencia Agraria San Román.

##### 4.4.5.1. Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A

Tabla 28: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – A

John Deere Modelo 6600 - A						
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS (λ)	Tiempo total analizado (horas)	CONFIABILIDAD
Combustible	3	0.25	704.00	0.001420	176	77.88%
Transmisión hidráulica	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Embrague	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Refrigeración	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Admisión y escape de aire	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Levante hidráulico	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Mandos finales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Fuerza	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Encendido	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Dirección y frenos	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Lubricación	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Transmisión mecánica	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Carga	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Diferenciales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Carrocería y accesorios	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Tablero y luces	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
<b>PROMEDIO</b>						88.52%

Fuente: Elaboración propia – ProModel

En la tabla 28, se muestra la confiabilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el de Combustible con un 77.88% y la transmisión hidráulica con un 77.88%.

#### 4.4.5.2. Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B

Tabla 29: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6600 – B

John Deere Modelo 6600 - B						
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS ( $\lambda$ )	Tiempo total analizado (horas)	CONFIABILIDAD
Combustible	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Transmisión hidráulica	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Embrague	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Refrigeración	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Admisión y escape de aire	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Levante hidráulico	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Mandos finales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Fuerza	4	0.33	533.33	0.001875	176	71.89%
Encendido	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Dirección y frenos	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Lubricación	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Transmisión mecánica	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Carga	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Diferenciales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Carrocería y accesorios	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Tablero y luces	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
<b>PROMEDIO</b>						85.44%

Fuente: Elaboración propia – ProModel

En la tabla 29, se muestra la confiabilidad de cada sistema destacando el sistema más crítico siendo el de fuerza con 71.89% y los sistemas de carga, combustible y transmisión hidráulica con 77.88%.



#### 4.4.5.3. Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

Tabla 30: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – A

John Deere Modelo 6300 - A						
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS ( $\lambda$ )	Tiempo total analizado (horas)	CONFIABILIDAD
Combustible	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Transmisión hidráulica	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Embrague	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Refrigeración	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Admisión y escape de aire	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Levante hidráulico	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Mandos finales	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Fuerza	2	0.17	1035.29	0.000966	176	84.37%
Encendido	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Dirección y frenos	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Lubricación	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Transmisión mecánica	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Carga	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Diferenciales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Carrocería y accesorios	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Tablero y luces	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
<b>PROMEDIO</b>						<b>82.24%</b>

Fuente: Elaboración propia – ProModel

En la tabla 30, se muestra la confiabilidad de cada sistema tiene un promedio similar de 77.88% y 84.37%.

#### 4.4.5.4. Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B

Tabla 31: Confiabilidad del tractor John Deere Modelo 6300 – B

John Deere Modelo 6300 - B						
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS ( $\lambda$ )	Tiempo total analizado (horas)	CONFIABILIDAD
Combustible	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Transmisión hidráulica	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Embrague	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Refrigeración	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Admisión y escape de aire	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Levante hidráulico	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Mandos finales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Fuerza	2	0.17	1035.29	0.000966	176	84.37%
Encendido	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Dirección y frenos	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Lubricación	4	0.33	533.33	0.001875		71.89%
Transmisión mecánica	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Carga	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Diferenciales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Carrocería y accesorios	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Tablero y luces	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
<b>PROMEDIO</b>						83.55%

Fuente: Elaboración propia – ProModel

En la tabla 31, se muestra la confiabilidad de cada sistema tiene un promedio similar de 77.88% y 84.37%.

#### 4.4.5.5. Confiabilidad promedio de los tractores John Deere

Tabla 32: Confiabilidad promedio de los tractores John Deere

John Deere - Resumen						
SISTEMAS	No de averías (Anuales)	No de averías (Mensuales)	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TASA DE FALLAS ( $\lambda$ )	Tiempo total analizado (horas)	CONFIABILIDAD
Combustible	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Transmisión hidráulica	3	0.25	704.00	0.001420		77.88%
Embrague	2.5	0.21	838.10	0.001193		81.06%
Refrigeración	1.75	0.15	1173.33	0.000852		86.07%
Admisión y escape de aire	1.75	0.15	1173.33	0.000852		86.07%
Levante hidráulico	1.75	0.15	1173.33	0.000852		86.07%
Mandos finales	1.5	0.13	1353.85	0.000739		87.81%
Fuerza	2.25	0.19	926.32	0.001080	176	82.70%
Encendido	2.5	0.21	838.10	0.001193		81.06%
Dirección y frenos	2.25	0.19	926.32	0.001080		82.70%
Lubricación	2.5	0.21	838.10	0.001193		81.06%
Transmisión mecánica	1.75	0.15	1173.33	0.000852		86.07%
Carga	2	0.17	1035.29	0.000966		84.37%
Diferenciales	1	0.08	2200.00	0.000455		92.31%
Carrocería y accesorios	1.25	0.10	1760.00	0.000568		90.48%
Tablero y luces	1.25	0.10	1760.00	0.000568		90.48%
<b>PROMEDIO</b>						84.63%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32, se muestra la confiabilidad promedio de todos los tractores por sistema destacando el sistema menos confiable siendo el de combustible y transmisión hidráulica con 77.88%

#### 4.4.6. Resumen de indicadores de mantenimiento

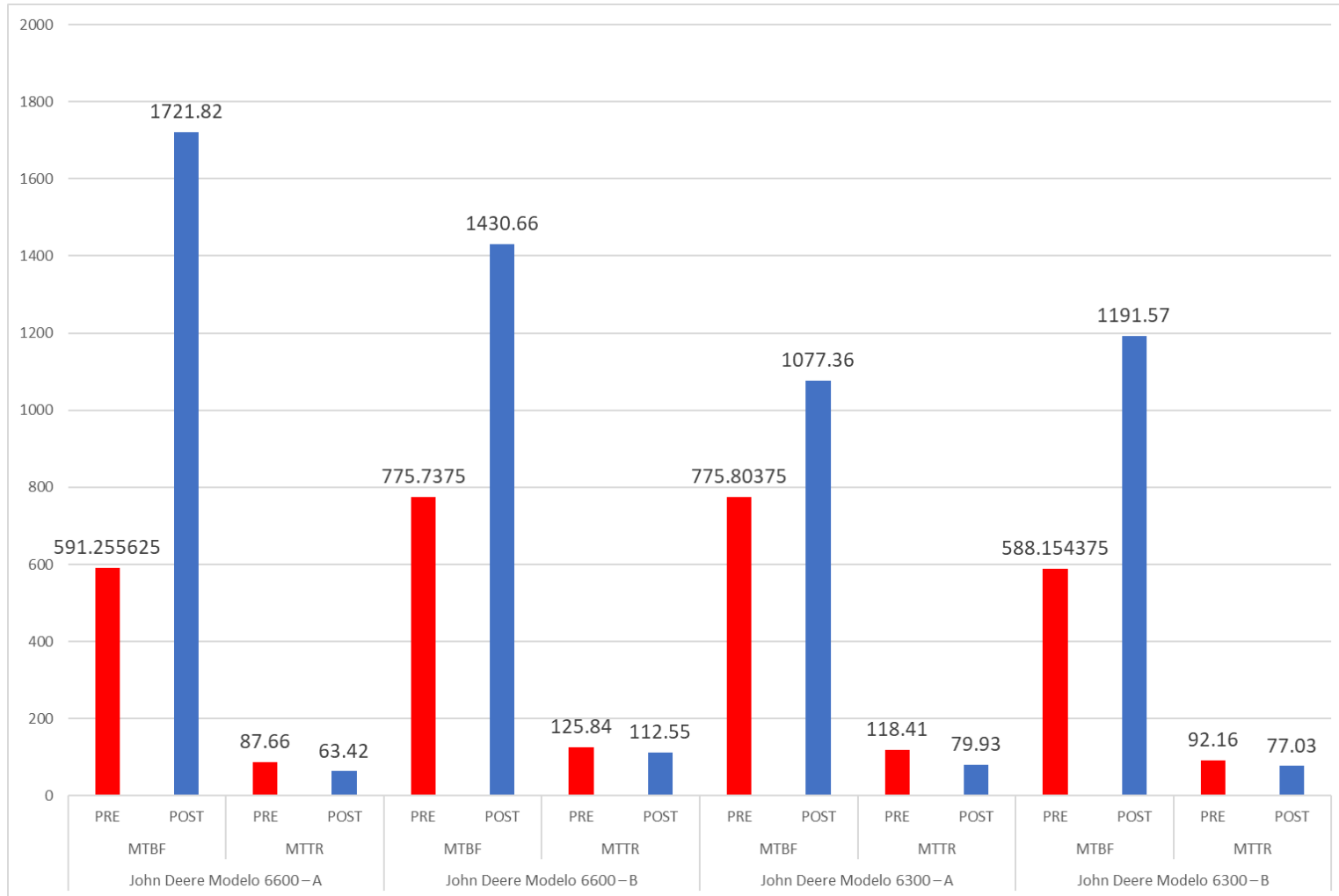
Tabla 33: Resumen de indicadores de mantenimiento

SISTEMAS	John Deere Modelo 6600 – A								John Deere Modelo 6600 – B							
	MTBF		MTTR		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		MTBF		MTTR		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
Combustible	262.69	704	59.7	56	81.48%	92.63%	51.17%	77.88%	234.67	704	56	64	80.73%	91.67%	47.24%	77.88%
Transmisión hidráulica	262.69	704	29.85	36	89.80%	95.14%	51.17%	77.88%	234.67	704	32	52	88.00%	93.12%	47.24%	77.88%
Embrague	704	1035.29	40	29.41	94.62%	97.24%	77.88%	84.37%	533.33	1035.29	36.36	41.18	93.62%	96.17%	71.89%	84.37%
Refrigeración	704	2200	32	75	95.65%	96.70%	77.88%	92.31%	533.33	1035.29	24.24	23.53	95.65%	97.78%	71.89%	84.37%
Admisión y escape de aire	704	2200	12	75	98.32%	96.70%	77.88%	92.31%	533.33	1035.29	9.09	17.65	98.32%	98.32%	71.89%	84.37%
Levante hidráulico	704	1035.29	28	41.18	96.17%	96.17%	77.88%	84.37%	533.33	2200	21.21	25	96.17%	98.88%	71.89%	92.31%
Mandos finales	704	2200	448	25	61.11%	98.88%	77.88%	92.31%	533.33	2200	378.79	337.5	58.47%	86.70%	71.89%	92.31%
Fuerza	533.33	2200	33.33	37.5	94.12%	98.32%	71.89%	92.31%	419.05	533.33	26.19	21.21	94.12%	96.17%	65.70%	71.89%
Encendido	533.33	2200	18.18	25	96.70%	98.88%	71.89%	92.31%	419.05	704	14.29	16	96.70%	97.78%	65.70%	77.88%
Dirección y frenos	533.33	1035.29	51.52	52.94	91.19%	95.14%	71.89%	84.37%	533.33	2200	45.45	62.5	92.15%	97.24%	71.89%	92.31%
Lubricación	419.05	2200	21.43	37.5	95.14%	98.32%	65.70%	92.31%	352	2200	18	25	95.14%	98.88%	60.65%	92.31%
Transmisión mecánica	533.33	2200	290.91	300	64.71%	88.00%	71.89%	92.31%	533.33	1035.29	303.03	141.18	63.77%	88.00%	71.89%	84.37%
Carga	419.05	2200	42.86	25	90.72%	98.88%	65.70%	92.31%	419.05	704	23.81	24	94.62%	96.70%	65.70%	77.88%
Diferenciales	704	2200	220	162.5	76.19%	93.12%	77.88%	92.31%	2200	2200	800	750	73.33%	74.58%	92.31%	92.31%
Carrocería y accesorios	704	1035.29	16	11.76	97.78%	98.88%	77.88%	84.37%	2200	2200	50	50	97.78%	97.78%	92.31%	92.31%
Tablero y luces	1035.29	2200	58.82	25	94.62%	98.88%	84.37%	92.31%	2200	2200	175	150	92.63%	93.62%	92.31%	92.31%
<b>PROMEDIO</b>	<b>591.256</b>	<b>1721.82</b>	<b>87.66</b>	<b>63.42</b>	<b>88.65%</b>	<b>96.37%</b>	<b>71.93%</b>	<b>88.52%</b>	<b>775.738</b>	<b>1430.66</b>	<b>125.84</b>	<b>112.55</b>	<b>88.20%</b>	<b>93.96%</b>	<b>70.77%</b>	<b>85.44%</b>

John Deere Modelo 6300 – A									John Deere Modelo 6300 – B							
SISTEMAS	MTBF		MTTR		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		MTBF		MTTR		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
Combustible	191.3	704	55.43	52	77.53%	93.12%	39.85%	77.88%	262.69	704	74.63	60	77.88%	92.15%	39.85%	77.88%
Transmisión hidráulica	212.05	704	30.12	36	87.56%	95.14%	43.60%	77.88%	234.67	704	34.67	36	87.13%	95.14%	43.60%	77.88%
Embrague	419.05	704	33.33	28	92.63%	96.17%	65.70%	77.88%	533.33	704	42.42	28	92.63%	96.17%	65.70%	77.88%
Refrigeración	533.33	1035.29	24.24	35.29	95.65%	96.70%	71.89%	84.37%	704	1035.29	28	29.41	96.17%	97.24%	71.89%	84.37%
Admisión y escape de aire	533.33	1035.29	9.09	11.76	98.32%	98.88%	71.89%	84.37%	419.05	1035.29	7.14	5.88	98.32%	99.44%	71.89%	84.37%
Levante hidráulico	533.33	1035.29	21.21	23.53	96.17%	97.78%	71.89%	84.37%	533.33	1035.29	21.21	23.53	96.17%	97.78%	71.89%	84.37%
Mandos finales	533.33	704	387.88	80	57.89%	89.80%	71.89%	77.88%	1035.29	2200	770.59	587.5	57.33%	78.92%	71.89%	92.31%
Fuerza	419.05	1035.29	33.33	41.18	92.63%	96.17%	65.70%	84.37%	419.05	1035.29	9.52	11.76	97.78%	98.88%	65.70%	84.37%
Encendido	533.33	704	18.18	20	96.70%	97.24%	71.89%	77.88%	419.05	704	14.29	16	96.70%	97.78%	71.89%	77.88%
Dirección y frenos	533.33	704	51.52	48	91.19%	93.62%	71.89%	77.88%	419.05	704	40.48	40	91.19%	94.62%	71.89%	77.88%
Lubricación	419.05	533.33	21.43	21.21	95.14%	96.17%	65.70%	71.89%	704	533.33	36	36.36	95.14%	93.62%	65.70%	71.89%
Transmisión mecánica	533.33	1035.29	290.91	229.41	64.71%	81.86%	71.89%	84.37%	533.33	1035.29	6.06	5.88	98.88%	99.44%	71.89%	84.37%
Carga	419.05	704	42.86	40	90.72%	94.62%	65.70%	77.88%	419.05	2200	45.24	50	90.26%	97.78%	65.70%	92.31%
Diferenciales	2200	2200	725	500	75.21%	81.48%	92.31%	92.31%	704	2200	256	212.5	73.33%	91.19%	92.31%	92.31%
Carrocería y accesorios	2200	2200	25	25	98.88%	98.88%	92.31%	92.31%	1035.29	2200	23.53	25	97.78%	98.88%	92.31%	92.31%
Tablero y luces	2200	2200	125	87.5	94.62%	96.17%	92.31%	92.31%	1035.29	1035.29	64.71	64.71	94.12%	94.12%	92.31%	84.37%
<b>PROMEDIO</b>	775.804	1077.36	118.41	79.93	87.85%	93.99%	70.40%	82.24%	588.154	1191.57	92.16	77.03	90.05%	95.20%	70.40%	83.55%

Fuente: Elaboración propia

Figura 13: Resumen de indicadores de mantenimiento MTBF y MTTR de los tractores John Deere



Fuente: Elaboración propia – ProModel

Como se muestra en la Tabla 33 y la Figura 13, los tractores John Deere Modelo 6600 – A mejoro su disponibilidad en un 7.72% y su confiabilidad en un 16.6%, mientras que para el tractor John Deere Modelo 6600 – B, mejoro su disponibilidad en un 5.73% y su confiabilidad en un 14.67%, para el tractor John Deere Modelo 6300 – A mejoro su disponibilidad en un 6.14% y su confiabilidad en un 11.84% y para el tractor John Deere Modelo 6300 – B mejoro su disponibilidad en un 5.15% y su confiabilidad en un 13.15%.

#### 4.4.7. Comparación de disponibilidad y confiabilidad por tractor

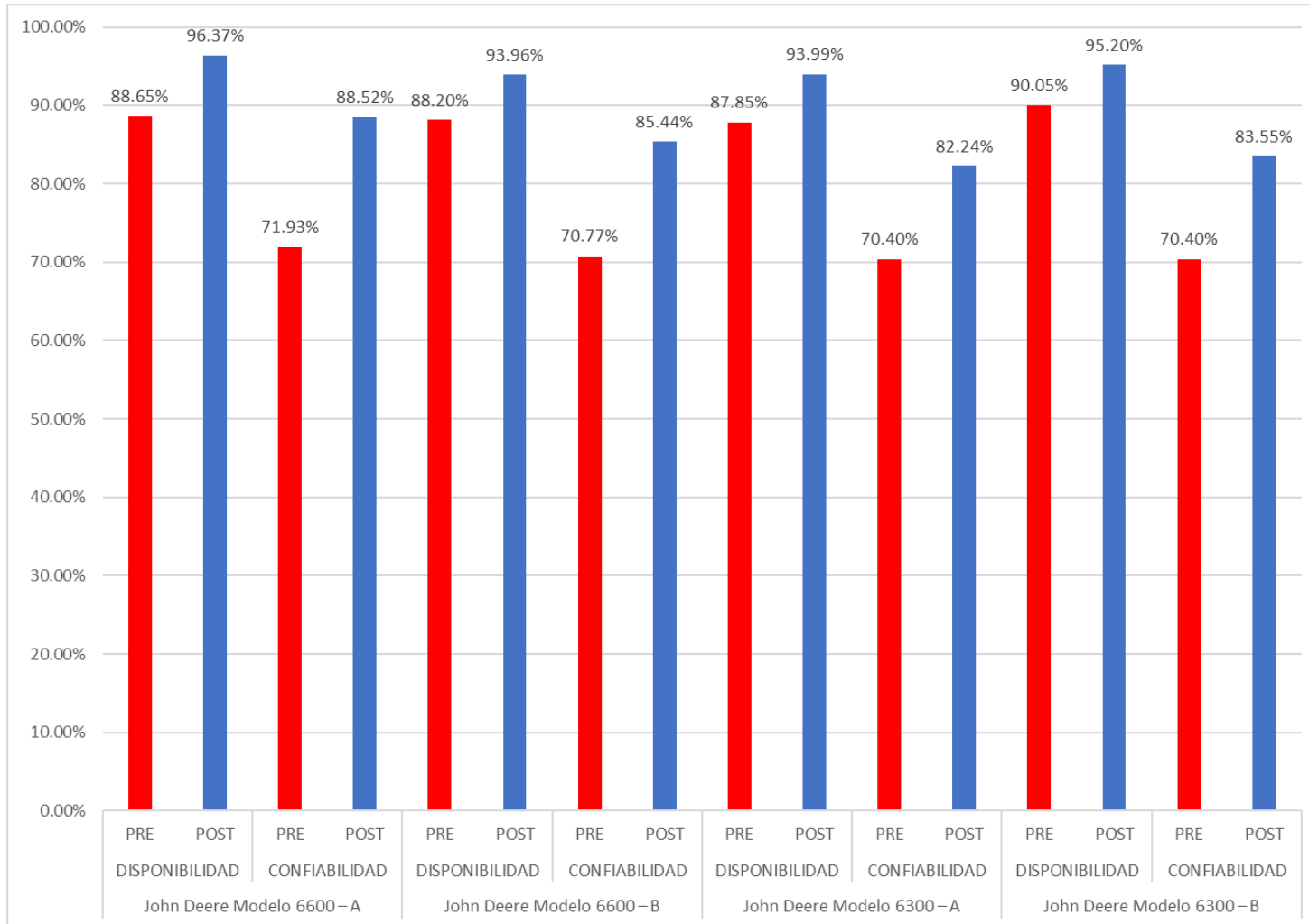
Tabla 34: Resumen de disponibilidad y confiabilidad

SISTEMAS	John Deere Modelo 6600 – A				John Deere Modelo 6600 – B				John Deere Modelo 6300 – A				John Deere Modelo 6300 – B				Promedio			
	DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD	
	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST	PRE	POST
Combustible	81.48%	92.63%	51.17%	77.88%	80.73%	91.67%	47.24%	77.88%	77.53%	93.12%	39.85%	77.88%	77.88%	92.15%	39.85%	77.88%	79.37%	92.39%	59.45%	77.88%
Transmisión hidráulica	89.80%	95.14%	51.17%	77.88%	88.00%	93.12%	47.24%	77.88%	87.56%	95.14%	43.60%	77.88%	87.13%	95.14%	43.60%	77.88%	88.11%	94.62%	58.27%	77.88%
Embrague	94.62%	97.24%	77.88%	84.37%	93.62%	96.17%	71.89%	84.37%	92.63%	96.17%	65.70%	77.88%	92.63%	96.17%	65.70%	77.88%	93.37%	96.44%	79.45%	81.06%
Refrigeración	95.65%	96.70%	77.88%	92.31%	95.65%	97.78%	71.89%	84.37%	95.65%	96.70%	71.89%	84.37%	96.17%	97.24%	71.89%	84.37%	95.78%	97.10%	81.06%	86.07%
Admisión y escape de aire	98.32%	96.70%	77.88%	92.31%	98.32%	98.32%	71.89%	84.37%	98.32%	98.88%	71.89%	84.37%	98.32%	99.44%	71.89%	84.37%	98.32%	98.32%	77.88%	86.07%
Levante hidráulico	96.17%	96.17%	77.88%	84.37%	96.17%	98.88%	71.89%	92.31%	96.17%	97.78%	71.89%	84.37%	96.17%	97.78%	71.89%	84.37%	96.17%	97.64%	79.45%	86.07%
Mandos finales	61.11%	98.88%	77.88%	92.31%	58.47%	86.70%	71.89%	92.31%	57.89%	89.80%	71.89%	77.88%	57.33%	78.92%	71.89%	92.31%	58.67%	88.00%	82.70%	87.81%
Fuerza	94.12%	98.32%	71.89%	92.31%	94.12%	96.17%	65.70%	71.89%	92.63%	96.17%	65.70%	84.37%	97.78%	98.88%	65.70%	84.37%	94.62%	97.37%	74.83%	82.70%
Encendido	96.70%	98.88%	71.89%	92.31%	96.70%	97.78%	65.70%	77.88%	96.70%	97.24%	71.89%	77.88%	96.70%	97.78%	71.89%	77.88%	96.70%	97.91%	74.83%	81.06%
Dirección y frenos	91.19%	95.14%	71.89%	84.37%	92.15%	97.24%	71.89%	92.31%	91.19%	93.62%	71.89%	77.88%	91.19%	94.62%	71.89%	77.88%	91.43%	95.14%	76.34%	82.70%
Lubricación	95.14%	98.32%	65.70%	92.31%	95.14%	98.88%	60.65%	92.31%	95.14%	96.17%	65.70%	71.89%	95.14%	93.62%	65.70%	71.89%	95.14%	96.70%	74.83%	81.06%
Transmisión mecánica	64.71%	88.00%	71.89%	92.31%	63.77%	88.00%	71.89%	84.37%	64.71%	81.86%	71.89%	84.37%	98.88%	99.44%	71.89%	84.37%	70.54%	88.89%	77.88%	86.07%
Carga	90.72%	98.88%	65.70%	92.31%	94.62%	96.70%	65.70%	77.88%	90.72%	94.62%	65.70%	77.88%	90.26%	97.78%	65.70%	92.31%	91.55%	96.97%	73.34%	84.37%
Diferenciales	76.19%	93.12%	77.88%	92.31%	73.33%	74.58%	92.31%	92.31%	75.21%	81.48%	92.31%	92.31%	73.33%	91.19%	92.31%	92.31%	74.50%	84.41%	86.07%	92.31%
Carrocería y accesorios	97.78%	98.88%	77.88%	84.37%	97.78%	97.78%	92.31%	92.31%	98.88%	98.88%	92.31%	92.31%	97.78%	98.88%	92.31%	92.31%	98.05%	98.60%	87.81%	90.48%
Tablero y Luces	94.62%	98.88%	84.37%	92.31%	92.63%	93.62%	92.31%	92.31%	94.62%	96.17%	92.31%	92.31%	94.12%	94.12%	92.31%	84.37%	93.99%	95.65%	90.48%	90.48%
<b>PROMEDIO</b>	88.65%	96.37%	71.93%	88.52%	88.20%	93.96%	70.77%	85.44%	87.85%	93.99%	70.40%	82.24%	90.05%	95.20%	70.40%	83.55%	88.52%	94.76%	77.17%	84.63%

Fuente: Elaboración propia



Figura 14: Resumen de disponibilidad y confiabilidad de los tractores John Deere



Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Evaluación de la inversión del programa de mantenimiento preventivo y retorno operacional

Para determinar la inversión necesaria se consideró que el personal a cargo trabaja 22 días por 8 horas cada día siendo un total de 176 hora mensuales y percibe un sueldo de S/.2800.00, por lo que por hora percibe S/.15.91.

##### 4.5.1.1. Sueldo por hora del mecánico:

$$\text{Sueldo del Mecanico} - \text{hora} = \frac{\text{Sueldo Mensual}}{\text{Horas de trabajo mensual}} \quad (12)$$

$$\text{Sueldo del Mecanico} - \text{hora} = \frac{2800.00}{8 \frac{\text{hr}}{\text{día}} * 22 \text{ dias}} = 15.91 \frac{\text{soles}}{\text{hr}}$$

##### 4.5.1.2. Costo según duración de la actividad

**Semanal – Ítem 1, No de veces por actividad son 5**

$$36 \text{ min} \cong 0.6 \text{ horas} \quad (13)$$

$$\text{Costo}_1 = \text{Duracion} * \text{Sueldo Mecanico} - \text{horas} * \text{Frecuencia mensual} \quad (14)$$

$$\text{Costo}_1 = 0.6 \frac{\text{hr}}{\text{actividad}} * 15.91 \frac{\text{soles}}{\text{hr}} * 5 \frac{\text{actividades}}{\text{mes}} = 47.73 \frac{\text{soles}}{\text{mes}}$$

Tabla 35: Inversión para la implementación del mantenimiento – Mano de obra

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO – MANO DE OBRA	FRECUCENCIA	Duración (hrs)	Duración (min)	Frecuencia mensual	MECÁNICO ENCARGADO	
					SUELDO	Costo
				Tiempo de trabajo (hrs)	S/. 2,800.00	S/. 15.91
					176	
1		0.6	36		S/.	47.73
2		0.5	30		S/.	39.77
3		1	60		S/.	79.55
4		0.4	24		S/.	31.82
5	Semanal	0.4	24	5	S/.	31.82
6		0.4	24		S/.	31.82
7		0.6	36		S/.	47.73
8		1	60		S/.	79.55
9		1	60		S/.	79.55
10		1	60		S/.	79.55
11	Quincenal	3.5	210	2	S/.	111.36

12		3.5	210		S/.	111.36	
13		3.5	210		S/.	111.36	
14		1	60		S/.	31.82	
15		7	420		S/.	111.36	
16		7	420		S/.	111.36	
17		3.5	210		S/.	55.68	
18	Mensual	1	60	1	S/.	15.91	
19		0.3	18		S/.	4.77	
20		0.3	18		S/.	4.77	
21		3.5	210		S/.	55.68	
22		8	480		S/.	42.00	
23		3.5	210		S/.	18.38	
24		4	240		S/.	21.00	
25	Trimestral	4	240	0.33	S/.	21.00	
26		4	240		S/.	21.00	
27		1.5	90		S/.	7.88	
28		2	120		S/.	10.50	
29		7	420		S/.	9.24	
30		12	720		S/.	15.85	
31		6	360		S/.	7.92	
32		6	360		S/.	7.92	
33		4	240		S/.	5.28	
34		4	240		S/.	5.28	
35	Anual	4	240	0.083	S/.	5.28	
36		2	120		S/.	2.64	
37		1	60		S/.	1.32	
38		4	240		S/.	5.28	
39		4	240		S/.	5.28	
40		2	120		S/.	2.64	
41		2	120		S/.	2.64	
42		24	1440		S/.	16.04	
43		12	720		S/.	8.02	
44		24	1440		S/.	16.04	
45	2 años	24	1440	0.042	S/.	16.04	
46		10	600		S/.	6.68	
47		5	300		S/.	3.34	
48		5	300		S/.	3.34	
49		60	3600		S/.	16.23	
50	5 años	60	3600	0.017	S/.	16.23	
51		60	3600		S/.	16.23	
					TOTAL	<b>S/.</b>	<b>1,610.83</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: *Inversión para la implementación del mantenimiento – Insumos*

<b>COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO - INSUMOS</b>					
<b>ÍTEMS</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unid</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
1	Aceite Mobil Delvac MX 15W40 x 2.5 Glns	Bld	1	S/.172.00	S/. 172.00
2	Aceite Mobil Fluid 424 SAE10W30 x 5 Glns	Bld	1	S/.332.00	S/. 332.00
3	Aceite Mobil Mobilube HD 80W90 x 5 Glns	Bld	1	S/.352.00	S/. 352.00
4	Filtro de aceite Fleetguard LF 16015		1	S/. 51.00	S/. 51.00
5	Filtro de petróleo Fleetguard FF 5421		1	S/. 82.00	S/. 82.00
6	Filtro de petróleo Fleetguard FF 5461		1	S/. 34.00	S/. 34.00
7	Filtro de aceite Fleetguard HF 28885		1	S/.287.00	S/. 287.00
8	Filtro de Petroleo LYS LFP 150	Und	1	S/. 22.00	S/. 22.00
9	Filtro de Petróleo LYS LFP 795		1	S/. 29.00	S/. 29.00
10	Filtro de aceite Fleetguard LF 699		1	S/. 34.00	S/. 34.00
11	Filtro de aceite Tecfil PSH 112		1	S/.115.00	S/. 115.00
12	Aceite Castrol CRB VISCUS SAE 25W80		1	S/.301.00	S/. 301.00
13	Aceite Shell SPIRAX SAE 85W140	Bld	1	S/. 99.00	S/. 99.00
14	Filtro de aceite Fleetguard LF 4054		1	S/. 39.00	S/. 39.00
15	Filtro Petróleo LYS LFWP 709		1	S/. 33.00	S/. 33.00
16	Filtro Petróleo Fillpower FPF 854K	Und	1	S/. 57.00	S/. 57.00
17	Filtro aceite W8 HFH301		1	S/. 55.00	S/. 55.00
18	Filtro de aceite Fleetguard HF 35274		1	S/.168.00	S/. 168.00
19	Grasa Vistony EP2 Mult.x 3.5 libras	Bld	1	S/.267.00	S/. 267.00
20	Refrigerante Peak Fleet 50%	Gln	1	S/. 51.00	S/. 51.00
21	Líquido de frenos Frenosa DOT3 x 1 Lt	Fco	1	S/. 35.00	S/. 35.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 2,615.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: *Inversión para la implementación del mantenimiento – Herramientas*

<b>COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO - HERRAMIENTAS</b>					
<b>ÍTEMS</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unid</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
1	Juego de llaves Hexagonales		1	S/. 332.00	S/. 332.00
2	Juego de destornilladores		1	S/. 299.00	S/. 299.00
3	Abrazaderas		1	S/. 249.00	S/. 249.00
4	Lámparas y linternas		2	S/. 150.00	S/. 300.00
5	Juego de alicates		1	S/. 150.00	S/. 150.00
6	Llave de bujías		1	S/. 80.00	S/. 80.00
7	Gato Hidráulico	Und	1	S/. 550.00	S/. 550.00
8	Compresor de Aire		1	S/1,200.00	S/. 1,200.00
9	Carro de herramientas		1	S/1,400.00	S/. 1,400.00
10	Multímetro		1	S/. 990.00	S/. 990.00
11	Equipos de seguridad		1	S/1,450.00	S/. 1,450.00
12	Pluma hidráulica		1	S/1,400.00	S/. 1,400.00
13	Polipasto manual de cadena		1	S/1,450.00	S/. 1,450.00

TOTAL S/. 9,850.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: *Inversión para la implementación del mantenimiento – Equipos*

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO - EQUIPOS					
ÍTEMS	Descripción	Unid	Cantidad	Precio	Total
1	Escáner Automotriz		1	S/. 3,600.00	S/. 3,600.00
2	Alineadores de dirección CCD		1	S/.25,000.00	S/. 25,000.00
3	Caballetes de reparaciones		1	S/.14,999.00	S/. 14,999.00
4	Arrancador de baterías		1	S/. 8,999.00	S/. 8,999.00
5	Balaceador de ruedas		1	S/.12,920.00	S/. 12,920.00
6	Probador y limpiador de inyectores	Und	1	S/.11,550.00	S/. 11,550.00
7	Osciloscopio automotriz		1	S/. 3,850.00	S/. 3,850.00
8	Vibró metro digital portátil, AS63B		1	S/. 1,397.00	S/. 1,397.00
9	Probador de aceite automático de HTJY-80A		1	S/. 7,150.00	S/. 7,150.00
10	Manómetro digital		1	S/. 3,900.00	S/. 3,900.00
TOTAL					<b>S/. 93,365.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: *Inversión para la implementación del mantenimiento – Total*

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO - TOTAL MENSUAL					
ÍTEMS	Descripción	Tiempo (Meses)	Precio	Tractores	Total
1	Costo de Mano de obra	1	S/. 1,610.00	4	S/. 6,440.00
2	Costo de Insumos	1	S/. 2,615.00	4	S/. 10,460.00
3	Costo de Herramientas	1	S/.	9,850.00	S/. 9,850.00
4	Costo de Equipos	1	S/.	93,365.00	S/. 93,365.00
TOTAL					<b>S/.120,115.00</b>

COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO - TOTAL ANUAL					
ÍTEMS	Descripción	Tiempo (Meses)	Precio	Tractores	Total
1	Costo de Mano de obra	12	S/. 1,610.00	4	S/. 77,280.00
2	Costo de Insumos	12	S/. 2,615.00	4	S/.125,520.00
3	Costo de Herramientas	1	S/.	9,850.00	S/. 9,850.00
4	Costo de Equipos	1	S/.	93,365.00	S/. 93,365.00
TOTAL					<b>S/.306,015.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 44, la inversión para el primer mes sería de S/.120 115.00 y anual sería de S/.306 015.00, los cuales comprende el costo de mano de

obra, insumos y herramientas necesarias para el Programa de Mantenimiento.

#### 4.5.1.1. Pérdidas económicas anuales

Tabla 40: Pérdidas económicas anuales por reparación y tiempo

Pérdidas por reparación Anual de los tractores John Deere					
DETALLE		COSTO S/ DIRECTO		COSTO INDIRECTO	TOTAL, COSTO
<b>SISTEMA MOTOR</b>					
camisetas, Anillos, Pistón, válvulas, metales de biela y Bancada					
Sist. Alimentación de combustible					
Sist. Refrigeración		S/ 6,000.00			
Sist. Lubricación					
Sist. Sobrealimentación					S/ 27,500.00
<b>SISTEMA COMPLEMENTARIOS</b>					
Sist. Hidráulico		S/ 3,000.00			
Sist. transmisión		S/ 3,000.00			
Sist. Dirección		S/ 4,000.00			
Sist. Eléctrico		S/ 1,500.00			
Sist. Rodamiento Incluye llantas delanteras y posteriores		S/10,000.00			
reparación del motor				S/ 2,000.00	
Montaje y Desmontaje				S/ 1,000.00	
Servicio tercero incluye rectificad Cigüeñal, culata y monoblock				S/ 5,000.00	
SUB TOTAL (S/.)	S/ 27,500.00		S/ 8,000.00		S/ 35,500.00
<b>Pérdidas por tiempo de reparación Anual</b>					
<b>TRACTOR AGRÍCOLA</b>	<b>MTTR total "hrs"</b>	<b>Meses</b>	<b>Costo de alquiler por hora</b>		
John Deere Modelo 6600 - A	87.66	12	S/ 40.00		S/ 42,076.80
John Deere Modelo 6600 - B	125.84	12	S/ 40.00		S/ 60,403.20
John Deere Modelo 6300 - A	118.41	12	S/ 40.00		S/ 56,836.80
John Deere Modelo 6300 - B	92.16	12	S/ 40.00		S/ 44,236.80
SUB TOTAL (S/.)	424.07				S/ 203,553.60
TOTAL (S/.)					S/ 239,053.60

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 45, se muestra las pérdidas que ocasionan las paradas inesperadas, en cuanto al costo por reparación anual fue de S/.35 500.00 y por el tiempo de reparación fue de S/.203 553.00 con un total de S/.239 053.60.

#### 4.5.1.1. Resultados del VAN y TIR mediante el software EXCEL

##### 4.5.1.1.1. Inversión Inicial

Es el costo del Programa de Mantenimiento anualmente.

$$\text{Inversion Inicial} = II = S/.306\ 015.00$$

##### 4.5.1.1.2. Ahorro anual

Es el ahorro en reparaciones y perdidas por tiempo que no fue alquilado los tractores agrícolas.

$$\text{Ahorro anual} = AH = S/.239\ 053.60$$

##### 4.5.1.1.3. Tasa de interés

Figura 15: Tasa de interese promedio del sistema Bancario Nacional

Tasa Anual (%)	BBVA
<b>Corporativos</b>	8.54
Descuentos	10.37
Préstamos hasta 30 días	8.44
Préstamos de 31 a 90 días	8.69
Préstamos de 91 a 180 días	9.49
Préstamos de 181 a 360 días	8.40
Préstamos a más de 360 días	8.19

Fuente: (SBS, 2022)

$$r = 8.19\%$$

##### 4.5.1.1.4. Saldo actualizado "VNA"

$$VNA = \frac{AH_1}{(1+r)^1} + \frac{AH_2}{(1+r)^2} + \frac{AH_3}{(1+r)^3} + \frac{AH_4}{(1+r)^4} \quad (15)$$

$$VNA = \frac{S/.239\ 053.60}{(1+8.19\%)^1} + \frac{S/.239\ 053.60}{(1+8.19\%)^2} + \frac{S/.239\ 053.60}{(1+8.19\%)^3} + \frac{S/.239\ 053.60}{(1+8.19\%)^4}$$

$$VNA = S/.788\ 438.79$$

4.5.1.1.5. Valor actual neto “VAN” (Ahorro total)

$$VAN = VNA - II \quad (16)$$

$$VAN = S/.788\,438.79 - S/.306\,015.00 = S/.482\,423.79$$

4.5.1.1.6. Tasa interna de retorno “TIR”

$$0 = -II + \frac{AH_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{AH_2}{(1 + TIR)^2} + \frac{AH_3}{(1 + TIR)^3} + \frac{AH_4}{(1 + TIR)^4} \quad (17)$$

$$TIR = 68\%$$

4.5.1.1.7. Tiempo de retorno de inversión

$$TRI = a - \frac{c}{d} \quad (18)$$

- a : Año inmediato anterior en que se recupera la inversión
- c : Saldo actualizado acumulado del año anterior a la recuperación de la inversión
- d : Saldo actualizado del año de recuperación de la inversión

$$TRI = 2 - \frac{S/ 119\,172.91}{S/ 188,770.41} = 1.37 \cong 10 \text{ meses}$$

Tabla 41: Resultados del van y tir mediante el software excel

Año	Ahorro anual en años futuros					Total
	0	1	2	3	4	
Inversión Inicial	-S/ 306,015.00	S/.239,053.60	S/. 239,053.60	S/.239,053.60	S/.239,053.60	
Saldo actualizado	-S/ 306,015.00	S/.220,957.20	S/.204,230.71	S/.188,770.41	S/.174,480.46	S/ 788,438.79
Saldo actualizado acumulado	-S/ 306,015.00	-S/ 85,057.80	S/.119,172.91	S/.307,943.33	S/.482,423.79	
Tasa de Interés	8.19%					
VNA	S/.788,438.79					
VAN	S/.482,423.79					
TIR	68%					
Año de retorno	1.37					

Fuente: Elaboración propia



- Como se observa el VAN del proyecto tiene un valor excedente de S/.482 423.79 en un plazo de 4 años, con lo cual hace viable la inversión para disminuir las paradas inesperadas de los tractores John Deere.
- En cuanto al TIR tiene como respuesta 68% lo cual significa que anualmente se tendrá un retorno del total del monto invertido.
- En cuanto al tiempo de retorno se determinó que desde el segundo trimestre del segundo año se tendrá una recuperación total de la inversión inicial.

## V. DISCUSIÓN

La investigación tuvo como objetivo desarrollar el programa de mantenimiento de los tractores agrícolas John Deere de la Agencia Agraria san Román – Juliaca para mejorar la confiabilidad cuyos hallazgos determinaron que la disponibilidad promedio inicial de las cuatro máquinas fue de 88.52% y su confiabilidad promedio de 77.17%; posteriormente luego de la implementación del programa de mantenimiento y mediante la simulación en el software ProModel se obtuvo la disponibilidad promedio de las cuatro máquinas de 94.76% y su confiabilidad promedio de 84.63%, con lo que gracias a la implementación del programa de mantenimiento se logró aumentar la disponibilidad en un 7% y la confiabilidad se logró aumentar en un 7.5%. La investigación en su metodología tiene como fortaleza la utilización del software ProModel como medio para deslumbrar y proyectar el mantenimiento a futuro con sus respectivos indicadores al ser Pre-Experimental, también cabe mencionar que al ser descriptivo la debilidad que se evidenció la dificultad de realizar coordinaciones con la agencia y el personal que labora ya que el personal no disponía de tiempo por su mismo trabajo, además que, debido al retraso de obtener la autorización para ingresar a la agencia, la obtención de los resultados fue demasiado tardío con lo que perjudicó en el desarrollo del proyecto. También cabe resaltar que al ser maquinaria agrícola están en constante salida por operación y necesidad por lo que verificar el estado actual resultó ser tardado. Por dicha razón resalta la importancia social ya que las máquinas analizadas son de los años 90 por lo que son máquinas muy antiguas y ya cumplieron su tiempo de vida útil, y son necesarias e indispensables su continuidad operativa, disponibilidad y confiabilidad ya que la agencia agraria al ser una entidad pública, no cuenta con el presupuesto necesario para renovar por máquinas más actuales y más aún porque son herramientas de la población para realizar arado y volteo para los pobladores que se dedican a la agricultura. Con lo descrito se pueden realizar las siguientes comparaciones con los antecedentes recopilados.

En cuanto a la investigación de **Valdera, 2020** titulada “Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Mejorar la Disponibilidad Mecánica de Maquinaria Pesada en la Provincia de Pomabamba”, en el cual identifiqué por primera vez la criticidad de componentes y sistemas de un tractor de orugas D7G CAT, en donde en su evaluación previa la disponibilidad promedio fue de 46.67% y la confiabilidad promedio fue de 38.28%, mediante el análisis de criticidad, el análisis AMEF y NPR en donde determino que las causas, luego con la información obtenido realizo el plan de mantenimiento dando solución a las principales causas de falla y además realizo un Check List para los tractores agrícolas John Deere y finalmente realizo una evaluación de la disponibilidad post mantenimiento obteniendo en promedio de 92.69% y la confiabilidad promedio fue de 92.30% con lo que logró aumentar la disponibilidad de los tractores en un 46% y la confiabilidad en un 44%, *en cuanto a nuestra investigación se logró obtener una disponibilidad promedio del 94.76% y una confiabilidad en un 84.63%, destacando que los sistemas más críticos fueron el sistema de combustible y el sistema transmisión hidráulica, y la causa de más riesgo fue por filtros de combustible parcialmente obstruido*; por otra parte en la tesis de **Chucas, 2022** titulada “Programa de Mantenimiento Basado en Confiabilidad (RCM) para Incrementar la Disponibilidad Mecánica de Tractores John Deere de Ecosac Agrícola SAC” elaboró un diagrama de Ishikawa en el que se identificaron varias causas de paradas no planificadas de tractores, seguidas de modos de falla y efectos Tractores JOHN DEERE analiza los datos obtenidos a través de AMEF y programa las tareas de mantenimiento de acuerdo con Los siguientes criterios: Periodicidad (semanal, quincenal, mensual, semestral, anual, 2 años y 5 años), duración de la actividad (horas), número de encargados de tienda, número de mecánicos, número de ayudantes mecánicos, número de trabajadores mecánicos y eléctricos, horas de trabajo, costo promedio, costo laboral promedio (sol), *de manera similar en nuestra investigación mediante el diagrama de Ishikawa se encontró que las causas más significativas de paradas resaltando el incumplimiento en el seguimiento control y la falta de un programa de mantenimiento para los tractores y mediante el AMEF y NPR se encontró que modos de falla inaceptables fueron por el filtros de combustible parcialmente obstruido y por el colador del tanque de combustible parcialmente obstruido*; en la tesis de **Teran, 2022** rediseño el sistema de mantenimiento preventivo para

incrementar la confiabilidad de la flota de tractores de la empresa Danper en donde realizo un diagrama de Ishikawa, un flujograma del mantenimiento actual con lo que determino una disponibilidad del 77% y una confiabilidad del 86%, luego mediante el análisis de fallas AMEF y NPR elaboro un nuevo plan de mantenimiento y formatos de procedimiento de mantenimiento pudo obtener nuevo valores de disponibilidad de 92% y confiabilidad de una 96%; *en nuestro trabajo de igual forma de realizado un diagrama Ishikawa y además un diagrama de Pareto y se elaboró un programa de mantenimiento logrando obtener una disponibilidad de 94.76% siendo mayor al logrado al de Teran, 2022, pero solo una confiabilidad de 84.63%*; en otro trabajo de tesis realizado por **Revolledo, 2021** titulada “Programa de mantenimiento preventivo de maquinaria agrícola, en agro negocios Arteaga S.A.C, Jaén - 2021” identificó por primera vez la disponibilidad de tractores Massey Ferguson al 80%, tractores New Holland TB110 al 82%, cosechadoras al 85%, confiabilidad de tractores Massey Ferguson Tasa de mantenimiento del 85%, 86% para tractores New Holland TB110, 90% para cosechadoras Zukai 4LZ-350, seguido de un programa de mantenimiento preventivo o visita al sitio basado en un diagnóstico del estado actual a través de una inspección visual del sistema<sup>3</sup> Partes para cada máquina para crear cronogramas de mantenimiento para cada máquina, crear cronogramas de mantenimiento de rutina y administrar documentos tales como: Órdenes de trabajo, Órdenes de ingeniería externas, Órdenes de repuestos, Fichas Entrada y salida del almacén, Ficha Historial de la máquina y Tarjeta de opciones de control de combustible, la implementación de plan de mantenimiento preventivo les costó inicialmente S/ 188,572.00 con un: VAN S/ 891,555.44 un TIR 51%, *en cuanto a la investigación la disponibilidad inicial fue de un 88.52% y su confiabilidad promedio de 77.17%, con lo que se elaboró un programa de mantenimiento que consta de 50 actividades costando S/.306 015.00 anuales con un VAN de S/.482 423.79 y un tiempo de retorno desde el segundo trimestre del segundo año*; en un trabajo similar de tesis de **Gallo, 2020** titulada “Mantenimiento basado en confiabilidad para mejorar el mantenimiento preventivo del tractor agrícola del sector azucarero” en donde mediante estadística descriptiva encontró las frecuencias, tendencias y análisis de fallas de los tractores agrícolas con lo que obtuvo una disponibilidad inicial de 82% y una confiabilidad del 80% y mediante el análisis AMEF identifico que el motor y la bomba hidráulica son los componentes

más críticos con lo que elaboro un plan de mantenimiento donde describió las frecuencias, repuesto y procedimiento según la falla, luego de la implementación realizo un nuevo diagnostico donde obtuvo una disponibilidad del 95.5% y una confiabilidad del 95% aumentando la vida útil de cada equipo, *en nuestro caso logramos una disponibilidad promedio de 94.76% y una confiabilidad del 84.63% mediante el programa de mantenimiento desarrollado*; por otra parte **Pereyra, 2019** Titulado “Programa de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad Mecánica de Tractores Landini REX DT-80GE, Empresa Agrícola San Juan” encontró que la disponibilidad promedio de los equipos de estudio fue de 76.69% antes del programa de mantenimiento y 83.34% después de que el programa de mantenimiento fuera implementado por el equipo de investigación, además que las horas de parada se disminuyó en promedio 33 horas, *según la investigación realizada la disponibilidad inicial fue de 88.52% y post mantenimiento fue de 94.76%, y se logró reducir el tiempo de reparación promedio de 122 horas a 75 horas.*

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la situación actual mediante un diagrama de Ishikawa donde se muestra la falta de un mantenimiento preventivo y la falta de capacitación al personal además se analizó los indicadores, obteniendo la disponibilidad promedio de las cuatro máquinas de un 88.52% y su confiabilidad promedio de 77.17%.
- Se evaluó la criticidad de los tractores, obteniendo que los sistemas más críticos fueron el sistema de combustible y el sistema de transmisión hidráulica y como sistemas no críticos fueron la carrocería, tablero y luces y su la evaluación AMEF detectó que las causas de falla más recurrentes y con un mayor indicador de riesgo fue que el colador del tanque de combustible está parcialmente obstruido y los filtros de combustible parcialmente obstruido.
- Se elaboró el programa de mantenimiento el cual comprende 51 actividades para mitigar las 21 causas de fallas evaluadas las cuales fueron realizadas por la mecánica y el operador del tractor agrícola.
- Se determinó la situación post programa de mantenimiento de los tractores mediante los indicadores, obteniendo la disponibilidad promedio de las cuatro máquinas con un 94.76% y su confiabilidad promedio de 84.63% y mediante la simulación del programa de mantenimiento en el software ProModel se pudo evidenciar que la mayor cantidad de tiempo invertido por el mecánico está en la calibración de válvulas del motor representando el 37%.
- Se determinó que la inversión necesaria para el programa de mantenimiento, siendo para la mano de obras S/.6 440.00, los insumos tienen un valor de S/.10 460.00, las herramientas tienen un valor de S/.9 850.00 y los equipos tienen un valor de S/.93 365.00 dando un total de S/.120 115.00 mensuales y S/.306 015.00 anuales para los cuatro tractores agrícolas con un VAN de S/.482 423.79 y un tiempo de retorno desde el segundo trimestre del segundo año.

- Se logró desarrollar el programa de mantenimiento para los tractores agrícola John Deere. Mediante la implementación de este programa, se logró aumentar la disponibilidad en un 7% y la confiabilidad se logró aumentar en un 7.5%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda aplicar de forma ininterrumpida el programa de mantenimiento ya que mejorara la disponibilidad y confiabilidad de cada una de los tractores agrícolas de la Agencia agraria San Román.
- Se recomienda capacitar regularmente a los mecánicos y operadores para que tengan una mejor comprensión de cómo registrar correctamente los accidentes o averías que ocurren en los tractores John Deere para tener una base de datos actualizada para un mejor análisis para aumentar la disponibilidad de la máquina.
- Se recomienda realizar un estudio más minucioso y por un periodo de tiempo prolongado para determinar si los sistemas más críticos fueron mitigados o mantienen su criticidad con el objetivo de mejorar el resultado en pro de los pobladores y la agencia agraria San Román.
- Realizar un estudio de mantenimiento TPM para involucrar al personal administrativo o relaciona a los tractores agrícolas para obtener mejorar resultados en disponibilidad y confiabilidad.

## REFERENCIAS

- Alayo Albitres, M. A. (2019). *Plan de gestion de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de la maquina excavadora CAT 345-DL de la empresa Servi-SAP SRL*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Alfaro Enriquez, D. J. (2022). *Implementación de un plan de mantenimiento para mejora de la disponibilidad de la flota vehicular de la Municipalidad Distrital de Cachicadan*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Calderon Osorio, J. A. (2018). *Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Metalpar S.A.S*. Neiva: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Calderon Rodriguez, E. E. (2016). *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la línea de extracción trapiche de la empresa Casa Grande S.A.A*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Castro Irrarazabal, M. G. (2017). *Metodo basado en RCM, para la gestion de mantenimiento en tractores agricolas, caso municipalidad distrital de Colquepata*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.
- Chavarria Chavez, J. G. (2019). *Aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para incrementar la disponibilidad mecanica de la maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Pomabamba*. Lima: Universidad Tecnologica del Peru.
- Chucas Manayay, J. H. (2022). *Propuesta de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad mecanica de los tractores John Deere de la empresa Ecosac agricola SAC*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Direccion Regional Agraria Puno. (15 de Setiembre de 2022). *Direccion Regional Agraria Puno*. Obtenido de Direccion Regional Agraria Puno: <https://www.agropuno.gob.pe/>



- Echegaray Monroy, W. J. (2018). *Propuesta de mejora de los procesos del área de mantenimiento de equipos de una empresa dedicada al rubro de la construcción*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Escudero Albornoz, F. A. (2018). *Propuesta para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria agrícola*. Concepcion: Universidad tecnica Federico Santra Maria.
- Espinoza Gamarra, C. F. (2018). *Implementacion de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la municipalidad distrital de Curahuasi*. Lima: Universidad Tecnologica del Peru.
- Fernandez Sanchez, M., & Shikiliova, L. (2016). *Calculo de indicadores de mantenimiento de los tractores Belarus-892*. Ecuador: Revista La Tecnica.
- Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodologia de la Investigacion*. Huancayo: Universidad Continental.
- Gallo Diaz, J. A. (2020). *Mantenimiento basado en confiabilidad para mejorar el mantenimiento preventivo del tractor agrícola del sector azucarero*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo.
- Garcia Correa, H. H., & Yarleque Olaya, V. A. (2018). *Diseño de un plan integral de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa inversiones Oberti S.R.L. - Piura*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Hernandez Cruz, V. A. (2010). *Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada en funcionamiento de la zona vial No. 14, direccion general de caminos, Salamá. Baja Verapaz*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Labra Quispe, E. (2018). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodologia RCM para la maquinaria pesada para movimiento de tierra, de la municipalidad provincial de Canchis - Cuzco*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Llerena Butron, C. T. (2019). *Analisis de gestion logistica de mantenimiento en empresas de maquinaria pesada que realizan movimiento de tierras, para el*

- desarrollo de una política de mantenimiento basad en la confibalidad.*  
Arequipa: Universidad Catolica San Pablo.
- Maldonado Villavicencia, H. M., & Siguenza Maldonado, L. A. (2012). *Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria Pesada de la empresa minera Dynasty Mining del Canton Portovelo.* Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana.
- Marasso Spaciuk, N. I., & Ariasgago, O. L. (DICIEMBRE de 2013). La Bioetica y el principio de Autonomia. *Revista Facultad de Odontologia, VI(2)*, 150.
- Martinez Rodriguez, S. P., & Najera Vera, P. A. (2020). *Diseño y construccion de un motocultor para cultivo de productos de ciclo corto en terrenos pequeños.* Quito: Escuela Politecnica Nacional.
- Mayorca Alvarado, R. J. (2019). *Propuesta de mejora de la disponibilidad de maquinaria pesada de una pyme utilizando el RCM.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Medina Lozano, R. (2022). *Estrategias de gestion de mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de equipos de transporte de carga terrestre.* Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.
- Meza Huayta, L. M. (2020). *Plan de mantenimiento preventivo apoyado en el RCM para mejorar el rendimiento de disponibilidad mecanica maquinaria pesada excavadora CAT 336 - Compañia Minera Raura S.A.2019.* Huancayo: Universidad Continental.
- Molina Ortiz, G. A., Sandoval Flores, E. J., & Tenorio Garay, V. H. (2019). *Diseño e implementacion de un sistema de gestion del mantenimiento en planta industrial de ingenio El Angel.* UCA: Universidad Don Bosco, UDB.
- Molina Roldan, R. C. (2021). *Plan de mantenimiento basado en el RCM para el taller mecanico de la Empresa Sermetal SAC - Trujillo.* Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

- Otero Lora, J. C. (2019). *Aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para Mejorar la productividad en el area de mantenimiento de la empresa Maquiperu S.A, San Luis 2019*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Pacheco Andrade, E. R., & Sanchez Calle, C. F. (2018). *Propuesta de plan de mantenimiento para la maquinaria pesada y equipo caminero del gobierno autonomo descentralizado municipal de Limon Indanza*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana.
- Pereyra Villalobos, J. P. (2019). *Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecanica de tractor Landini REX DT-80GE de la empresa Agricola San Juan*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- ProModel. (22 de Noviembre de 2022). *ProModel*. Obtenido de ProModel: <https://www.promodel.com/#>
- Revolledo Villanueva, J. D. (2021). *Plan de mantenimiento preventivo para la maquina agricola, en la empresa agronegocios arteaga S.A.C, Jaen - 2021*. Jaen: Univerisdad Nacional de Jaen.
- Rubio Pacheco, W. A. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehiculos adminsitrativos del municipio de Motavita*. Tunja: Universidad Santo Tomas Seccional Tunja.
- Sanabria Cancelado, H. R., & Hernandez Jimenez, H. D. (2011). *Elaboracion de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinara pesada de la gobernacion de Casanare*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Sarmiento Melendez, L. A. (2017). *Gestion de mantenimiento centrado en la confiabilidad de estacion de bombeo No 1 de chiclayo en la empresa Epsel S.A. para el aumento de la produccion en el serivico de agua potable en la ciudad de Chiclayo*. Chiclayo: Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo.

- SBS. (22 de Noviembre de 2022). *Superintendencia de Banca, Seguros y AFP*. Obtenido de Superintendencia de Banca, Seguros y AFP: <https://www.sbs.gob.pe/>
- Siurana Aparisi, J. C. (MARZO de 2010). Los principios de la bioética y el surgimiento de una bioética intercultural. *Universidad de Valencia, S.E.*(22), 37.
- Tarrillo Santa Cruz, L. E. (2020). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa contruccion y administracion S.A, provincia de Bagua - Amazonas*. Bagua Grande: Universidad Politecnica Amazonica.
- Tasilla Flores, S. F. (2016). *Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa TecnoDher, Cajamarca, 2016*. Cajamarca: Universidad Cesar Vallejo.
- Teran Suarez, Y. L. (2022). *Rediseño del sistema de mantenimiento preventivo para implementar incrementar la confiabilidad de la flota de tractores de la empresa Danper agrícola olmos S.A.C*. Chiclayo: Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Ulloa Trujillo, G. I. (2019). *Sistema de administracion del mantenimiento de maquinaria pesada para mejorar el control de actividades en el empresa Pevoex, Atacocha - Milpo*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Valdera Castillo, M. E. (2020). *Plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de los tractores agrícolas de segundo uso de la empresa Gerstein S.A.C, 2020*. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Valera R, V. R. (2016). *Gestion de mantenimiento centrado en confiabilidad para una maquina papelera*. Carabobo: Universidad de Carabobo.
- Villacres Parra, S. R. (2016). *Desarrollo de un plan de mantenimiento aplicando la metodologia de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) para el*

*vehículo hidrocleaner Vactor M654 de la empresa Etapa EP. Riobamba:  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.*

Zelada García, M. (2017). *Mejorar de la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada con la metodología AMEF*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola.

## ANEXO 1

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
Plan de Mantenimiento de los tractores Agrícolas John Deere	Los tractores agrícolas y el mantenimiento comprenden dos aspectos básicos: primeramente, se refiere al manejo de los recursos, a su planeación y a su control, mientras que la segunda es la realización física del servicio de mantenimiento (Gallo Diaz, 2020).	Mediante la elaboración de fichas y hojas de registro y decisión se pretende tener el control y monitoreo de los tractores Agrícolas John Deere.	Tiempo medio entre fallos	$MTBF = \frac{\text{No de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{No de averías}}$	Porcentual
			Tiempo de medio de reparación	$MTTR = \frac{\text{No de horas totales de paro por avería}}{\text{No de averías}}$	
			Criticidad	<p><i>Criticidad: Frecuencia x Consecuencia</i></p> <p>Hojas de decisiones y hojas de información.</p> <p>500 – 1000 Alto riesgo de falla</p> <p>125 – 499 Riesgo o de falla medio alto</p> <p>1 – 124 Riesgo de falla bajo</p> <p>0 no existe riesgo de falla</p>	
Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
Mejorar la confiabilidad del servicio	La confiabilidad es la posibilidad que una máquina realice apropiadamente su cometido con el fin que fue creado, en el espacio de espacio especificado y bajo las circunstancias de operación brindadas (Valera R, 2016).	Con la ejecución del mantenimiento se pretende aumentar la confiabilidad.	Confiabilidad Pre y Post Programa de mantenimiento	$Confiabilidad = e^{-(t/MTBF)}$	Porcentual

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 2

### CARTA DE PRESENTACIÓN A LA AGENCIA AGRARIA “SAN ROMÁN”



Dirección Regional Agraria Puno



"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

PUNO, 26 DE OCTUBRE DEL 2022

CARTA: N° 01 – 2022 EEZ / C / SERMAP

SEÑOR:

Mg. Alex Deyvi Tejada Ponce  
Director de Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica

ASUNTO: ACEPTACION PARA LA ELABORACION DE TESIS EN LA AGENCIA  
AGRARIA SAN ROMAN – JULIACA.

Estimado señor, es grato dirigirme a usted para expresarle el saludo a nombre de la DIRECCION REGIONAL AGRARIA PUNO y ala ves informarle que con el presente documento se da por aceptado y se autoriza por el coordinador Ing. Elmer Escalante Zapana, a fin que los Bachilleres, **ANIBAL BENAVENTE CASTILLO** con Código, **7002705990** Domiciliado en Jr. San Román S/N, del distrito de cabana Y **LUIS ALBERTO QUISPE GALINDO** con Código, **7002887394** en Jr. Cabañillas MZ B LT. 24, del distrito de Juliaca, en calidad de estudiante de la carrera profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA. De la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – TRUJILLO, para recabar información necesaria a través de encuestas y entrevistas o algún otro tipo de información que el estudiante requiera, en la investigación titulada: "**PLAN DE MANTENIMIENTO DE TRACTOTES AGRICOLAS JOHN DEERE DE LA AGENCIA AGRARIA SAN ROMAN – JULIACA, PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD, 2022**", de esta manera la investigación en la institución sea la más acertada y real posible.

Atentamente

DIRECCIÓN REGIONAL AGRARIA - PUNO  
SERVICIO DE ASESORIA TÉCNICA AGRICOLA Y PESADA  
  
Elmer Escalante Zapana  
COORDINADOR

## ANEXO 3

### MATRIZ DE CRITICIDAD

FORMATO DE ENTREVISTA DE CRITICIDAD			
MAQUINA:	DETALLE	VALORES	MARCAR ( X )
ENTREVISTADO:			
SISTEMA			
SUB-SISTEMA:			
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>			
No más de 1 vez por año o no falla		1	
De 2 a 4 veces por año		2	
De 5 a 6 veces por año		3	
De 7 a 10 veces por año		4	
Más de 10 veces por año		5	
<b>TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN</b>			
Entre 1 hora o menos		1	
De 2 a 4 horas		2	
De 4 a 8 horas		3	
De 8 a 16 horas		4	
Más de 16 horas		5	
<b>IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN</b>			
No afecta la producción		0.05F	
25% de impacto, 0.3F		0.3F	
50% de impacto, 0.5F		0.5F	
75% de impacto, 0.8F		0.8F	
Afecta totalmente, 1F		1F	
<b>COSTO DE REPARACIÓN</b>			
Menos de 500 soles		3	
De 500 a 1000 soles		5	
De 1000 y 1500 soles		10	
Más de 1500 soles		25	
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>			
No origina ningún impacto ambiental		0	
Contaminación baja		5	
Contaminación moderada		10	
Contaminación alta		25	
<b>IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL</b>			
No origina heridas ni lesiones		0	
Puede ocasionar lesiones o heridas no incapacitantes		5	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días		10	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente		25	

La categorización de acuerdo a su criticidad:

- Sistemas con criticidad alta serán de corajo rojo, > 100
- Sistemas con criticidad media serán de color amarillo > 30 y < 100
- Sistemas con criticidad baja serán de color verde, < 30, los factores y valores fueron replicados de (Chucas Manayay, 2022).

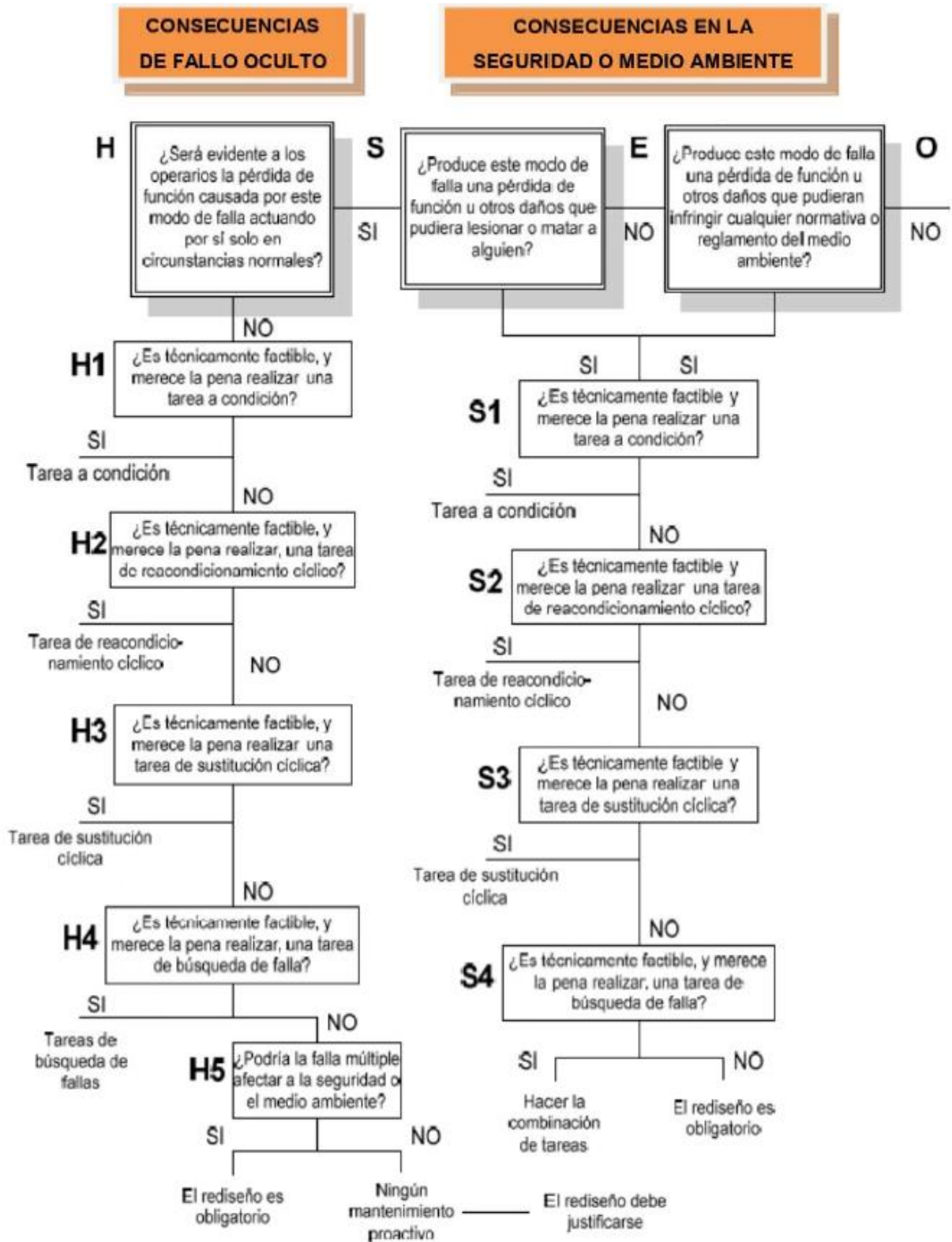


SISTEMAS	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS, FRECUENCIA (MTBF)	TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	COSTO DE REPARACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	CONSECUENCIA	CRITICIDAD
Combustible								
Transmisión hidráulica								
Embrague								
Refrigeración								
Admisión y escape de aire								
Levante hidráulico								
Mandos finales								
Fuerza								
Encendido								
Dirección y frenos								
Lubricación								
Transmisión mecánica								
Carga								
Diferenciales								
Carrocería y accesorios								
Tablero y luces								

ÍTEM	SISTEMA
1	Motor
2	Sistema Hidráulico
3	Tres de Fuerza
4	Tres de Rodaje
5	Herramientas
6	Sistema eléctrico y de arranque
7	Sistema de enfriamiento
8	Sistema de lubricación
9	Sistema de frenos

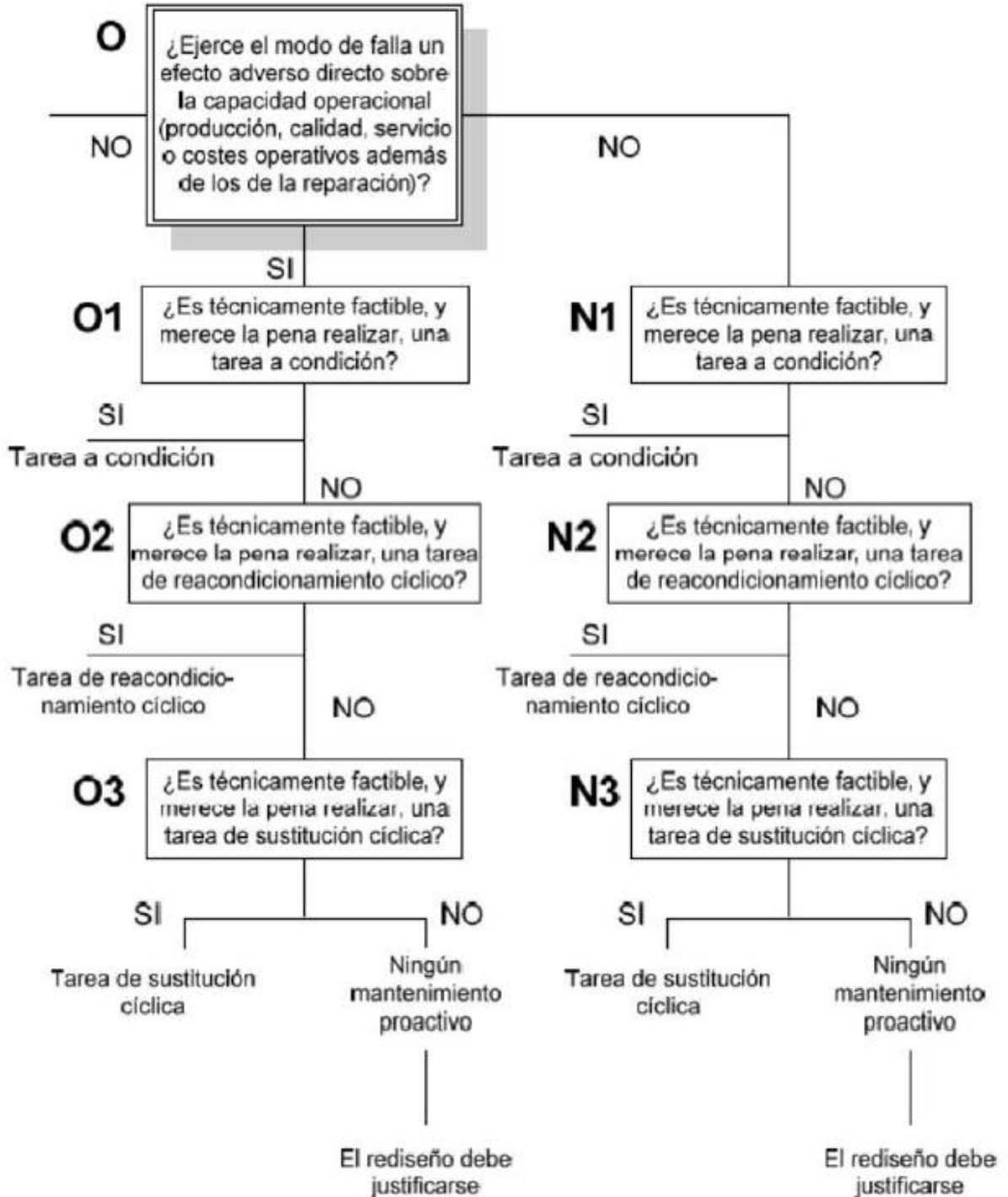
ANEXO 4

ÁRBOL DE DECISIÓN



**CONSECUENCIAS OPERACIONALES**

**CONSECUENCIAS NO OPERACIONALES**



## ANEXO 5

### MATRIZ DE PUNTAJE DE “NPR”

GRAVEDAD	
Descripción	Puntaje
Irrelevante, imperceptible	1
Escasa, falla menor	2 ó 3
Baja, falla inminente	4 ó 5
Media, fallo, pero no para el sistema	6 ó 7
Elevada, falla critica	8 ó 9
Muy elevada, con problemas de seguridad	10

OCURRENCIA	
Descripción	Puntaje
1 falla en más de 2 años	1
1 falla cada 2 años	2 ó 3
1 falla cada 1 año	4 ó 5
1 falla entre 6 meses y 1 año	6 ó 7
1 falla entre 1 a 6 meses	8 ó 9
1 falla al mes	10

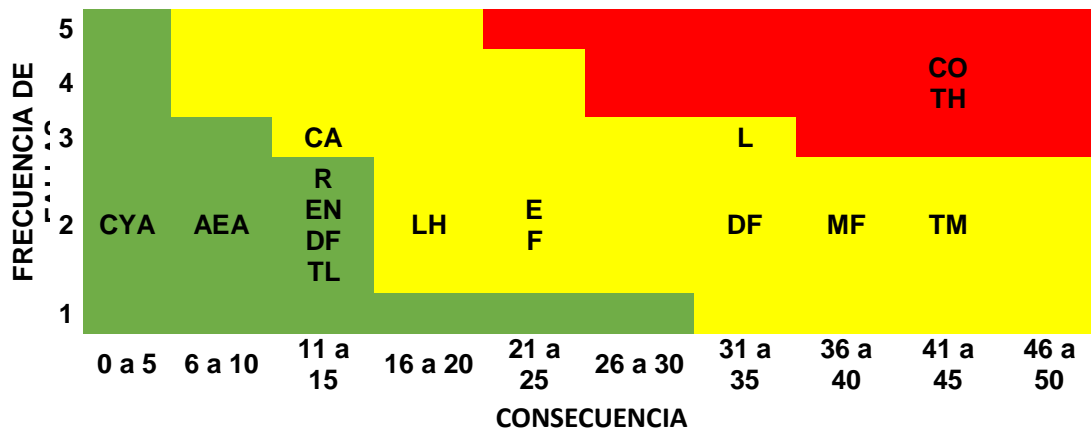
DETECCIÓN (dificultada)	
Descripción	Puntaje
Obvia	1
Escasa	2 ó 3
Moderada	4 ó 5
Frecuente	6 ó 7
Elevada	8 ó 9
Muy elevada	10

Según (Chucas Manayay, 2022), las características del análisis NPR se categorizan de la siguiente manera:

- NPR > Inaceptable (I)
- 200 > NPR > 120 Reducción deseable (R)
- 120 > NPR Aceptable (A)

## ANEXO 6

### MATRIZ DE CRITICIDAD DEL TRACTOR JOHN DEERE MODELO 6600 – A



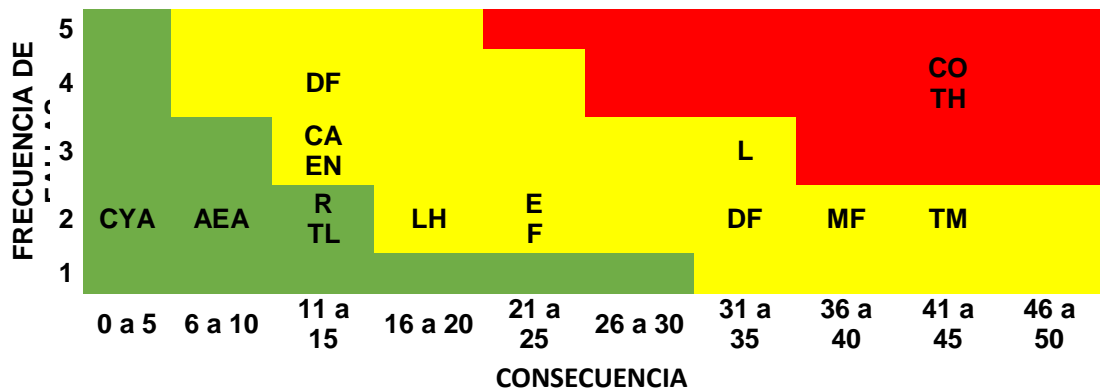
Según la categorización se determinó que los sistemas más críticos fueron:

- El sistema de combustible con un nivel de criticidad de 180
- El sistema de transmisión hidráulica con nivel de criticidad de 174

Según la categorización se determinó que los sistemas menos críticos fueron:

- La admisión y escape de aire tuvo un nivel de criticidad de 11.60
- El sistema de carrocería y accesorios con un nivel de criticidad de 10

## MATRIZ DE CRITICIDAD DEL TRACTOR JOHN DEERE MODELO 6600 – B



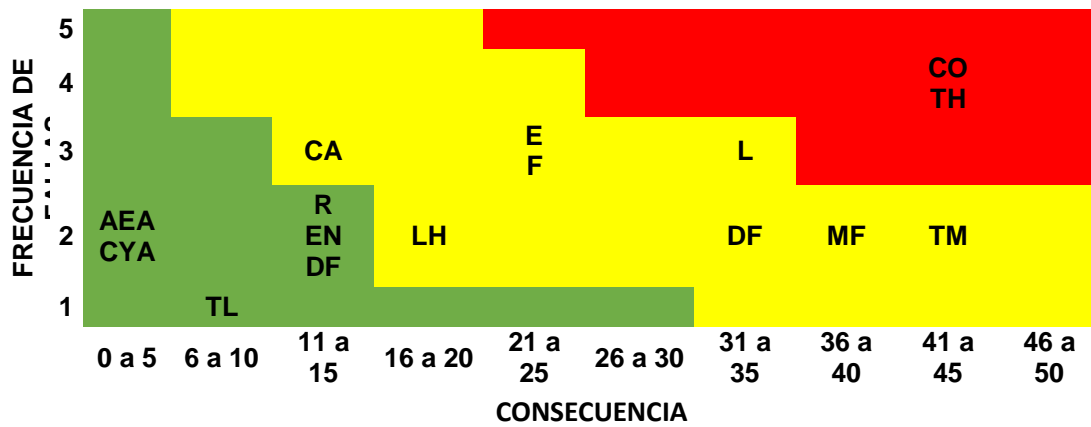
Según la categorización se determinó que los sistemas más críticos fueron:

- El sistema de combustible con un nivel de criticidad de 180
- El sistema de transmisión hidráulica con nivel de criticidad de 174

Según la categorización se determinó que los sistemas menos críticos fueron:

- Los tableros y luces con un nivel de criticidad de 11
- El sistema de carrocería y accesorios con un nivel de criticidad de 5.50

## MATRIZ DE CRITICIDAD DEL TRACTOR JOHN DEERE MODELO 6300 – A



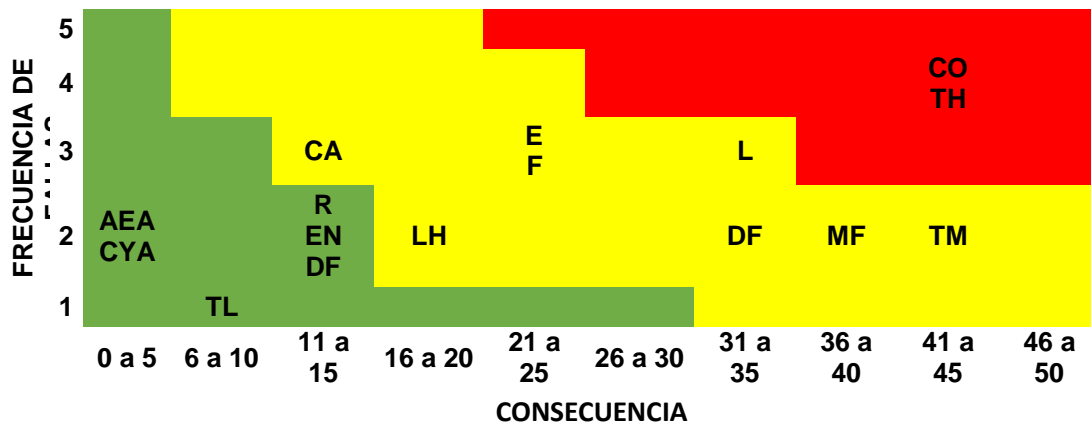
Según la categorización se determinó que los sistemas más críticos fueron:

- El sistema de combustible con un nivel de criticidad de 225
- El sistema de transmisión hidráulica con nivel de criticidad de 217.50

Según la categorización se determinó que los sistemas menos críticos fueron:

- Los tableros y luces con un nivel de criticidad de 11
- El sistema de carrocería y accesorios con un nivel de criticidad de 5.50

## MATRIZ DE CRITICIDAD DEL TRACTOR JOHN DEERE MODELO 6300 – B



Según la categorización se determinó que los sistemas más críticos fueron:

- El sistema de combustible con un nivel de criticidad de 180
- El sistema de transmisión hidráulica con nivel de criticidad de 174

Según la categorización se determinó que los sistemas menos críticos fueron:

- La admisión y escape de aire con un nivel de criticidad de 16.80
- El sistema de carrocería y accesorios con un nivel de criticidad de 11



## PROMEDIO DE CRITICIDAD DE LOS TRACTORES JOHN DEERE

FRECUENCIA DE C A T E G O R Í A	5										
	4							CO TH			
	3		CA								
	2	AEA		R E N D F	LH F	E		L	MF TM		
	1	CYA		TL				DF			
		0 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	21 a 25	26 a 30	31 a 35	36 a 40	41 a 45	46 a 50
		CONSECUENCIA									

Según la categorización se determinó que los sistemas más críticos fueron:

- El sistema de combustible con un nivel de criticidad de 191.25
- El sistema de transmisión hidráulica con nivel de criticidad de 184.88


Según la categorización se determinó que los sistemas menos críticos fueron:

- La admisión y escape de aire con un nivel de criticidad de 12.94
- El sistema de carrocería y accesorios con un nivel de criticidad de 8.06

## ANEXO 7

### FICHA TÉCNICA DE LOS TRACTORES JOHN DEERE

<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA</b>					
<b>TIPO DE MAQUINARIA</b>		<b>TRACTOR AGRÍCOLA</b>			
<b>MARCA:</b>		<b>MODELO:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>	<b>COD. MINAG</b>	<b>FECHA</b>
JHON DEERE		6600			20/09/2020
<b>CARACTERÍSTICAS</b>					
<b>AÑO FABRIC.</b>	1998				
<b>POTENCIA</b>	110 HP				
<b>SIST. ALIMENT.</b>	TURBOALIMENTADO				
<b>TIP. COMBUSTIBLE</b>	DIESEL				
<b>TORQUE</b>	350 Nm				
<b>N° CILINDROS</b>	06 cilindros en Línea				

<b>FICHA TÉCNICA DE MAQUINAS</b>					
<b>TIPO DE MAQUINARIA</b>		<b>TRACTOR AGRICOLA</b>			
<b>MARCA:</b>		<b>MODELO:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>	<b>COD. MINAG</b>	<b>FECHA</b>
JHON DEERE		6300			20/09/2022
<b>CARACTERÍSTICAS</b>					
<b>AÑO FABRIC.</b>	1998				
<b>POTENCIA</b>	98 HP				
<b>SIST. ALIMENT.</b>	TURBOALIMENTADO				
<b>TIP. COMBUSTIBLE</b>	DIESEL				
<b>TORQUE</b>	350 Nm				
<b>N° CILINDROS</b>	04 cilindros en Línea				

## ANEXO 8

### GUÍA DE ENTREVISTA "CRITICIDAD" AL PERSONAL DE LA AGENCIA AGRARIA SAN ROMÁN – JULIACA

#### GUÍA DE ENTREVISTAR – CRITICIDAD

##### Datos Personales:

Entrevistador: Amibal Benavente Castillo con DNI: 44 45 82 31 y  
Luis Alberto Quispe Galdino con DNI: 47 42 08 24

Entrevistado: Josine Coaguira Zela Cargo: Mecanico  
DNI: 41 83 87 52

##### Datos de la Maquinaria:

Maquina: John Deere Modelo: 6600-A Fecha: 31 octubre 2022  
Sistema: Combustible Subsistema: ..... Siglas: CO

FORMATO DE ENTREVISTA DE CRITICIDAD			
FRECUENCIA DE FALLAS	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No más de 1 ves por año o no falla	2 Averias	1	
De 2 a 4 veces por año		2	
De 5 a 6 veces por año		3	
De 7 a 10 veces por año		<del>4</del>	
Más de 10 veces por año		5	
TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
Entre 1 hora o menos	40 horas	1	
De 2 a 4 horas		2	
De 4 a 8 horas		3	
De 8 a 16 horas		4	
Más de 16 horas		<del>5</del>	
IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No afecta la producción		0.05F	total 2.4
25% de impacto, 0.3F		<del>0.3F</del>	
50% de impacto, 0.5F		0.5F	
75% de impacto, 0.8F		0.8F	
Afecta totalmente, 1F		1F	
COSTO DE REPARACIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
Menos de 500 soles	5 / \$500.00	3	
De 500 a 1000 soles		5	
De 1000 y 1500 soles		10	
Más de 1500 soles		<del>25</del>	
IMPACTO AMBIENTAL	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No origina ningún impacto ambiental	las fallas se arreglan en taller no en campo	<del>0</del>	
Contaminación baja		5	
Contaminación moderada		10	
Contaminación alta		25	
IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No origina heridas ni lesiones	el personal tiene lo años de experiencia en el taller	0	
Puede ocasionar lesiones o heridas no incapacitantes		<del>5</del>	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días		10	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente		25	

##### Observaciones Generales:

.....  
.....

Juliaca, 31 de octubre del 2022

Cristian Qui

DNI: 41 83 87 52

## GUÍA DE ENTREVISTAR – CRITICIDAD

### Datos Personales:

Entrevistador: Amibal Bernabente Castillo con DNI: 44 45 82 31 y  
Luis Alberto Amispe Galimda con DNI: 47 42 08 24  
 Entrevistado: Saione Coaguira Zda Cargo: Mecanico  
 DNI: 49 83 87 52

### Datos de la Maquinaria:

Maquina: John Deere Modelo: 6600-B Fecha: 31 de octubre 2022  
 Sistema: Combustible Subsistema: ..... Siglas: CO

FORMATO DE ENTREVISTA DE CRITICIDAD			
FRECUENCIA DE FALLAS	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No más de 1 vez por año o no falla		1	
De 2 a 4 veces por año		2	
De 5 a 6 veces por año	9 Averias	3	
De 7 a 10 veces por año		<del>4</del>	
Más de 10 veces por año		5	
TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN		DETALLE	VALOR
Entre 1 hora o menos		1	
De 2 a 4 horas		2	
De 4 a 8 horas	42 horas	3	
De 8 a 16 horas		4	
Más de 16 horas		<del>5</del>	
IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN		DETALLE	VALOR
No afecta la producción		0.05F	total 2.7
25% de impacto, 0.3F		<del>0.3F</del>	
50% de impacto, 0.5F		0.5F	
75% de impacto, 0.8F		0.8F	
Afecta totalmente, 1F		1F	
COSTO DE REPARACIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
Menos de 500 soles		3	
De 500 a 1000 soles	\$ 3000.00	5	
De 1000 y 1500 soles		10	
Más de 1500 soles		<del>25</del>	
IMPACTO AMBIENTAL		DETALLE	VALOR
No origina ningún impacto ambiental	las fallas se arreglan en taller no en campo	<del>3</del>	
Contaminación baja		5	
Contaminación moderada		10	
Contaminación alta		25	
IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No origina heridas ni lesiones	Personal tiene 10 años experiencia Taller	0	
Puede ocasionar lesiones o heridas no incapacitantes		<del>5</del>	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días		10	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente		25	

### Observaciones Generales:

.....  
 .....

Juliaca, 31 de octubre del 2022

Cristian F. Juli

DNI: 49 83 87 52



## GUÍA DE ENTREVISTAR – CRITICIDAD

### Datos Personales:

Entrevistador: Amibad Benavente Castillo con DNI: 44 45 82 31 y  
Luis Alberto Quispe Galindo con DNI: 47420824  
 Entrevistado: Saimon Coaguira Zela Cargo: Mecanico  
 DNI: 91.838752

### Datos de la Maquinaria:

Maquina: John Deere Modelo: 6300-A Fecha: 31 octubre 2022  
 Sistema: Combustible Subsistema: ..... Siglas: CO

FORMATO DE ENTREVISTA DE CRITICIDAD			
FRECUENCIA DE FALLAS	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No más de 1 ves por año o no falla	<u>14 averias</u>	1	
De 2 a 4 veces por año		2	
De 5 a 6 veces por año		3	
De 7 a 10 veces por año		4	
Más de 10 veces por año		<del>5</del>	
TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
Entre 1 hora o menos	<u>51 horas</u>	1	
De 2 a 4 horas		2	
De 4 a 8 horas		3	
De 8 a 16 horas		4	
Más de 16 horas		<del>5</del>	
IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No afecta la producción		0.05F	<u>total 3.3</u>
25% de impacto, 0.3F		<del>0.3F</del>	
50% de impacto, 0.5F		0.5F	
75% de impacto, 0.8F		0.8F	
Afecta totalmente, 1F		1F	
COSTO DE REPARACIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
Menos de 500 soles	<u>\$4500.00</u>	3	
De 500 a 1000 soles		5	
De 1000 y 1500 soles		10	
Más de 1500 soles		<del>25</del>	
IMPACTO AMBIENTAL	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No origina ningún impacto ambiental	<u>Fallas se arreglan taller Campo no</u>	<del>3</del>	
Contaminación baja		5	
Contaminación moderada		10	
Contaminación alta		25	
IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No origina heridas ni lesiones	<u>personal tiene 10 años de experiencia en taller</u>	0	
Puede ocasionar lesiones o heridas no incapacitantes		<del>5</del>	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días		10	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente		25	

### Observaciones Generales:

.....  
 .....

Juliaca, 31 de octubre del 2022

César Flores

DNI: 91838752

## GUÍA DE ENTREVISTAR – CRITICIDAD

### Datos Personales:

Entrevistador: Raibal Benavente Castillo con DNI: 44458231 y  
Luis Alberto Quispe Galindo con DNI: 47420824  
 Entrevistado: Jaime Coaguira Zela Cargo: Mecanico  
 DNI: 41838752

### Datos de la Maquinaria:

Maquina: John Deere Modelo: 6300-B Fecha: 31 octubre 2022  
 Sistema: Combustible Subsistema: ..... Siglas: Co

FORMATO DE ENTREVISTA DE CRITICIDAD			
FRECUENCIA DE FALLAS	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No más de 1 vez por año o no falla		1	
De 2 a 4 veces por año		2	
De 5 a 6 veces por año	8 averias	3	
De 7 a 10 veces por año		<del>4</del>	
Más de 10 veces por año		5	
TIEMPO PROMEDIO DE REPARACIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
Entre 1 hora o menos		1	
De 2 a 4 horas		2	
De 4 a 8 horas	50 horas	3	
De 8 a 16 horas		4	
Más de 16 horas		<del>5</del>	
IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No afecta la producción		0.05F	Total 2.4
25% de impacto, 0.3F		<del>0.3F</del>	
50% de impacto, 0.5F		0.5F	
75% de impacto, 0.8F		0.8F	
Afecta totalmente, 1F		1F	
COSTO DE REPARACIÓN	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
Menos de 500 soles		3	
De 500 a 1000 soles	\$ 3500.00	5	
De 1000 y 1500 soles		10	
Más de 1500 soles		<del>25</del>	
IMPACTO AMBIENTAL	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No origina ningún impacto ambiental		<del>5</del>	
Contaminación baja	Fallas se arreglan taller no campo	5	
Contaminación moderada		10	
Contaminación alta		25	
IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL	DETALLE	VALOR	OBSERVACIÓN
No origina heridas ni lesiones		0	
Puede ocasionar lesiones o heridas no incapacitantes	10 años de experiencia el Personal taller	<del>5</del>	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad temporal entre 1 y 30 días		10	
Puede ocasionar lesiones o heridas graves con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente		25	

### Observaciones Generales:

.....  
 .....

Juliaca, 31 de octubre del 2022

*C. Quispe Galindo*

DNI: 41838752



ANEXO 9

GUÍA DE ENTREVISTA "NPR" AL PERSONAL DE LA AGENCIA AGRARIA  
SAN ROMÁN - JULIACA

GUÍA DE ENTREVISTA - NPR

Datos Personales:

Entrevistador: *Amibal Beamanorte Castiella* con DNI: *44458231* y *Luis Alberto Quispe Galindo* con DNI: *47420824*  
Entrevistado: *Jaimé Coaquiza Pacha* Cargo: *Mecánico* DNI: *41332752*

Datos de la Maquinaria:

Maquina: *Labor Deere* Modelo: *6600-A* Fecha: *31 octubre 2022*  
Sistema: *Combustible* Subsistema: *motor* Siglas: *CO*

CÓDIGO	FUNCION (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)	GRAVEDAD	OCURENCIA	DETECCIÓN	NPR
1	Transferir combustible	A	No puede transferir combustible	1	Filtros de combustible obstruidos	6	5	1	30
				2	Tamiz de tanque de Combustible obstruido	7	2	8	112
				3	Válvula de retención obstruida	6	1	8	48
				4	Bomba de transferencia de combustible averiada	7	3	4	84
				5	Conexiones sueltas entre la bomba de combustible, línea de aspiración y el tanque	6	4	2	48
2	Suministrar combustible a una presión	A	Transferir combustible a	1	Bomba de inyección no regulada.	10	2	10	200

entre 235 a 500bar.	una presión debajo de 235 psi				medio ambiente. Es necesario parar la máquina para evaluar y mantener la bomba.				
		2	Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido.		Encendido irregular, pérdida de potencia del motor, pérdida potencial. Sin impacto en la seguridad ni en el medio ambiente. Las piezas necesitan reparación y limpieza.	6	7	6	252
		3	Fuga de combustible por juntas flojas		Pérdida de potencia, manejo brusco, posibilidad de parada. Afecta a la seguridad por peligros de explosión y al medio ambiente por derrames de combustible.	5	4	1	20
		4	Válvula de retención averiada		El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Requiere reparación y reemplazo de válvula.	8	3	6	144
		5	Filtros de combustible parcialmente obstruido		La máquina ha perdido potencia y la presión del sistema de combustible es baja. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario reparar y reemplazar el filtro.	7	5	8	280
		6	Aire en las líneas de combustible.		El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario ventilar el sistema de combustible.	6	4	2	48
	B	1	Válvula limitadora de presión de combustible no regulada.		Este es un defecto oculto. Afectando la seguridad de los trabajos de mantenimiento impacto ambiental por derrame de combustible La sobrepresión en el sistema de inyección puede causar daños a la bomba de combustible y requerir la calibración de las válvulas.	8	2	7	112

**Datos de la Maquinaria:**

Maquina: *Johor Deere* Modelo: *6600-A* Fecha: *31 de octubre 2022*

Sistema: *Hidráulico* Subsistema: *Dirección y Frenos* Siglas: *H*

CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)	GRAVEDAD	OCURENCIA	DETECCIÓN	NPR
3	Transferir Aceite Hidráulico a una Presión entre 160 a 190bar	A	No transfiere Aceite Hidráulico	1	Avería de la Bomba Hidráulica.	6	2	6	72
		2	Filtro hidráulico obstruido	2	Filtro hidráulico obstruido				







## GUÍA DE ENTREVISTA – NPR

**Datos Personales:**

Entrevistador: Román de Bamaricata Castillo con DNI: 44458331 y Luis Alberto Ruíz de Galindo  
 con DNI: 41420824

Entrevistado: José María Coaguila Zela Cargo: Mecánico DNI: 41838752

**Datos de la Maquinaria:**

Maquina: John Deere Modelo: 6600-B Fecha: 31 octubre 2022

Sistema: Combustible Subsistema: motor Siglas: Co

CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)	GRAVEDAD	OCURENCIA	DETECCIÓN	NPR
1	Transferir combustible	A	No puede transferir combustible	1	Filtros de combustible obstruidos	7	5	1	35
				2	Tamiz de tanque de Combustible obstruido	8	3	7	168
				3	Válvula de retención obstruida	7	1	8	56
				4	Bomba de transferencia de combustible averiada	6	3	5	90
				5	Conexiones sueltas entre la bomba de combustible, línea de aspiración y el tanque	6	4	2	48
2	Suministrar combustible a una presión	A	Transferir combustible a	1	Bomba de inyección no regulada.	10	2	10	200



entre 235 a 500bar.	una presión debajo de 235 psi												
		2	Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido.	medio ambiente. Es necesario parar la máquina para evaluar y mantener la bomba. Encendido irregular, pérdida de potencia del motor, pérdida potencial. Sin impacto en la seguridad ni en el medio ambiente. Las piezas necesitan reparación y limpieza.	7	5	2						230
		3	Fuga de combustible por juntas flojas	Pérdida de potencia, manejo brusco, posibilidad de parada. Afecta a la seguridad por peligros de explosión y al medio ambiente por derrames de combustible.	6	4	1						24
		4	Válvula de retención averiada	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Requiere reparación y reemplazo de válvula.	8	3	6						144
		5	Filtros de combustible parcialmente obstruido	La máquina ha perdido potencia y la presión del sistema de combustible es baja. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario reparar y reemplazar el filtro.	7	7	7						343
		6	Aire en las líneas de combustible.	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario ventilar el sistema de combustible.	6	4	2						48
	B	1	Válvula limitadora de presión de combustible no regulada.	Este es un defecto oculto. Afectando la seguridad de los trabajos de mantenimiento Impacto ambiental por derrame de combustible La sobrepresión en el sistema de inyección puede causar daños a la bomba de combustible y requerir la calibración de las válvulas.	8	2	7						112

**Datos de la Maquinaria:**

Maquina: *Johanna Deere* Modelo: *6600-B* Fecha: *31 octubre 2022*

Sistema: *D. Hidráulico* Subsistema: *Dirección y Levante* Siglas: *H*

CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
3	Transferir Aceite Hidráulico a una Presión entre 160 a 190bar	A	No transfiere Aceite Hidráulico	1	Avería de la Bomba Hidráulica.	7	2	6	82
		2	Filtro hidráulico obstruido	2	Filtro hidráulico obstruido				







## GUÍA DE ENTREVISTA – NPR

**Datos Personales:**

Entrevistador: Amibad Benavente Castillo con DNI: 44458231 y Luis Alberto Quirope Galindo

con DNI: 47420824

Entrevistado: Saioms Coaquira Zela Cargo: Mecánico DNI: 41833752

**Datos de la Maquinaria:**

Maquina: J.R.M. Deere Modelo: 6300-A Fecha: 31 octubre 2022

Sistema: Carb. h. u. s. f. b. k. Subistema: motor Siglas: CO

CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
1	Transferir combustible	A	No puede transferir combustible	1	Filtros de combustible obstruidos	7	6	1	42
				2	Tamiz de tanque de Combustible obstruido	8	3	8	192
				3	Válvula de retención obstruida	8	1	8	64
				4	Bomba de transferencia de combustible averiada	7	3	5	105
				5	Conexiones sueltas entre la bomba de combustible, línea de aspiración y el tanque	6	4	2	48
2	Suministrar combustible a una presión	A	Transferir combustible a	1	Bomba de inyección no regulada.	10	2	10	200

entre 235 a 500bar.	una presión debajo de 235 psi												
		2	Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido.	medio ambiente. Es necesario parar la máquina para evaluar y mantener la bomba. Encendido irregular, pérdida de potencia del motor, pérdida potencial. Sin impacto en la seguridad ni en el medio ambiente. Las piezas necesitan reparación y limpieza.	7	5	7						245
		3	Fuga de combustible por juntas flojas	Pérdida de potencia, manejo brusco, posibilidad de parada. Afecta a la seguridad por peligros de explosión y al medio ambiente por derrames de combustible.	6	4	1						24
		4	Válvula de retención averiada	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Requiere reparación y reemplazo de válvula.	8	3	7						168
		5	Filtros de combustible parcialmente obstruido	La máquina ha perdido potencia y la presión del sistema de combustible es baja. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario reparar y reemplazar el filtro.	4	7	8						224
		6	Aire en las líneas de combustible.	El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario ventilar el sistema de combustible.	6	4	2						48
		1	Válvula limitadora de presión de combustible no regulada.	Este es un defecto oculto. Afectando la seguridad de los trabajos de mantenimiento Impacto ambiental por derrame de combustible La sobrepresión en el sistema de inyección puede causar daños a la bomba de combustible y requerir la calibración de las válvulas.	8	2	7						112

**Datos de la Maquinaria:**

Maquina: *Jabor Deere* ..... Modelo: *6300 - A* ..... Fecha: *31 octubre 2023* .....

Sistema: *Hidráulico* ..... Subsistema: *Dirección y Levante* ..... Siglas: *LT* .....

CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
3	Transferir Aceite Hidráulico a una Presión entre 160 a 190bar	A	No transfiere Aceite Hidráulico	1	Avería de la Bomba Hidráulica.	7	2	6	84
		2		2	Filtro hidráulico obstruido				







## GUÍA DE ENTREVISTA – NPR

**Datos Personales:**

Entrevistador: Amibal Benavente Castillo con DNI: 44 45 82 31 y Luis Alberto Quispe Galindo  
 con DNI: 47 42 08 24  
 Entrevistado: Jaiome Coaguira Zela Cargo: Mecánico DNI: 41832752

**Datos de la Maquinaria:**

Maquina: Johor Deere Modelo: 6300-B Fecha: 31 octubre 2022  
 Sistema: Casandara F.H.S. Subistema: motor Siglas: CO

CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)	GRAVEDAD	OCURENCIA	DETECCIÓN	NPR
1	Transferir combustible	A	No puede transferir combustible	1	Filtros de combustible obstruidos	7	6	1	42
				2	Tamiz de tanque de Combustible obstruido	6	3	8	144
				3	Válvula de retención obstruida	8	1	8	64
				4	Bomba de transferencia de combustible averiada	7	3	5	105
				5	Conexiones sueltas entre la bomba de combustible, línea de aspiración y el tanque	6	4	2	48
2	Suministrar combustible a una presión	A	Transferir combustible a	1	Bomba de inyección no regulada.	8	2	10	160



entre 235 a 500bar.		una presión debajo de 235 psi											
			Colador del tanque de combustible parcialmente obstruido.	2		medio ambiente. Es necesario parar la máquina para evaluar y mantener la bomba. Encendido irregular, pérdida de potencia del motor, pérdida potencial. Sin impacto en la seguridad ni en el medio ambiente. Las piezas necesitan reparación y limpieza.	4	7	8				224
			Fuga de combustible por juntas flojas	3		Pérdida de potencia, manejo brusco, posibilidad de parada. Afecta a la seguridad por peligros de explosión y al medio ambiente por derrames de combustible.	6	4	1				24
			Válvula de retención averiada	4		El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Requiere reparación y reemplazo de válvula.	8	3	7				168
			Filtros de combustible parcialmente obstruido	5		La máquina ha perdido potencia y la presión del sistema de combustible es baja. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario reparar y reemplazar el filtro.	6	6	8				288
			Aire en las líneas de combustible.	6		El motor no funcionará con suavidad, perderá potencia y puede detenerse. No afecta a la seguridad ni al medio ambiente. Es necesario ventilar el sistema de combustible.	6	4	2				48
	B		Válvula limitadora de presión de combustible no regulada.	1		Este es un defecto oculto. Afectando la seguridad de los trabajos de mantenimiento Impacto ambiental por derrame de combustible La sobrepresión en el sistema de inyección puede causar daños a la bomba de combustible y requerir la calibración de las válvulas.	8	2	7				112

**Datos de la Maquinaria:**

Maquina: *John Deere* Modelo: *6300-B* Fecha: *31 octubre 2022*

Sistema: *Hidráulico* Subsistema: *Presión y Levante* Siglas: *H*

CÓDIGO	FUNCIÓN (F)	CÓDIGO	FALLA FUNCIONAL (FF)	CÓDIGO	CAUSA DE LA FALLA (MF)	GRAVEDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
3	Transferir Aceite Hidráulico a una Presión entre 160 a 190bar	A	No transfiere Aceite Hidráulico	1	Avería de la Bomba Hidráulica.	6	2	6	72
		2	Filtro hidráulico obstruido		Debido a la falta de fluidez del aceite hidráulico, el sistema hidráulico no funciona				







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Plan de mantenimiento de tractores agrícolas John Deere de la agencia agraria

San Roman - Juliaca, para mejorar la confiabilidad, 2022"

", cuyos autores son BENAVENTE CASTILLO ANIBAL, QUISPE GALINDO LUIS ALBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 18 de Enero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SIFUENTES INOSTROZA TEOFILO MARTIN <b>DNI:</b> 17828568 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8621-236X	Firmado electrónicamente por: TSIFUENTES el 18-01-2023 21:43:37

Código documento Trilce: TRI - 0523563