

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
MAQUINARIA AGRÍCOLA, EN LA EMPRESA
AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.A.C, JAÉN. 2021

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

Autor : Bach. José Darwin, Revolledo Villanueva

Asesor : Mg.Ing. Rolando René Rodríguez Medina

JAÉN-PERÚ, JUNIO, 2021



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 24 de junio del año 2021, siendo las 16:10 horas, se reunieron de manera virtual los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Secretario: Mg. Jaime Odar Honorio Acosta

Vocal: Mg. Christiaan Zayed Apaza Panca

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA AGRÍCOLA, EN LA EMPRESA AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.A.C, JAÉN. 2021", presentado por el Bachiller José Darwin Revollo Villanueva, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 17:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente del Jurado Evaluador

Secretario del Jurado Evaluador

Vocal del Jurado Evaluador

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Antecedentes	4
1.1.1. Al nivel internacional	4
1.1.2. Al nivel nacional	5
1.1.3. Al nivel local	6
1.2. Realidad problemática	7
1.3. Formulación del problema	8
1.4. Hipótesis	9
1.4.1. Formulación de la hipótesis.....	9
1.4. Justificaciones	9
1.4.1. Justificación tecnológica	9
1.4.2. Justificación económica	9
1.4.3. Justificación ambiental.....	9
1.4.4. Justificación social	10
II. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo General.....	11
2.2. Objetivos Específicos	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1. Objeto de estudio	12
3.2. Población y muestra.....	13
3.3. Tipo de investigación.....	13
3.3.1. Según su finalidad	13

3.3.2. Según su alcance	13
3.3.2. Según su diseño	13
3.4. Materiales.....	13
3.5. Metodología.....	14
3.5.1. Observación.....	14
3.5.2. Entrevista.....	14
3.5.3. Encuesta	14
3.5.4. Análisis de los indicadores de mantenimiento	14
3.5.5. Elaboración de un plan de mantenimiento	17
3.5.6. Costos del plan de mantenimiento preventivo	17
3.5.7. Evaluación económica.....	20
IV. RESULTADOS	26
4.1. Maquinaria agrícola de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C	26
4.2. Análisis de los mantenimientos desarrollados	31
4.3. Diagnóstico de la situación actual de los indicadores de mantenimiento.....	36
4.4. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo	42
4.4.1. Programa de mantenimiento preventivo	42
4.4.2. Programa de mantenimiento rutinario.....	51
4.4.3. Documentos de gestión	52
4.5. Evaluación económica del proyecto	60
4.5.2. Indicadores de viabilidad del proyecto.....	60
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
6.1. Conclusiones.....	64
6.2. Recomendaciones	66
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	67

AGRADECIMIENTO	69
DEDICATORIA.....	70
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Costos de mano de obra.....	17
Tabla N° 2. Costos de insumos para el programa de mantenimiento.....	18
Tabla N° 3. Herramientas para realizar tareas de mantenimiento preventivo.....	19
Tabla N° 4. Inversión inicial para la implementación del proyecto.....	20
Tabla N° 5. Ingresos actuales sin plan de mantenimiento.....	20
Tabla N° 6. Ingresos estimados por el tractor Massey Ferguson 4290.....	21
Tabla N° 7. Ingresos estimados por el tractor New Holland TB110.....	21
Tabla N° 8. Ingresos estimados por la cosechadora Zukai 4LZ-350.....	22
Tabla N° 9. Ingresos totales estimados.....	22
Tabla N° 10. Flujo de caja acumulado.....	23
Tabla N° 11. Playback.....	24
Tabla N° 12. Maquinaria agrícola de la empresa.....	26
Tabla N° 13. Resultados de la inspección visual al tractor New Holland TB110 en las visitas a campo.....	27
Tabla N° 14. Resultados de la inspección visual al tractor Massey Ferguson 42990 en las visitas a campo.....	28
Tabla N° 15. Resultados de la inspección visual a la cosechadora Zukai 4LZ-350 en las visitas a campo.....	29
Tabla N° 16. Resultado del tipo de mantenimiento según los operadores.....	29
Tabla N° 17. Resultado de la gestión de mantenimiento según los operadores.....	30
Tabla N° 18. Cambio de filtros.....	35
Tabla N° 19. Cambio de aceites.....	35
Tabla N° 20. Historial de fallas del tractor Massey Ferguson 4290.....	36

Tabla N° 21. Historial de fallas del tractor New Holland TB110.....	37
Tabla N° 22. Historial de fallas de la cosechadora Zukai 4LZ-350.....	37
Tabla N° 23. Disponibilidad de la maquinaria agrícola.....	39
Tabla N° 24. Confiabilidad de la maquinaria agrícola.....	40
Tabla N° 25. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para el tractor Massey Ferguson 4290.....	42
Tabla N° 26. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para el tractor New Holland TB 110.....	45
Tabla N° 27. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para la cosechadora Zukai 4LZ-350.....	48
Tabla N° 28. Resultados del análisis económico del proyecto.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Ubicación de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.....	12
Figura N° 2. Mantenimiento correctivo cambio de cabezal-Tractor Massey Ferguson 4290.....	31
Figura N° 3. Mantenimiento correctivo cambio de toberas-Tractor Massey Ferguson 4290.....	32
Figura N° 4. Mantenimiento correctivo cambio del disco de embrague-Tractor Massey Ferguson 4290.....	33
Figura N° 5. Mantenimiento correctivo cambio de rodaje y sello-Tractor Massey Ferguson 4292.....	34
Figura N° 6. Análisis de la disponibilidad y confiabilidad (febrero 2020-enero 2021)....	41
Figura N° 7. Programa de mantenimiento rutinario.....	52
Figura N° 8. Orden de trabajo.....	53
Figura N° 9. Orden para trabajos externos.....	54
Figura N° 10. Orden de repuestos.....	55
Figura N° 11. Ficha de ingreso al almacén.....	56
Figura N° 12. Ficha de salida del almacén.....	57
Figura N° 13. Ficha del historial de la máquina.....	58
Figura N° 14. Ficha de control del consumo de combustible.....	59
Figura N° 15. Observando el tractor Massey Ferguson 4290.....	75
Figura N° 16. Observando el tractor New Holland TB110.....	75
Figura N° 17. Observando la cosechadora Zukai 4LZ-350.....	76
Figura N° 18. Fugas de líquido de freno en el tractor Massey Ferguson 4290.....	77
Figura N° 19. Fugas de aceite por el bloque motor en el tractor Massey Ferguson 4290...77	

Figura N° 20. Fugas de agua por el radiador del tractor Massey Ferguson 4290.....	78
Figura N° 21. Dientes del piñón solar rotos del cardán de la transmisión delantera en el tractor Massey Ferguson 4290.....	78
Figura N° 22. Fugas de aceite por la reversible del sistema hidráulico en el tractor New Holland TB110.....	79
Figura N° 23. Fugas de petróleo por el filtro en el tractor Massey Ferguson 4290.....	79
Figura N° 24. Brazo nivelador soldado del tractor New Holland TB110.....	80
Figura N° 25. Solenoide de arranque en mal estado en el tractor New Holland TB110...	80
Figura N° 26. Fugas de petróleo por la bomba de inyección en el tractor New.....	81
Figura N° 27. Falta de limpieza del radiador en el tractor New Holland TB110.....	81
Figura N° 28. Fuga de hidrolina por las mangueras del sistema hidráulico en la cosechadora Zukai 4LZ-350.....	82
Figura N° 29. Foco del faro delantero sin funcionar en la cosechadora Zukai 4LZ-350...	82
Figura N° 30. Acompañado por el operador del tractor Massey Ferguson 4290.....	83
Figura N° 31. Acompañados por el operador del tractor New Holland TB110.....	83
Figura N° 32. Acompañados por el operador de la cosechadora Zukai 4LZ-350.....	84
Figura N° 33. Tractor Massey Ferguson 4290.....	85
Figura N° 34. Tractor New Holland TB110.....	85
Figura N° 35. Cosechadora Zukai 4LZ-350.....	86

RESUMEN

Este presente trabajo de investigación tuvo por finalidad elaborar un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad, confiabilidad y mantener en óptimas condiciones la operatividad de la maquinaria en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, quien cuenta con tres máquinas las cuales son: un tractor Massey Ferguson 4290, un tractor New Holland TB110 y una cosechadora Zukai 4LZ-350. Esta investigación inicio con el diagnóstico de la situación actual de la maquinaria mediante visitas a campo, entrevistas y encuestas, luego se calculó la disponibilidad y confiabilidad a través de los datos del historial de fallas que fueron brindados por la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, concluyendo con la elaboración del plan de mantenimiento preventivo tomando en cuenta los sistemas o partes principales que conforma cada máquina. Como resultado de la investigación el mantenimiento que se realiza a dichas máquinas es el mantenimiento correctivo o sea corregir las fallas pero no prevenirlas y no actúan de inmediato a solucionar el problema muchas veces exceden a operar las máquinas hasta terminar los trabajos o hasta que las máquinas ya no puedan realizar más su trabajo, no cuentan con un plan o sistema que asegure la disponibilidad, confiabilidad y cuidado de las máquinas; además existe la mala operatividad de las máquinas por parte de los operadores. En la evaluación económica del proyecto resulta un VAN de S/ 891,555.44 un TIR del 51% y una relación de beneficio/costo de S/ 2.14.

Palabras claves: Plan de mantenimiento, Disponibilidad, Confiabilidad.

ABSTRACT

The purpose of this present research work was to develop a preventive maintenance plan to increase availability, reliability and keep the machinery operability in optimal conditions at the company Agronegocios Arteaga SAC, which has three machines which are: a Massey Ferguson tractor 4290, a New Holland TB110 tractor and a Zukai 4LZ-350 combine. This investigation began with the diagnosis of the current situation of the machinery through field visits, interviews and surveys, then the availability and reliability was calculated through the data of the history of failures that were provided by the company Agronegocios Arteaga SAC, concluding with the preparation of the preventive maintenance plan taking into account the main systems or parts that make up each machine. As a result of the investigation, the maintenance carried out on said machines is corrective maintenance, that is, correcting the failures but not preventing them and they do not act immediately to solve the problem, many times they exceed to operate the machines until the work is finished or until the machines They can no longer carry out their work, they do not have a plan or system that ensures the availability, reliability and care of the machines; In addition, there is poor operation of the machines by the operators. The economic evaluation of the project results in a NPV of S / S/ 891,555.44, an IRR of 51% and a benefit / cost ratio of S / 2.14.

Keywords: Maintenance plan, Availability, Reliability.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se enfocó en la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, aplicada a la maquinaria agrícola de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, el cual es planteado como un método estratégico para optimizar la operatividad de la maquinaria. El mantenimiento siempre ha cumplido un rol muy importante en conservar por mayor tiempo la operatividad de las máquinas. Conforme fueron pasando los años se han ido implementando diversas formas de mantenimiento debido a que los diseños de las máquinas son más complejas y requieren nuevos métodos de mantenimiento, como hoy en día, destacan el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo aplicado a diversos sectores como: empresas industriales, maquinaria agrícola, maquinaria pesada entre otros.

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, dedicada al alquiler de maquinaria agrícola como: un tractor Massey Ferguson 4290, un New Holland TB110 y una cosechadora Zukai 4LZ-350. La maquinaria es usada en diferentes actividades de trabajo, los tractores son empleados en arar (abrir surcos) y fanguear (desmenuzar el barro) para la siembra de productos de primera necesidad como arroz, maíz, yuca, entre otros, la cosechadora es utilizada para la cosecha del arroz facilitando así el trabajo a los agricultores. Es por ello que la maquinaria juega un rol muy importante en el sector agrícola, para ello se requiere que se encuentren operativas, disponibles para cualquier trabajo o servicio que deseen los agricultores.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Al nivel internacional

Jaramillo(2017),en su tesis” Estudio de la gestión de mantenimiento en ML Servicios y su incidencia en la disponibilidad de la maquinaria pesada”, estudio 19 máquinas utilizando la metodología cualitativa y cuantitativa y recogió la información para elaborar este estudio técnico en el campo. Evaluó el área de mantenimiento de la empresa y calculó la disponibilidad de la maquinaria calculando los tiempos de los diferentes tipos de mantenimientos durante los meses de enero a junio de 2016.Obteniendo un resultado de 54.70% de puntaje en la evaluación del área de mantenimiento y una disponibilidad del 94.07% de la maquinaria pesada, luego calculó una nueva disponibilidad aplicando acciones de mejora y la disponibilidad subió a 94.34%.Concluyendo que, la evaluación es baja y la disponibilidad es muy buena y se recomienda mejorar aspectos administrativos para mejorar la evaluación del área de mantenimiento.

Gómez (2019),en su tesis “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmecánica de la empresa Ensamblajes S.A”, tuvo como objetivo evitar al máximo las fallas en las máquinas y conservarlas en un estado óptimo de funcionamiento. Como resultado se determinó que existe pérdidas de dinero por paradas mecánicas de las máquinas, dichas pérdidas son de \$114,048.00 anuales, debido a la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo. Para obtener este resultado utilizó como técnica de investigación la observación directa de las condiciones actuales de las máquinas. Llegando a concluir que, con la propuesta de implementar este plan de mantenimiento se reducirán las paradas y las pérdidas, con una inversión de \$6,685.00 anuales, en materiales y repuestos la empresa mantendrá en un buen estado las máquinas, mejorara el rendimiento de los procesos operativos y podrá entregar los pedidos a tiempo a los clientes.

1.1.2. Al nivel nacional

Gallardo (2017), en su tesis “Plan de mantenimiento preventivo para aumentar los indicadores operacionales y reducción de costos de mantenimiento de las máquinas de la Municipalidad del Distrito de Tambogrande-Piura”, con diseño pre experimental. Elaboró un plan de mantenimiento preventivo que permita aumentar los indicadores operacionales y reducción de costos de mantenimiento a partir del análisis del estado actual de cada máquina para saber el porcentaje de operativas e inoperativas de cada máquina, creando un programa de mantenimiento, elaboró fichas técnicas, órdenes de trabajo y fichas de chequeos diarios para cada máquina, también creo un programa computacional para simular los indicadores de mantenimiento. Obteniendo como resultado después de implementar el plan de mantenimiento, una reducción de fallas; permitiendo un cambio en los indicadores de mantenimiento: disponibilidad 71.88% produciendo un aumento de 14% y confiabilidad 76.55% produciendo un aumento de 11%. Concluyendo que, se elaboró un programa en Excel de actividades de mantenimiento preventivo para analizar los indicadores de mantenimiento como disponibilidad y confiabilidad, también para el análisis de criticidad y evaluación de costos.

Cruz(2020), en su tesis” Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Construcción y Administración S. A, Provincia de Bagua – Amazonas”, con nivel de investigación descriptiva y diseño de investigación de campo y gabinete (no experimental). Propuso un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas según las horas de manual se realicen su mantenimiento, que reduciría los costos de mantenimiento en la empresa, realizando la evaluación económica mediante los gastos de mantenimientos actuales (correctivo y preventivo) del 2018 y el plan de mantenimiento propuesto para el 2020 tomando en cuenta herramientas, materiales y mano de obra. Obteniendo como resultado, indicadores económicos viables y aceptables: VAN S/ 256,770.71 un TIR 25% y Play Back 2.35 años. Concluyendo que, el presupuesto para implementar el plan de mantenimiento propuesto es de S/ 870,325.00, asimismo aplicando el nuevo plan de mantenimiento propuesto se tiene una ganancia de S/ 371,078.72.

Acuña & Casana (2019), en su tesis “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de la flota de transportes terrestre de la compañía transporte Dulcemar SAC- Santa 2019”, tuvieron como objetivo realizar el diagnóstico actual de los vehículos utilizando indicadores de mantenimiento tales como: confiabilidad y disponibilidad mediante los datos recolectados durante sus prácticas pre profesionales como los horarios de paradas no programadas y tiempos de operación desde enero a octubre del 2018. Obteniendo como resultado que, los vehículos han estado disponibles un 87.08% con una confiabilidad de 73.84%. Concluyendo que, el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo durante los meses de noviembre del 2018 a abril del 2019 existió una reducción de fallas permitiendo un cambio en los indicadores de mantenimiento aumentando la disponibilidad en 10.5% y la confiabilidad 10.7%. Gracias a la propuesta de mantenimiento preventivo, los resultados mostraron un aumento en la disponibilidad y confiabilidad de los vehículos y un ahorro de dinero.

1.1.3. Al nivel local

Arévalo & Calle(2019), en su tesis “Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de San José de Lourdes, San Ignacio, Cajamarca”, tuvieron como objetivo realizar el diagnóstico de la situación actual de la maquinaria pesada mediante la revisión de documentos, entrevistas y visitas a campo. Obteniendo como resultado que, el mantenimiento que se realiza a la maquinaria son más correctivos en su mayoría, a causa del mal estado en que se encuentran; no hay ninguna actividad de prevención de fallas, no se cuenta con un plan de mantenimiento, tampoco existe un plan de contingencia contra accidentes y riesgos en el trabajo; a consecuencia de esto se han producido tres accidentes mortales. La contratación de personal para operar las diferentes máquinas se da solo por recomendación o amistad, dejando de lado el aspecto técnico y de operatividad; este personal no cuenta con la preparación necesaria que se requiere para la realización de dichos trabajos. Concluyendo que, en la aplicación de la programación del plan de mantenimiento, existen actividades que mejoran la vida de las máquinas y cuyo único propósito es optimizar los trabajos desempeñados por las máquinas y sus tiempos de operación integrando a todo el personal involucrado, requiriendo un software para el control y programación del mantenimiento, a ello se suma la implementación de un taller de maestranza para la realización de dichas actividades.

Tarrillo(2017),en su tesis “Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Jaén - 2017”, tuvo como objetivo evaluar la gestión actual de mantenimiento de maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Jaén, mediante la encuesta, observación directa y análisis de documentos. Obteniendo como resultado que, existe un mal control que se lleva a los equipos (no tienen codificación, no cuentan con inventarios, no tienen record histórico de fallas), no cuentan con un cronograma de mantenimiento; el mantenimiento está sujeto al requerimiento del operador y solo se le da mantenimiento correctivo. Concluyendo que, la implementación de un sistema de mantenimiento oportuno y organizado, mejora la disposición y disponibilidad de la maquinaria, la planificación de los paros para mantenimiento mejora la disposición del personal, y la disminución de fallas por falta de mantenimiento preventivo mejora los costos de la Municipalidad Provincial ya que se puede disponer de un cronograma de actividades donde permita a la Municipalidad Provincial de Jaén ejecutar más trabajos con el mismo pool de maquinaria existente. Además con la aplicación del plan de mantenimiento se podría llegar al 97.9% en cada máquina según lo proyecto dicha investigación.

1.2. Realidad problemática

Las municipalidades de nuestro país, presentan muchos problemas como es el caso de la Municipalidad Distrital de San José de Lourdes, que la maquinaria pesada que posee carece de un plan de mantenimiento preventivo, los mantenimientos que se realiza no son planificados, utilizándose el mantenimiento correctivo no planificados; sin tareas definidas, no se tiene en cuenta las recomendaciones del fabricante. Todo esto origina fallas en la maquinaria, los repuestos o accesorios que se necesitan para reparar la maquinaria no se encuentran disponibles; hay que pedirlos a los proveedores que tardan más de 20 días en llegar causando la paralización de la maquinaria ocasionando grandes pérdidas de dinero estando paralizadas. (Arévalo & Calle, 2019).

Hoy en día existen empresas que no cuentan con ningún plan o sistema de mantenimiento que ayude a mantener la disponibilidad, confiabilidad y operatividad de sus máquinas. Tal es el caso de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, dedica al alquiler de maquinaria agrícola, quien cuenta con tres máquinas, las cuales son: un tractor Massey Ferguson 4290, un tractor New Holland TB110 y una cosechadora Zukai 4LZ-350. Para conocer la situación problemática en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, se realizó el diagnóstico del estado situacional mediante la entrevista, encuestas y visitas a campo e indicadores desde febrero 2020 a enero 2021 de cada máquina, resultando el tractor Massey Ferguson 4290 la más propensa a fallar en cualquier momento y con una disponibilidad de 80% y confiabilidad de 85%, concluyendo que existe un descuido en el mantenimiento por parte del gerente ya que él es el responsable de garantizar la disponibilidad, confiabilidad, operatividad de la maquinaria y además la mala operatividad de las máquinas por parte de los operadores. En general el mantenimiento que se realiza a dichas máquinas es el mantenimiento correctivo o sea corregir las fallas pero no prevenirlas y no actúan de inmediato a solucionar el problema muchas veces exceden a operar las máquinas hasta terminar los trabajos o hasta que las máquinas ya no puedan realizar más su trabajo. La empresa no cuenta con un sistema o plan que asegure la disponibilidad, confiabilidad y cuidado de las máquinas. Teniendo en cuenta que existe problemática en las máquinas por fallas mecánicas, se propone establecer un plan de mantenimiento preventivo, donde va a beneficiar a la empresa, mejorando la disponibilidad, confiabilidad y operatividad de la maquinaria. También se espera obtener más horas de funcionamiento y lograr reparar las fallas de la maquinaria en el menor tiempo posible. Con esto se lograra minimizar los costos por reparación y llevar un mejor control de la maquinaria.

1.3. Formulación del problema

A raíz de la problemática expuesta se plantea el siguiente problema:

¿El plan de mantenimiento preventivo permitirá reducir el número de fallas, los costos asociados a roturas, así como aumentar la productividad de la maquinaria agrícola en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C?

1.4. Hipótesis

1.4.1. Formulación de la hipótesis

La elaboración y aplicación de un plan de mantenimiento preventivo permitirá alargar el tiempo productivo de las máquinas y las demás áreas evitando interrupciones y costos asociados por mantenimientos correctivos en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

1.4. Justificaciones

1.4.1. Justificación tecnológica

La presente investigación se justifica tecnológica porque la empresa al implementar el plan de mantenimiento preventivo, podrá obtener más ganancias al tener las máquinas disponibles y operativas sin paradas no planificadas por mantenimiento correctivo.

1.4.2. Justificación económica

La investigación se justifica económicamente porque radica justamente en el enfoque que se le da a esta investigación, siendo la maquinaria agrícola el activo más importante que tiene la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, debido a la importancia que tiene al brindar servicios a los agricultores. Cada tiempo que se detienen las máquinas por paradas no planificadas involucra un gasto para la empresa, los mantenimientos correctivos que se originan por falta de mantenimiento preventivo son en lo que más dinero y tiempo se invierte. Por lo tanto el plan de mantenimiento preventivo tiene como finalidad minimizar los costos en la reparación de fallas y dar una mayor satisfacción a los clientes; beneficios que se reflejaran en mejoras económicas para la empresa.

1.4.3. Justificación ambiental

La maquinaria agrícola cuenta con sistemas que contienen fluidos derivados del petróleo, principalmente el aceite que permite en ella su óptimo funcionamiento, este fluido es altamente contaminante es su estado más óptimo, una máquina en malas condiciones es justamente un peligro para el medio ambiente ya que es muy posible tengan un escape de gases de CO_2 y contaminen directamente el aire. Por lo tanto el mantenimiento tiene como uno de sus principales pilares proteger el medio ambiente, si el plan de mantenimiento preventivo resuelve el problema que existe en la empresa,

el impacto ambiental estaría beneficiado porque al mejorar la eficiencia en la gestión de mantenimiento de la maquinaria agrícola, se reducirían las emisiones de gases de CO_2 al ambiente contribuyendo al cuidado del medio ambiente, la salud de los habitantes en especial de los operadores. Asimismo se evitara la contaminación del suelo por efecto de derramamiento de aceites residuales, grasas y/o lubricantes.

1.4.4. Justificación social

La justificación social se da desde un punto de vista muy importante en cuanto a la seguridad del personal en especial de los operadores, siendo una máquina en mal estado o con grandes posibilidades de fallar es un peligro muy posible para el operador que opera la máquina. Por lo tanto el plan de mantenimiento preventivo mantendrá las máquinas operativas, en buen estado de funcionamiento u operación evitando el peligro de un accidente ya sea para el operador o personas cercanas al área de trabajo de dichas maquinas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola, en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, Jaén. 2021.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la situación actual de la maquinaria agrícola de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.
- Determinar los indicadores de mantenimiento de la maquinaria agrícola.
- Elaborar el plan de mantenimiento preventivo.
- Determinar la evaluación económica del proyecto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Objeto de estudio

El presente trabajo tuvo como objeto de estudio a la maquinaria agrícola de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, ubicada en el Distrito y Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, dedicada al alquiler de maquinaria agrícola. Con dirección calle Torre Tagle N° 817 .Sector Morro Solar Bajo.

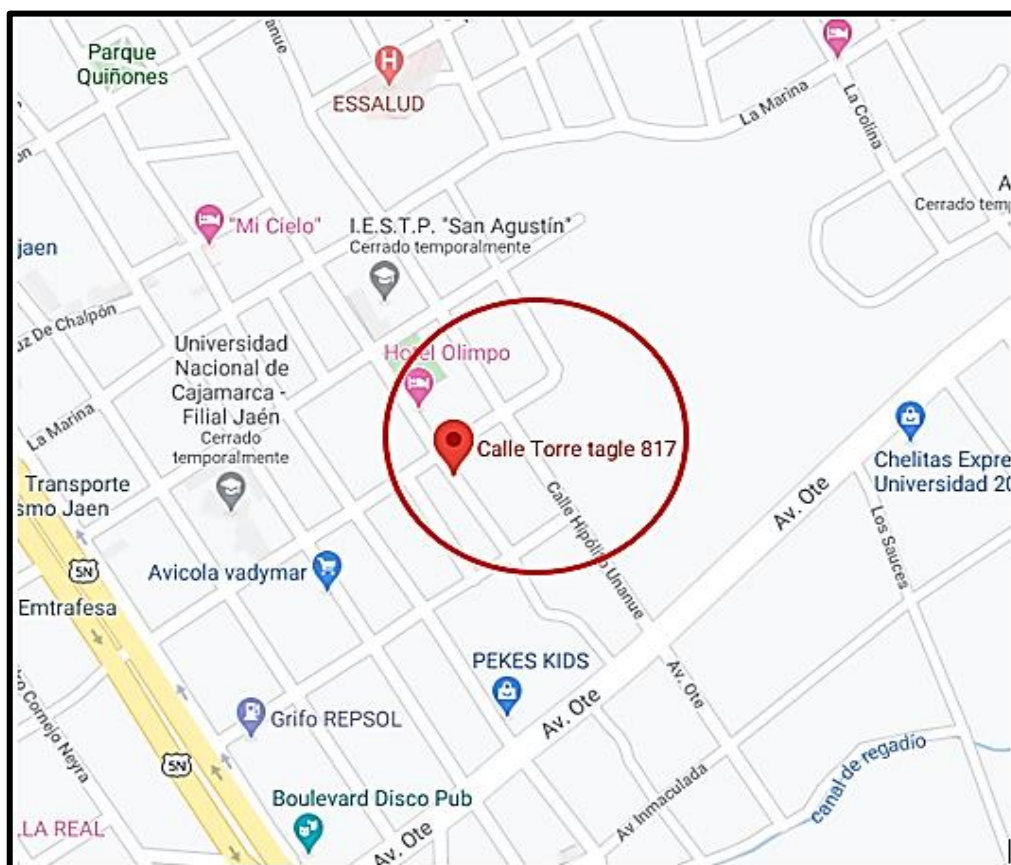


Figura N° 1. Ubicación de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C
Fuente: Google Maps.

3.2. Población y muestra

Se considera como población y muestra a toda la maquinaria agrícola de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

3.3. Tipo de investigación

3.3.1. Según su finalidad

Aplicada, porque está orientada a solucionar problemas del sector automotriz, aplicando teorías que permite mejorar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria agrícola de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

3.3.2. Según su alcance

Descriptivo, porque solo se describe, se registra, examina, analiza e interpreta las actividades que se desarrollaron en la unidad de mantenimiento, maquinaria agrícola de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

3.3.2. Según su diseño

Campo y gabinete (no experimental), porque no se realiza ningún tipo de manipulación o alteración a la población que se estudia. Los resultados de la inspección de las condiciones físicas externas de cada máquina se realizan en las visitas a campo y el cálculo de los indicadores de mantenimiento, sirven para realizar el diagnóstico de la situación actual de la maquinaria agrícola.

3.4. Materiales

Para lograr los objetivos planteados para este trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

➤ Internet

Se hizo uso del internet para adquirir información como: tesis, libros, revistas, etc. Lo cual permitió adquirir información de suma importancia y obtener un conocimiento claro en temas relacionados al tema de investigación, logrando así llegar a elaborar el plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

➤ **Cámara fotográfica**

Se hizo uso de una cámara fotográfica para registrar fotos de las condiciones físicas externas en las visitas a campo de cada máquina, para luego realizar su respectivo análisis.

➤ **Microsoft Excel 2020**

Se hizo uso del Microsoft Excel 2020, para realizar los cálculos de los indicadores de mantenimiento, representándolos en gráficas para sus respectivos análisis. También se hizo uso para realizar la evaluación económica de dicho proyecto.

3.5. Metodología

3.5.1. Observación

Nos permitió hacer apreciaciones en campo y así lograr tomar evidencias fotográficas de las condiciones físicas externas en las que se encuentran cada máquina, apuntes necesarios para la evaluación de la situación actual de la maquinaria agrícola.

3.5.2. Entrevista

Se entrevistó al gerente, operadores de la maquinaria agrícola, para obtener información y opiniones según su experiencia de cada operador; para determinar el estado actual de la maquinaria agrícola.

3.5.3. Encuesta

Se aplicó una encuesta a los operadores con el objetivo de identificar el tipo de mantenimiento que se viene realizando a las máquinas.

3.5.4. Análisis de los indicadores de mantenimiento

Los indicadores de mantenimiento tienen como objetivo aumentar la confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria agrícola de la empresa, la planificación acertada establece la base del análisis del mantenimiento, y la tendencia que tienen las máquinas.

3.5.4.1. Disponibilidad

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente. En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida. (Mesa, Ortiz & Pinzón,2006).El cálculo de la disponibilidad se realizó con la ecuación (1).

$$Y = \frac{H_T - H_M}{H_T} \times 100\% \quad (1)$$

Donde:

Y: Disponibilidad.

H_T: Indica el tiempo en operación durante el período de evaluación.

H_M: Indica el tiempo de paradas durante el período de evaluación.

3.5.4.2. Confiabilidad

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas. (Mesa, Ortiz & Pinzón ,2006).El cálculo de la confiabilidad se realizó con la ecuación (2).

$$X = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\% \quad (2)$$

Donde:

X: Confiabilidad.

MTBF (Mean Time Between Failures, Tiempo Medio entre Fallas): Es el tiempo promedio de que un equipo, máquina, línea o planta cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional, este tiempo es posible hallarlo dividiendo el tiempo total de operación entre el número de paros por fallas. (Crismatt & Valencia, 2012). El cálculo del MTBF, se realizó con la ecuación (3).

$$MTBF = \frac{H_T}{P} \quad (3)$$

Donde:

H_T : Horas trabajadas o de marcha durante el período de evaluación.

P : Número de paros durante el período de evaluación.

MTTR (Mean time To Repair, Tiempo Medio de Reparación): Es el tiempo promedio para reparar la función de un equipo, línea, maquinaria o proceso después de una falla funcional, este incluye el tiempo para analizar y diagnosticar la falla, se obtiene dividiendo el tiempo total de reparaciones entre el número total de fallas de un sistema. (Crismatt & Valencia, 2012). El cálculo del MTTR, se realizó con la ecuación (4).

$$MTTR = \frac{H_M}{P} \quad (4)$$

Donde:

H_M : Horas de paro durante el período de evaluación.

P : Número de paros durante el período de evaluación.

3.5.5. Elaboración de un plan de mantenimiento

Para establecer el plan de mantenimiento preventivo se tuvo en cuenta lo siguiente pasos:

➤ **Asignar el tipo de mantenimiento**

Para asignar el tipo de mantenimiento fue necesario realizar una inspección general de los sistemas y partes de las 3 máquinas y luego se realizó un informe detallado del estado de cada máquina.

➤ **Desarrollar un programa de mantenimiento**

Se realizó una propuesta de mantenimiento preventivo para cada máquina, detallando de manera específica las tareas y las frecuencias de cada mantenimiento.

➤ **Crear listas de verificación de mantenimiento**

Se diseñó un nuevo formato para el control del mantenimiento rutinario cuyo contenido enlista una serie de tareas diarias, los cuales pueden ser realizados por el operador de cada máquina.

➤ **Documentos de gestión**

Se diseñó nuevos documentos de gestión para llevar un mejor control del mantenimiento para la maquinaria de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

3.5.6. Costos del plan de mantenimiento preventivo

➤ **Mano de obra**

Tabla N° 1. Costos de mano de obra

Ítems	Cargo	Cantidad	Costo mensual(s/.)	Costo Anual(S/.)
1	Técnico mecánico	1	S/ 2,500.00	S/ 30,000.00
2	Operador	3	S/ 2,000.00	S/ 72,000.00
3	Almacenero	1	S/ 1,500.00	S/ 18,000.00
Total		5	S/ 6,000.00	S/ 120,000.00

Fuente: Servicios Agroindustriales del Norte S.A.C

➤ **Insumos**

Tabla N° 2. Costos de insumos para el programa de mantenimiento

Ítems	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario(S/)	Total(S/)
1	Aceite de motor MÓVIL DELVAC MX 15W40	BLD	1	S/ 140.00	S/ 140.00
2	Aceite de transmission MOBIL FLUID 424 SAE 10W30	BLD	6	S/ 295.00	S/ 1770.00
3	Aceite de mandos finales MOBILUBE HD 80W90	BLD	2	S/ 290.00	S/ 580.00
4	Filtro de aceite de motor FLEETGUARD LF 16015/29922442	UND	1	S/ 45.00	S/ 45.00
5	Filtro de petróleo FLEETGUARD FF 5421/FF 5885	UND	1	S/ 73.00	S/ 73.00
6	Pre filtro de petróleo FLEETGUARD FF 5421/FF 5818	UND	1	S/ 26.00	S/ 26.00
7	Filtro de aceite de transmisión FLEETGUARD HF 28885 84248043 8	UND	1	S/ 255.00	S/ 255.00
15	Aceite de motor CASTROL CRB VISCUS SAE 25W60	BLD	1	S/ 270.00	S/ 270.00
16	Aceite de transmission SHELL SPIRAX SAE 85W140	GLN	3	S/ 85.00	S/ 516.00
17	Aceite hidráulico MOBIL FLUID 424 SAE 10W30	BLD	1	S/ 85,00	S/ 85,00
18	Filtro de aceite de motor FLEETGUARD LF 4054 /LF 3687 W9	UND	1	S/ 35.00	S/ 35.00
19	Filtro de petróleo LYS LFWP 709/HWP 0691	UND	1	S/ 30.00	S/ 30.00
20	Pre filtro de petróleo FILLPOWER FPF 854K/FCO 260	UND	1	S/ 50.00	S/ 50.00
21	Filtro de aceite de transmisión WB HFH301/PER 215 SUKAI 350	UND	1	S/ 48.00	S/ 48.00
22	Filtro de aceite hidráulico FLEETGUARD HF 35274/P 551779	UND	1	S/ 145.00	S/ 145.00
23	Grasa VISTONY EP2 MULT.AZULX35LBS	BLD	1	S/ 245.00	S/ 245.00
24	Refrigerante PEAK FLEET CHARGE 50% ROSAD	GLD	10	S/ 45.00	S/ 450.00
25	Líquido de frenos FRENOSA DOT3 X 1LT	FCO	4	S/ 32.00	S/ 128.00
Total				S/ 2,194.00	S/ 4,891.00

Fuente: Elaboración propia-Información brindada por la empresa América Diésel S.A.C

La tabla N° 2, nos muestra un gasto de S/ 4,891.00 mensual y de S/ 58,692.00 anual en insumos.

➤ **Herramientas**

Tabla N° 3. Costo de herramientas para realizar tareas de mantenimiento preventivo

Ítems	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	
				Unitario(S/)	Total(S/)
1	Teclé de 5Tn automático	1	Unidad	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00
2	Compresor 3HP 50 galones	1	Unidad	S/ 2,119.00	S/ 2,119.00
3	Torquímetro Stanley ¾” 571- 2000 pies-libras	1	Unidad	S/ 2,412.00	S/ 2,412.00
4	Juego de llaves mixtas Stanley 4-42”	1	Unidad	S/ 520.00	S/ 520.00
5	Juego de datos hexagonales Stanley 8-42”	1	Unidad	S/ 340.00	S/ 340.00
6	Datos estriado Stanley 14-22”	1	Unidad	S/ 340.00	S/ 340.00
7	Juego de destornilladores Stanley	1	Unidad	S/ 120.00	S/ 120.00
8	Pistola neumática ½”	1	Unidad	S/ 580.00	S/ 580.00
9	Pistola neumática ¾”	1	Unidad	S/ 850.00	S/ 850.00
Total					S/ 9,881.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 3, nos muestra los costos por herramientas, el cual asciende a S/ 9,881.00.

3.5.7. Evaluación económica

Se realiza el análisis del VAN (valor actual neto), TIR (tasa interna de retorno), Playback y el análisis de beneficio/costo; mediante el uso de Microsoft Excel 2020.

3.5.7.1. Inversión inicial del proyecto

La tabla N° 4, nos muestra los costos de mano de obra, insumos y herramientas para realizar las actividades de mantenimiento a las máquinas en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

Tabla N° 4. Inversión inicial para la implementación del proyecto

Ítems	Descripción	Costo Anual(S/)
1	Mano de obra	S/ 120,000.00
2	Insumos	S/ 58,692.00
3	Herramientas	S/ 9,881.00
Total		S/ 188,572.00

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.2. Ingresos actuales

En la tabla N° 5, nos muestra los ingresos sin plan de mantenimiento de 12 meses desde febrero 2020 a enero 2021.

Tabla N° 5. Ingresos actuales sin plan de mantenimiento

Ítems	Máquina	Ingresos(S/)
1	Tractor Massey Ferguson 4290	S/ 111,240.00
2	Tractor New Holland TB110	S/ 111,640.00
3	Cosechadora Zukai 4LZ-350	S/ 168,066.67
Total		S/ 390,946.67

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.3. Ingresos estimados

En la tablas N° 6, N° 7 y N° 8, se muestran los ingresos estimados mensuales por máquina en un año de la implementación del plan de mantenimiento.

Tabla N° 6. Ingresos estimados por el tractor Massey Ferguson 4290

Año	Meses	Horas	Costo/Hora	Ingresos(S/)
2022	Enero	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Febrero	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Marzo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Abril	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Mayo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Junio	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Julio	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Agosto	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Septiembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Octubre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Noviembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Diciembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
Total		1440		S/ 115,200.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7. Ingresos estimados por el tractor New Holland TB110

Año	Meses	Horas	Costo/Hora	Ingresos(S/)
2022	Enero	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Febrero	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Marzo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Abril	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Mayo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Junio	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Julio	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Agosto	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Septiembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Octubre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Noviembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2022	Diciembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
Total		1440		S/ 115,200.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8. Ingresos estimados por la cosechadora Zukai 4LZ-350

Año	Meses	Hectáreas	Costo/Hectárea	Ingresos(S/)
2022	Enero	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Febrero	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Marzo	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Abril	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Mayo	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Junio	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Julio	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Agosto	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Septiembre	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Octubre	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Noviembre	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Diciembre	36	S/ 400.00	S/ 14,400.00
Total		432		S/ 172,800.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 9, se estiman los ingresos totales mensual de la maquinaria en un año de implementación del plan de mantenimiento.

Tabla N° 9. Ingresos totales estimados

Ingresos totales estimados		
Año	Meses	Ingresos(S/)
2022	Enero	S/ 33,600.00
2022	Febrero	S/ 33,600.00
2022	Marzo	S/ 33,600.00
2022	Abril	S/ 33,600.00
2022	Mayo	S/ 33,600.00
2022	Junio	S/ 33,600.00
2022	Julio	S/ 33,600.00
2022	Agosto	S/ 33,600.00
2022	Septiembre	S/ 33,600.00
2022	Octubre	S/ 33,600.00
2022	Noviembre	S/ 33,600.00
2022	Diciembre	S/ 33,600.00
Total		S/ 403,200.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 10, se muestra el flujo de efectivo acumulado en 1 año de implementación del plan de mantenimiento; cuyos valores fueron tomados de los ingresos mensuales de la tabla N° 9; ya que estos serían los ingresos al implementar el plan de mantenimiento ya que dicho plan tiene la finalidad de reducir al máximo las fallas en las máquinas.

Tabla N° 10. Flujo de caja acumulado

Año	Meses	Flujo acumulado(S/)
2022	Enero	S/ 33,600.00
2022	Febrero	S/ 67,200.00
2022	Marzo	S/ 100,800.00
2022	Abril	S/ 134,400.00
2022	Mayo	S/ 168,000.00
2022	Junio	S/ 201,600.00
2022	Julio	S/ 235,200.00
2022	Agosto	S/ 268,800.00
2022	Septiembre	S/ 302,400.00
2022	Octubre	S/ 336,000.00
2022	Noviembre	S/ 369,600.00
2022	Diciembre	S/ 403,200.00

Fuente: Elaboración propia

3.5.7.1. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN viene a hacer la suma de los flujos de efectivo que se acumulan a lo largo de la duración del proyecto para un tiempo cero (actual). Según Coss(2005), el VAN se calcula con la ecuación (5).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \quad (5)$$

Donde k viene a hacer la tasa de descuento del proyecto la cual aumenta para proyectos con más riesgos y representa el valor del dinero en el tiempo. Un proyecto que retorne flujos de efectivo posee un VAN mayor a cero.

Cruz(2020), empleo la tasa de interés vigente en el Perú del 12% que se considera para mantenimiento, para calcular el VAN de su proyecto.

3.5.7.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Según Coss (2005), la TIR viene a hacer la máxima tasa que hace que el VAN sea igual a cero. Luego se puede calcular igualando a cero la ecuación (5), dando origen a la ecuación (6).

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} \quad (6)$$

Otra forma de entender la TIR es como la tasa que entrega un monto equivalente a la inversión del proyecto en el tiempo de evaluación. (Van Horne & Wachowicz, 2010).

3.5.7.3. Playback o plazo de recuperacion descontado (PRD)

Según Coss(2005),este indicador se utiliza para calcular el tiempo que tarda un proyecto en recuperar el desembolso inicial y esta dada por la siguiente ecuacion (7).

$$0 = -I_0 + \sum_{i=1}^T F_i \quad (7)$$

Donde I_0 es la inversion inicial del proyecto, F_i es el flujo de efectivo en el periodo i y T al periodo de retorno de la inversion.

Para el calculo del playback se utiliza el flujo de caja acumulado, mesualmente en 1 año, mostados en la tabla N° 10.

Inversión inicial	S/ 188,572.00
Último flujo	S/ 201,600.00
Por recuperar	S/ 20,572.00
PR: Mes	0.10
Playback: Meses	5.10

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 11, nos indica que la inversión se recupera en el quinto mes con 3 días aproximadamente, es decir que a partir del sexto mes se obtendrán ganancias netas.

3.5.7.3. Análisis beneficio/costo o índice de rentabilidad

La razón Beneficio/Costo (B/C) representa cuanto se gana por encima de la inversión efectuada. Igual que el VAN y la TIR, el análisis de beneficio-costo se reduce a una sola cifra, fácil de comunicar, en la cual se basa la decisión. Solo se diferencia del VAN en el resultado que es expresado en forma relativa. (Veliz & Gonzales, 2017). Se halla de la siguiente forma con la ecuación (8).

$$B/C = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{FNE_t}{(1+k)^t}}{I_0} \quad (8)$$

Donde:

B/C : Relación beneficio costo.

t : Periodo

$\sum FNE_t$: Sumatoria de los flujos netos efectivos actualizados.

K : Tasa de descuento.

IV. RESULTADOS

4.1. Maquinaria agrícola de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C

La empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, cuenta con 3 máquinas (Ver anexo N° 6) y se aprecia en la tabla N° 12.

Tabla N° 12. Maquinaria agrícola de la empresa

Cantidad	Máquina	Estado	Año
1	Tractor Massey Ferguson 4290	Operativo	2013
1	Tractor New Holland TB110	Operativo	2015
1	Cosechadora Zukai 4LZ-350	Operativo	2016

Fuente: Elaboración propia

Se realizó visitas a campo para determinar estado situacional de las 3 máquinas mostradas en la tabla N° 12, obteniendo los resultados mostrados en las siguientes tablas.

Tabla 13. Resultados de la inspección visual al tractor New Holland TB110 en las visitas.

Ítems	Resultado	Descripción
1	Fugas de aceite por el control de la reversible del sistema hidráulico	En la figura N° 22, se observa fuga de aceite por el control de la reversible del sistema hidráulico, indicando el operador tener dificultad la máquina en el levante del arado.
2	Solenoides de arranque en mal estado	En la figura N° 25, se observa el solenoide de arranque pegado con soldimix, donde puede ingresar agua viéndose afectado y deje de funcionar correctamente, afectando en el arranque de la máquina.
3	Brazo nivelador soldado	En la figura N° 24, se observa el brazo nivelador soldado a causa de una rotura. Un brazo nivelador roto puede traer como dificultad a la máquina en el levante del arado.
4	Fugas de petróleo por la bomba de inyección	En la figura N° 26, se observa fuga de petróleo por la bomba de inyección, lo cual puede ingresar aire y salir por las tuberías que van a los inyectores, entrando aire a todo el circuito afectando en el arranque de la máquina.
5	Falta de limpieza del radiador	En la figura N° 27, se observa la falta de limpieza del radiador, donde trabajar con el radiador sucio puede producir mayor calentamiento de lo normal al motor y un consumo excesivo de líquido refrigerante

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14. Resultados de la inspección visual al Massey Ferguson 4290 en las visitas

Ítems	Resultado	Descripción
1	Fugas de líquido de freno.	En la figura N° 18, se observa fuga de líquido de freno, en situaciones así lo que hace el operador rellenar con líquido de freno cada vez que el nivel de líquido disminuye a causa de la fuga, hasta el momento de solucionar el problema. Lo cual puede causar una pérdida de presión en los frenos, provocando la incapacidad de detener la máquina.
2	Fugas de aceite por el bloque motor.	En la figura N° 19, se observa fuga de aceite por el bloque motor, motivo por el cual está roto, lo que hace el operador es rellenar con aceite el motor. Lo cual puede que los pistones no reciban la lubricación adecuada y esto hará que el motor se caliente, si esto permanece desatendido durante mucho tiempo por parte del operador, el motor puede atascarse e incluso pararse.
3	Dientes del piñón solar rotos del cardán de transmisión delantera.	En la visita a campo el tractor estaba parado debido a una falla en la transmisión delantera, donde en presencia del técnico mecánico se pudo apreciar la extracción del piñón solar del cardán, el cual se encontraba en mal estado como se aprecia en la figura N° 21. Se procedió a cambiar el piñón solar por uno nuevo. Generando un gasto total de S/ 1,850.00 soles.
4	Fugas de agua por el radiador.	En la figura N° 20, se observa fuga de agua por el radiador, debido a que se encuentra roto, viniendo el operador rellenando constantemente el radiador con agua no usando líquido refrigerante. Lo cual puede causar daño por calentamiento excesivo en el motor.
5	Fugas de petróleo por el filtro.	En la figura N° 23. se observa derrame de petróleo por el filtro, motivo por el cual el retén del perno de ajuste no se encuentra en buen estado.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15. Resultados de la inspección visual a la cosechadora Zukai 4LZ-350 en las visitas.

Ítems	Resultado	Descripción
1	Fuga de hidrolina por las mangueras del sistema hidráulico.	En la figura N° 28, se observa fuga de hidrolina por las mangueras del sistema hidráulico, lo cual puede traer como consecuencia el desgaste de los elementos principales del sistema hidráulico.
2	Foco del faro delantero sin funcionar.	En la figura N° 29, se observa el faro delantero, el operador índico que la máquina viene operando con el foco quemado.

Fuente: Elaboración propia

Según la inspección realizada a cada máquina en la visitas a campo, se llega a la siguiente conclusión que, no se aplica ninguna actividad de prevención de fallas y los tractores tanto como el New Holland TB110 y Massey Ferguson 4290 están más propensos a que fallen en cualquier momento, en especial el tractor Massey Ferguson 4290 ya que realiza dos actividades de trabajo lo que es arar y fanguear el terreno, a diferencia de la cosechadora Zukai 4LZ-350.

Luego de realizar la inspección, se aplicó una encuesta (Ver anexo N° 2) a los operadores para determinar el tipo de mantenimiento que se viene desarrollando hasta la actualidad a las máquinas de la empresa. En la tabla N° 16 y N° 17, se muestran los resultado de la encuesta aplicado a los operadores.

Tabla N° 16. Resultado del tipo de mantenimiento según los operadores

Ítems	Mantenimiento	Operadores	%
1	Correctivo	2	67%
2	Preventivo	0	0%
3	Predictivo	0	0%
4	No se realiza ningún tipo de mantenimiento	0	0%
5	Correctivo y preventivo	1	33%
Total		3	100%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 16, se observa el 67% de los operadores afirman que el tipo de mantenimiento que se viene realizando a las máquinas es el mantenimiento correctivo, el 33% mencionan correctivo y preventivo .Esta sección nos indica que el mantenimiento utilizado en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C es el mantenimiento correctivo.

Tabla N° 17.Resultado de la gestión de mantenimiento según los operadores

Ítems	Gestión de mantenimiento	Operadores	%
1	Muy bueno	0	0%
2	Bueno	0	0%
3	Normal	1	33%
4	Mala	2	67%
Total		3	100%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 17, se observa el 33% de los operadores consideran que la gestión de mantenimiento que se lleva actualmente en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C es normal, 67% califican como mala gestión, lo cual nos da indicios de que realmente no se está trabajando de manera adecuada.

4.2. Análisis de los mantenimientos desarrollados

➤ Mantenimiento correctivo

En la figura N° 2, se observa la bomba de inyección del tractor Massey Ferguson 4290 que presentaba problemas en el arranqué, por lo cual fue desmontada y llevada a un laboratorio especialista en sistema de inyección diésel para ser revisada, luego de dar con la falla fue reemplazada el cabezal, elemento principal causante de la falla en la bomba que hacía que el tractor no arrancara. Esta falla se presentó en las 3 máquinas.



Figura N° 2. Mantenimiento correctivo cambio de cabezal-Tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Agronegocios Arteaga S.A.C

En la figura N° 3, se observa los inyectores del tractor Massey Ferguson 4290, los cuales fueron extraídos y llevados a un laboratorio de inyección diésel para ser revisados, encontrándose fallados los cuales fueron reemplazados cada uno de los inyectores, debido a que estaban consumiendo mayor combustible. Esta falla se presentó en las 3 máquinas.



Figura N° 3. Mantenimiento correctivo cambio de toberas-Tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Agronegocios Arteaga S.A.C

En la figura N° 4, se observa el cambio del disco de embrague del tractor Massey Ferguson 4290, porque no se producía un buen acople entre el disco y la volante del motor (el tractor patinaba), y esto debido al desgaste del disco de embrague. Esta falla se presentó en las 3 máquinas.



Figura N° 4. Mantenimiento correctivo cambio del disco de embrague-Tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Agronegocios Arteaga S.A.C

En la figura N° 5, se observa la bomba agua del tractor Massey Ferguson 4290 que presentaba fuga de agua, por lo cual se procedió a ser extraído y revisado por un técnico mecánico. Se reemplazó el rodaje y un sello que evita fugas de agua. Esta falla se presentó en las 3 máquinas.



Figura N° 5. Mantenimiento correctivo cambio de rodaje y sello-Tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Agronegocios Arteaga S.A.C

➤ **Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo solo se realiza el cambio de aceites y filtros, mostrados en la tabla N° 18 y N° 19.

Tabla N° 18.Cambio de filtros

Ítems	Descripción
1	Filtro de aceite de transmisión
2	Filtro de petróleo
3	Pre filtro de petróleo
4	Filtro de aceite hidráulico
5	Filtro de aceite del motor

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19. Cambio de aceites

Ítems	Descripción
1	Aceite de transmisión
2	Aceite de motor
3	Aceite de los mandos finales
4	Aceite hidráulico

Fuente: Elaboración propia

➤ **Mantenimiento predictivo**

Este tipo de mantenimiento no se aplica en ninguna de las máquinas de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

4.3. Diagnóstico de la situación actual de los indicadores de mantenimiento

Para realizar el diagnóstico de la situación actual de los indicadores de mantenimiento de la maquinaria agrícola, se tomó como data el historial de fallas desde el mes de febrero 2020 a enero 2021 que fue brindado por la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C (Ver anexo N° 7). Estos datos fueron validos por el mismo gerente Segundo Carlos Arteaga Arnao. En las siguientes tablas N° 20, N° 21 y N° 22, nos muestran el historial de fallas de cada máquina.

Tabla N° 20. Historial de fallas del tractor Massey Ferguson 4290

Año	Mes	N° de Fallas	Horas	
			Tiempo de Reparación(Horas)	Trabajadas(Horas)
2020	Febrero	2	54	100.00
2020	Marzo	1	19	120.00
2020	Abril	-	-	149.00
2020	Mayo	2	30	98.00
2020	Junio	1	23	130.50
2020	Julio	-	-	100.00
2020	Agosto	1	22	123.50
2020	Septiembre	2	31	112.00
2020	Octubre	-	-	132.00
2020	Noviembre	2	48	110.00
2020	Diciembre	2	28	105.50
2021	Enero	1	9	110.00
Promedio		1.56	29.33	115.88

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21. Historial de fallas del tractor New Holland TB110

Año	Mes	N° de Fallas	Tiempo de	
			Reparación(Horas)	Horas Trabajadas(Horas)
2020	Febrero	1	23	90.50
2020	Marzo	2	34	120.00
2020	Abril	-	-	140.00
2020	Mayo	2	21	100.00
2020	Junio	2	28	147.00
2020	Julio	1	13	97.00
2020	Agosto	-	-	124.00
2020	Septiembre	2	31	115.00
2020	Octubre	-	-	135.00
2020	Noviembre	1	17	110.00
2020	Diciembre	2	30	105.50
2021	Enero	2	38	110.00
Promedio		1.67	26.11	116.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Historial de fallas de la cosechadora Zukai 4LZ-350

Año	Mes	N° de Fallas	Tiempo de	
			Reparación(Horas)	Horas Trabajadas(Horas)
2020	Febrero	1	18	95.50
2020	Marzo	-	-	60.50
2020	Abril	2	29	110.00
2020	Mayo	-	-	140.00
2020	Junio	1	20	108.00
2020	Julio	-	-	80.00
2020	Agosto	2	26	115.00
2020	Septiembre	-	-	54.50
2020	Octubre	1	17	110.00
2020	Noviembre	2	28	144.00
2020	Diciembre	2	14	130.50
2021	Enero	1	15	112.00
Promedio		1.50	20.88	105.00

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Tiempo de reparación: Viene hacer el tiempo que demoro la máquina en reponerse de una falla hasta estar operativa nuevamente, mensualmente.

Número de fallas: Es el número de paradas (fallas) que sufrió la máquina mensualmente.

Horas trabajadas: Es el total de horas que trabajo la máquina mensualmente.

a. Cálculo de la disponibilidad

Se calculó la disponibilidad de la maquinaria agrícola mensualmente desde febrero 2020 a enero 2021, tomando como ejemplo al tractor Massey Ferguson 4290. La tabla N° 19, nos muestra el tractor Massey Ferguson 4290 ha tenido 2 fallas requiriendo un tiempo de reparación de 54 horas y operando 100 horas durante el mes de febrero.

Donde:

H_T : 100 horas, horas que trabajado durante el mes de febrero.

H_M : 54 horas, horas que se empleó para reparar las fallas en el mes de febrero.

Reemplazamos los datos en la ecuación (1).

$$Y = \frac{100 - 54}{100} \times 100\%$$

$$Y = 46\%$$

El resultado del cálculo de la disponibilidad del tractor Massey Ferguson 4290 en el mes de febrero nos da un 46%. Por lo tanto, hallando la disponibilidad de las otras máquinas mediante el Microsof Excel 2020, se muestran en la tabla N° 23.

Tabla N° 23. Disponibilidad de la maquinaria agrícola

Disponibilidad				
Año	Meses	Tractor Massey Ferguson 4290	Tractor New Holland TB110	Cosechadora Zukai 4LZ-350
2020	Febrero	46%	75%	81%
2020	Marzo	84%	72%	100%
2020	Abril	100%	100%	74%
2020	Mayo	69%	79%	100%
2020	Junio	82%	81%	81%
2020	Julio	100%	87%	100%
2020	Agosto	82%	100%	77%
2020	Septiembre	72%	73%	100%
2020	Octubre	100%	100%	85%
2020	Noviembre	56%	85%	81%
2020	Diciembre	73%	72%	89%
2021	Enero	92%	65%	87%
Promedio		80%	82%	88%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 23, nos muestra el porcentaje de disponibilidad por máquina, se puede ver que la máquina menos disponible es el tractor Massey Ferguson 4290, un 80%.

b. Cálculo de la confiabilidad

Se calculó la confiabilidad de la maquinaria agrícola desde febrero 2020 a enero 2021, tomando como ejemplo el tractor Massey Ferguson 4290. La tabla N° 19, nos muestra el tractor Massey Ferguson 4290 ha tenido 02 fallas requiriendo un tiempo de reparación de 54 horas y operando 100 horas durante el mes de febrero.

Donde:

H_T : 100 horas, horas que trabajado durante el mes de febrero.

H_M : 54 horas, horas que se empleó para reparar las fallas en el mes de febrero.

P : 2 fallas, número de fallas que se presentaron en el mes de febrero.

Reemplazamos los datos en las ecuaciones 3 y 4, para determinar el MTBF y MTTR.

$$MTBF = \frac{100}{2} = 50 \text{ horas}$$

$$MTTR = \frac{54}{2} = 27 \text{ horas}$$

Luego reemplazamos el MTBF y MTTR en la ecuación (2).

$$X = \frac{50}{50+27} \times 100\%$$

$$X = 65\%$$

El resultado del cálculo de la confiabilidad del tractor Massey Ferguson 4290 en el mes de febrero nos da un 65%. Por lo tanto, hallando la confiabilidad de las otras máquinas mediante el Microsoft Excel 2020, se muestran en la tabla N° 24.

Tabla N° 24. Confiabilidad de la maquinaria agrícola

Confiabilidad				
Año	Meses	Tractor Massey Ferguson 4290	Tractor New Holland TB110	Cosechadora Zukai 4LZ-350
2020	Febrero	65%	80%	84%
2020	Marzo	86%	78%	100%
2020	Abril	100%	100%	79%
2020	Mayo	77%	83%	100%
2020	Junio	85%	84%	84%
2020	Julio	100%	88%	100%
2020	Agosto	85%	100%	82%
2020	Septiembre	78%	79%	100%
2020	Octubre	100%	100%	87%
2020	Noviembre	70%	87%	84%
2020	Diciembre	79%	78%	90%
2021	Enero	92%	74%	88%
Promedio		85%	86%	90%

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 24, nos muestra el porcentaje de confiabilidad por máquina, se puede ver que la máquina menos confiable es el tractor Massey Ferguson 4290, un 85%.

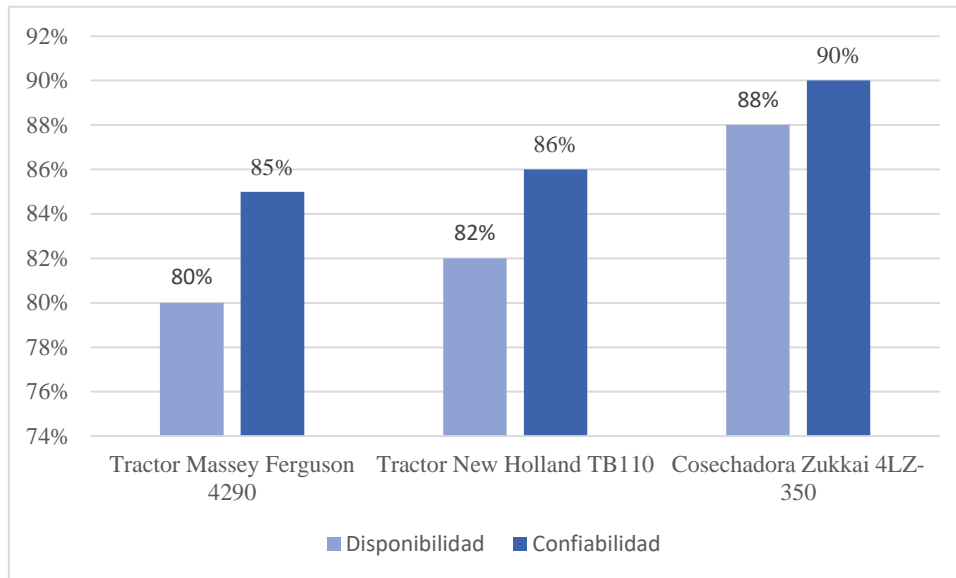


Figura N° 6. Análisis de la disponibilidad y confiabilidad (febrero 2020-enero 2021)
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 6, se observa el porcentaje de la disponibilidad y confiabilidad desde febrero 2020 a enero 2021, se puede ver que la máquina menos disponible y confiable es el tractor Massey Ferguson 4290, con una disponibilidad de 80% y confiabilidad de 85%. En general los valores no llegan al 100%.

En general de los diagnósticos realizados, se obtuvo resultados no tan favorable, por lo que nos vemos en la necesidad de generar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola, de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, con la finalidad de aumentar la disponibilidad y confiabilidad. Donde se obtengan más horas de funcionamiento de las máquinas y reparar las fallas en el menor tiempo posible. Para que así las máquinas estén en buenas condiciones, que tengan un funcionamiento seguro, eficiente y económico.

4.4. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo

4.4.1. Programa de mantenimiento preventivo

El programa de mantenimiento preventivo propuesto para la maquinaria agrícola existente en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, comprende la organización, planificación y designación de funciones al técnico mecánico y operadores, de esta manera se lograra una gestión eficiente del mantenimiento. En la tabla N° 25, N° 26 y N° 27, se aprecia el programa de mantenimiento propuesto para cada máquina de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

Tabla N° 25. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para el tractor Massey Ferguson 4290

Ítems	Descripción	Realizado por	Cada
1	Revisar el nivel del refrigerante, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
2	Revisar el nivel de aceite del motor, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
3	Revisar el estado de los frenos	Operador	10 horas
4	Revisar el nivel de líquido de freno, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
5	Verificar el color y olor de los gases de escape	Operador	10 horas
6	Llenar el tanque de combustible tras cada periodo de trabajo	Operador	10 horas
7	Verificar ruidos anormales en el motor	Operador	10 horas
8	Drenar el agua e impurezas de los filtros	Operador	10 horas
9	Purgar el aire de los conductores de combustible	Operador	10 horas
10	Accionar la válvula de descarga del polvo acumulado en el filtro de aire	Operador	10 horas
11	Limpiar el respiradero del diferencial delantero	Operador	10 horas
12	Verificar el funcionamiento del sistema de alumbrado(luces, cables)	Operador	10 horas
13	Verificar fugas de combustible, refrigerante y aceite	Operador	10 horas
11	Aplicar grasa en todos los puntos de engrase	Operador	10 horas

12	Revisar el estado y tensión de la correa del ventilador	Operador	50 horas
13	Revisar el nivel de aceite de la transmisión	Operador	50 horas
14	Revisar la posición del pedal del embrague y ajústelo si es necesario	Operador	50 horas
15	Revisar el tramo de los pedales de frenos y haga la prueba de accionamiento	Operador	50 horas
16	Revisar el funcionamiento de la traba del freno de estacionamiento	Operador	50 horas
17	Revisar el ajuste de los tornillos de las ruedas	Operador	50 horas
18	Revisar el estado de las llantas	Operador	50 horas
19	Lubricar pasadores de pivote del eje delantero	Operador	50 horas
20	Revisar la presión de las llantas	Operador	50 horas
21	Cambiar filtro de aceite del motor	Mecánico	200 horas
22	Cambiar aceite de motor	Mecánico	200 horas
23	Lavar sedimentador de combustible	Mecánico	200 horas
24	Cambiar filtro de retorno de la transmisión y de los sistemas hidráulicos	Mecánico	200 horas
25	Revisar el nivel de aceite de los reductores finales del eje delantero	Operador	200 horas
26	Revisar el nivel de aceite del diferencial delantero	Operador	200 horas
27	Limpiar bornes de la batería	Mecánico	200 horas
28	Cambiar filtro de combustible	Mecánico	200 horas
29	Cambiar pre filtro de combustible	Mecánico	200 horas
30	Revisar el nivel del aceite de los reductores finales del eje trasero	Operador	200 horas
31	Revisar el tren delantero y ajustar las llantas	Mecánico	200 horas
32	Limpiar filtro de tela de la bomba de combustible	Mecánico	500 horas

33	Cambiar aceite de la transmisión	Mecánico	500 horas
34	Cambiar filtro de aceite de la transmisión	Mecánico	500 horas
35	Limpiar filtro de tela de la bomba del sistema hidráulico	Mecánico	500 horas
36	Limpiar filtro de succión del sistema de transmisión e hidráulicos auxiliares	Mecánico	500 horas
37	Cambiar aceite de los reductores finales traseros	Mecánico	500 horas
38	Cambiar aceite de los reductores finales delantero	Mecánico	500 horas
39	Revisar foco de los faros delanteros si es necesario	Operador	500 horas
40	Revisar la tensión de la batería y cárguela si fuera necesario	Electricista(personal externo)	500 horas
41	Revisar y reajustar el juego del sistema de dirección	Mecánico	500 horas
42	Vacie,limpie,llene el sistema de enfriamiento	Mecánico	1000 horas
43	Regular la holgura de las válvulas	Mecánico	1000 horas
44	Funcionamiento general del motor	Mecánico	1000 horas
45	Vacie,limpie,llene tanque de combustible	Mecánico	1000 horas
46	Revisar el estado y presión de los inyectores, calibrar si fuera necesario	Mecánico-Sistema de Inyección Diésel(Personal externo)	1000 horas
47	Compruebe la presión de la bomba de inyección	Mecánico-Sistema de Inyección Diésel(Personal externo)	1000 horas
48	Compruebe el estado y funcionamiento del alternador	Electricista(Personal externo)	1000 horas
49	Compruebe el estado y funcionamiento del motor de arranque	Electricista(Personal externo)	1000 horas
50	Revisar conexiones del cable tierra de la batería	Electricista(Personal externo)	1000 horas
51	Revisar las juntas universales del eje de doble tracción delantero	Mecánico	1000 horas

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 26. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para el tractor New Holland TB110

Ítems	Descripción	Realizado por	Cada
1	Revisar el nivel del refrigerante, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
2	Revisar el nivel de aceite del motor, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
3	Revisar el estado de los frenos	Operador	10 horas
4	Revisar el líquido de freno, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
5	Verificar el color y olor de los gases de escape	Operador	10 horas
6	Llenar el tanque de combustible tras cada periodo de trabajo	Operador	10 horas
7	Verificar ruidos anormales en el motor	Operador	10 horas
8	Drenar el agua e impurezas de los filtros	Operador	10 horas
9	Purgar el aire de los conductores de combustible	Operador	10 horas
10	Accionar la válvula de descarga del polvo acumulado en el filtro de aire	Operador	10 horas
11	Limpiar el respiradero del diferencial delantero	Operador	10 horas
12	Verificar el funcionamiento del sistema de alumbrado(luces, cables)	Operador	10 horas
13	Verificar fugas de combustible, refrigerante y aceite	Operador	10 horas
11	Aplicar grasa en todos los puntos de engrase	Operador	10 horas
12	Revisar el estado y tensión de la correa del ventilador	Operador	50 horas
13	Revisar el nivel de aceite de la transmisión	Operador	50 horas
14	Revisar la posición del pedal del embrague y ajústelo si es necesario	Operador	50 horas
15	Revisar el tramo de los pedales de frenos y haga la prueba de accionamiento	Operador	50 horas
16	Revisar el funcionamiento de la traba del freno de estacionamiento	Operador	50 horas
17	Revisar el ajuste de los tornillos de las rueda	Operador	50 horas
18	Revisar el estado de las llantas	Operador	50 horas
19	Lubricar los pasadores de pivote del eje delantero	Operador	50 horas

20	Revisar la presión de las llantas	Operador	50 horas
21	Cambiar filtro de aceite del motor	Mecánico	200 horas
22	Cambiar el aceite del motor	Mecánico	200 horas
23	Lavar el sedimentador de combustible	Mecánico	200 horas
24	Cambiar filtro de retorno de la transmisión y de los sistemas hidráulicos	Mecánico	200 horas
25	Revisar el nivel de aceite de los reductores finales del eje delantero	Operador	200 horas
26	Revisar el nivel de aceite del diferencial delantero	Operador	200 horas
27	Limpiar los bornes de la batería	Mecánico	200 horas
28	Cambiar el filtro de combustible	Mecánico	200 horas
29	Pre filtro de combustible	Mecánico	200 horas
30	Cambiar el nivel del aceite de los reductores finales del eje trasero	Operador	200 horas
31	Revisar el tren delantero y ajustar las llantas	Mecánico	200 horas
32	Limpiar el filtro de tela de la bomba de combustible	Mecánico	500 horas
33	Cambiar el aceite de la transmisión	Mecánico	500 horas
34	Cambiar el filtro de aceite de la transmisión	Mecánico	500 horas
35	Limpiar el filtro de tela de la bomba del sistema hidráulico	Mecánico	500 horas
36	Limpiar el filtro de succión del sistema de transmisión e hidráulicos auxiliares	Mecánico	500 horas
37	Cambiar el aceite de los reductores finales traseros	Mecánico	500 horas
38	Cambiar el aceite de los reductores finales delantero	Mecánico	500 horas
39	Revisar el foco de los faros delanteros si es necesario	Operador	500 horas
40	Revisar la tensión de la batería y cárguela si fuera necesario	Electricista(personal externo)	500 horas
41	Revisar y Reajustar el juego del sistema de dirección	Mecánico	500 horas
42	Vacie,limpie,llene sistema de enfriamiento	Mecánico	1000 horas
43	Regular las holgura de las válvulas	Mecánico	1000 horas

44	Revisar el funcionamiento general del motor	Mecánico	1000 horas
45	Vacía, limpie, llene el tanque de combustible	Mecánico	1000 horas
46	Revisar el estado y presión de los inyectores, calibrar si fuera necesario	Mecánico-Sistema de Inyección Diésel(Personal externo)	1000 horas
47	Compruebe la presión de la bomba de inyección	Mecánico-Sistema de Inyección Diésel(Personal externo)	1000 horas
48	Compruebe el estado y funcionamiento del alternador	Electricista(Personal externo)	1000 horas
49	Compruebe el estado y funcionamiento del motor de arranque	Electricista(Personal externo)	1000 horas
50	Revisar las conexiones del cable tierra de la batería	Electricista(Personal externo)	1000 horas
51	Revisar las juntas universales del eje de doble tracción delantero	Mecánico	1000 horas

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27. Programa de mantenimiento preventivo propuesto para la cosechadora Zukai 4LZ-350

Ítems	Descripción	Realizado por	Cada
1	Lubricar cadenas, cuchillas y eje chumaseral	Operador	10 horas
2	Calibrar la zaranda vibratoria	Operador	10 horas
3	Regular el pico ril y dedos de peine de acuerdo a su tamaño	Operador	10 horas
4	Revisar la tensión de las orugas	Operador	10 horas
5	Lubricar el brazo vibrador del cabezal	Operador	10 horas
6	Verificar el funcionamiento del sistema de alumbrado(luces, cables)	Operador	10 horas
7	Revisar el nivel del refrigerante, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
8	Revisar los mecanismos	Operador	10 horas
9	Limpiar los granos de arroz	Operador	10 horas
10	Revisar la tensión de las cadenas, correas y correa de transmisión del variador	Operador	10 horas
11	Vaciar el atrapapiedras	Operador	10 horas
12	Revisar y limpiar la rejilla rotativa	Operador	10 horas
13	Revisar y limpiar los elementos del sistema de refrigeración	Operador	10 horas
14	Revisar el nivel de aceite del motor, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
15	Verificar ruidos anormales en el motor	Operador	10 horas
16	Revisar el estado de los frenos	Operador	10 horas
17	Revisar el nivel de aceite del hidráulico, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
18	Revisar el líquido de freno, añadir si fuera necesario	Operador	10 horas
19	Llenar el tanque de combustible tras cada periodo de trabajo	Operador	10 horas
20	Drenar el agua e impurezas de los filtros	Operador	10 horas
21	Purgar el aire de los conductores de combustible	Operador	10 horas
22	Accionar la válvula de descarga del polvo acumulado en el filtro de aire	Operador	10 horas

23	Revisar el funcionamiento de los instrumentos y lámparas	Operador	10 horas
24	Revisar los pernos y ajustar si fuera necesario	Operador	10 horas
25	Verificar fugas de combustible, refrigerante y aceite	Operador	10 horas
26	Limpia el cóncavo de la trilla y retrilla	Operador	10 horas
27	Aplicar grasa en todos los puntos de engrase	Operador	10 horas
28	Verificar el color y olor de los gases de escape	Operador	10 horas
29	Mover la palanca del bloqueador de corriente después de cada jornada	Operador	10 horas
30	Revisar la tensión de la cadena del elevador del grano	Operador	50 horas
31	Revisar la tensión de la cadena del alimentador de mies	Operador	50 horas
32	Revisar y limpiar el filtro de aire	Operador	50 horas
33	Revisar el estado y tensión de la correa del ventilador	Operador	50 horas
34	Revisar el nivel de aceite de la transmisión	Operador	50 horas
35	Revisar el nivel de aceite del hidráulico	Operador	50 horas
36	Revisar la posición del pedal del embrague y ajústelo si es necesario	Operador	50 horas
37	Revisar el tramo de los pedales de frenos y haga la prueba de accionamiento	Operador	50 horas
38	Revisar el funcionamiento de la traba del freno de estacionamiento	Operador	50 horas
39	Cambiar aceite del motor	Mecánico	150 horas
40	Cambiar filtro de aceite del motor	Mecánico	150 horas
41	Cambiar filtro de petróleo	Mecánico	150 horas
42	Cambiar pre filtro de petróleo	Mecánico	150 horas
43	Cambiar aceite de la transmisión	Mecánico	240 horas
44	Cambiar filtro de aceite de la transmisión	Mecánico	240 horas
45	Lavar sedimentador de combustible	Mecánico	240 horas
47	Cambiar filtro de aire	Mecánico	240 horas

48	Limpiar los bornes de la batería	Mecánico	240 horas
49	Limpiar filtro de tela de la bomba de combustible	Mecánico	450 horas
50	Cambiar aceite hidráulico	Mecánico	450 horas
51	Cambiar filtro hidráulico	Mecánico	450 horas
52	Limpiar filtro de tela de la bomba del sistema hidráulico	Mecánico	450 horas
53	Revisar el foco de los faros delanteros si es necesario	Operador	450 horas
54	Revisar el nivel de electrolito, llenar si fuera necesario	Electricista(Personal externo)	450 horas
55	Revisar la tensión de la batería y cárguela si fuera necesario	Electricista(Personal externo)	450 horas
56	Vaciar, limpiar, llenar el sistema de enfriamiento	Mecánico	1000 horas
57	Regular la holgura de las válvulas	Mecánico	1000 horas
58	Revisar el funcionamiento general del motor	Mecánico	1000 horas
59	Vaciar, limpiar, llenar el tanque de combustible	Mecánico	1000 horas
60	Compruebe el estado y presión de los inyectores	Mecánico-Sistema de Inyección Diésel(Personal externo)	1000 horas
61	Compruebe la presión de la bomba de inyección	Mecánico-Sistema de Inyección Diésel(Personal externo)	1000 horas
62	Compruebe el estado y funcionamiento del alternador	Electricista(Personal externo)	1000 horas
63	Compruebe el estado y funcionamiento del motor de arranque	Electricista(Personal externo)	1000 horas
64	Revisar las conexiones del cable tierra de la batería	Electricista(Personal externo)	1000 horas

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Programa de mantenimiento rutinario

Este mantenimiento estará a cargo de los operadores, ya que ellos serán los encargados de realizar este mantenimiento rutinario para luego hacer llegar al gerente de dicha empresa. Una vez que ya es inspeccionada cada máquina se procede a llenar esta ficha y luego ser entregada a una persona que se encargue de guardarla en un programa de mantenimiento asistido por una computadora y luego estas hojas son archivadas en el Excel en cada carpeta asignada para cada máquina.

“ AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ:200 AÑOS DE INDEPENDENCIA “					
		AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.A.C R.U.C. 20570855418 MANTENIMIENTO RUTINARIO			
MÁQUINA:		MARCA:		MODELO:	
HORÓMETRO:					
FECHA :					
Tareas	ESTADO		Observaciones		
	Bien	Malo			
1. Verificar el nivel de aceite del motor.					
2. Verificar que no existan ruidos anormales en el motor.					
3. Verificar fugas en el motor (aceite, agua, etc.).					
4. Verificar el filtro de aire.					
5. Verificar nivel de aceite de transmisión.					
6. Verificar el nivel de aceite del hidráulico.					
7. Verificar nivel de combustible.					
8. Verificar fugas de aceite en todos los circuitos hidráulicos.					
10. Verificar estado de los neumáticos.					
11. Verificar los pernos.					
12. Verificar el estado de las orugas.					
13. Revisar la tensión de cadenas y correas.					
14. Verificar pernos rotos en las llantas.					

15. Verificar todas las tuercas de las llantas.			
16. Verificar las conexiones de la batería y los niveles del fluido.			
17. Verificar bandas (condición y tensión).			
18. Verificar los pines y articulaciones.			
19. Verificar sistema de alumbrado (faros).			
20. Verificar nivel de refrigerante.			
21. Verificar estado del radiador.			
22. Verificar el tubo de escape.			
23. Verificar estado de frenos.			
24. Verificar que los indicadores del tablero estén funcionando correctamente.			
25. Verificar estructura de la máquina.			
26. Revisar la presión de las llantas.			
REVISADO POR			
TIEMPO EN REALIZAR EL MANTENIMIENTO			
MATERIALES UTILIZADOS			
OBSERVACIONES			

Figura N° 7. Programa de mantenimiento rutinario
Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Documentos de gestión

Es importante conocer los documentos y fichas que vamos a detallar a continuación para poder llevar un mejor control del mantenimiento para la maquinaria de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.

4.4.3.1. Orden de trabajo

Este documento le entregara el jefe de la maquinaria al mecánico o jefe del taller para realizar el respectivo llenado, luego será entregado al mecánico designado a realizar la actividad del mantenimiento. Para luego ser entregado a la persona que corresponda encargada de la gestión de mantenimiento para que los datos sean transcritos en el programa de mantenimiento asistido por una computadora, luego sea archivado.

“ AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA “		
AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.AC		
		
JAÉN -CAJAMARCA		
R.U.C. 20570855418		
ORDEN DE TRABAJO		
MÁQUINA:	MARCA:	MODELO:
N° DE ORDEN:	HORÓMETRO:	FECHA:
FALLA		
SOLUCIÓN O REPARO		
PARTES NECESARIAS PARA LA REPARACIÓN		
MECÁNICO(S) INVOLUCRADO(S)	HORAS	
OBSERVACIONES		
MECÁNICO	REVISO	
FIRMA:.....	FIRMA:.....	

Figura N° 8. Orden de trabajo
Fuente: Elaboración propia

4.4.3.2. Orden para trabajos externos

Este documento de orden para trabajos externos se emitirá cuando se necesite realizar un trabajo de mantenimiento externo, como una reparación de una pieza o parte de la máquina, que es solicitado por el mecánico o personas encargadas del mantenimiento de la maquinaria. La orden deberá ser firmada por el jefe o personal encargado del mantenimiento.

“ AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA “			
	AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.A.C		
JAÉN -CAJAMARCA			
R.U.C. 20570855418			
ORDEN PARA TRABAJOS EXTERNOS			
MÁQUINA:	MARCA:	MODELO:	
HORÓMETRO:	DESTINO:	N° DE ORDEN:	
MECÁNICO QUE SOLICITA:		FECHA:	
ÍTEMS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
MECÁNICO FIRMA.....	AUTORIZA FIRMA.....	RECIBE FIRMA.....	

Figura N° 9. Orden para trabajos externos
Fuente: Elaboración propia

4.4.3.3. Orden de repuestos

Este documento será emitido cuando el mecánico o personal encargado de realizar una actividad de mantenimiento, como cambiar o reparar un elemento averiado por otro nuevo. Esta orden será aprobada por el jefe a cargo de la maquinaria luego el mecánico encargado de realizar el mantenimiento con el documento y una copia se dirige al área de abastecimiento de repuestos donde el encargado deberá colocar la fecha y la hora que se entrega los repuestos. El encargado se quedara con la copia del documento para que justifique los repuestos entregados.

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA “ AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.AC JAÉN -CAJAMARCA R.U.C. 20570855418 ORDEN DE REPUESTOS			
			
MÁQUINA:..... MODELO:..... ORDEN DE TRABAJO:..... SOLICITANTE:..... RECIBIDO:..... HORA:..... FECHA:.....			
ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TOTAL
MECÁNICO O JEFE DE MAQUINARIA FIRMA.....	AUTORIZA FIRMA.....	RECIBIDO FIRMA.....	

Figura N° 10. Orden de repuestos
Fuente: Elaboración propia

4.4.3.4. Ficha de ingreso al almacén

Este documento permitirá llevar un mejor control de los repuestos que ingresan al almacén, que son adquiridos por la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C de los diferentes proveedores para realizar los respectivos mantenimientos a las máquinas.



“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA “			
	AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.A.C		
JAÉN -CAJAMARCA			
R.U.C. 20570855418			
FICHA DE INGRESO AL ALMACEN			
PROVEEDOR:.....			
COMPRA:.....			
N° DE PEDIDO:.....			
DEVOLUCION:.....			
FECHA:.....			
ÍTEMS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
TOTAL			
OBSERVACIONES			
ENTREGADO POR		RECIBIDO POR	
FIRMA.....		FIRMA.....	

Figura N° 11. Ficha de ingreso al almacén
Fuente: Elaboración propia

4.4.3.5. Ficha de salida del almacén

Este documento será necesario para enlistar todos los repuestos o herramientas que salen del almacén para realizar un mantenimiento a las máquinas de la empresa.



“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA “ AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.AC JAÉN -CAJAMARCA R.U.C. 20570855418 FICHA DE SALIDA DE ALMACÉN				
				
MÁQUINA:.....				
MODELO:.....				
DESCRIPCIÓN:.....				
N° 00001:.....				
ÍTEMS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	DESTINO	CANTIDAD
OBSERVACIONES				
ENTREGADO POR		RECIBIDO POR		
FIRMA.....		FIRMA.....		

Figura N° 12. Ficha de salida del almacén
Fuente: Elaboración propia

4.4.3.6. Ficha para el historial de la máquina

En esta ficha de control se van a registrar los datos técnicos, así también como las diferentes actividades de mantenimiento realizadas a cada máquina, para llevar un mejor control de la maquinaria.


“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA “						
	AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.AC JAÉN -CAJAMARCA R.U.C. 20570855418					
FICHA DEL HISTORIAL DE LA MAQUINARIA						
MÁQUINA:..... MODELO:..... MARCA:..... AÑO:..... UBICACIÓN:..... DESCRIPCIÓN:.....						
ÍTEMS	FECHA	HORÓMETRO	PROBLEMA	REPUESTOS	TIEMPO	OBSERV.

Figura N° 13. Ficha del historial de la máquina
Fuente: Elaboración propia

4.4.3.7. Ficha para el control del consumo de combustible

Este documento servirá para llevar el control de todo el combustible, para los respectivos trabajos, que son requeridos por los operadores de la maquinaria y es firmado por el feje de maquinaria.



“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA “			
	AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.AC JAÉN -CAJAMARCA R.U.C. 20570855418		
FICHA DE CONTROL DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE			
MÁQUINA:..... MODELO:..... SOLICITANTE:..... UBICACIÓN:..... ORDEN DE TRABAJO:.....			
ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	OPERADOR
ENTREGA		RECIBIDO	
FIRMA.....		FIRMA.....	

Figura N° 14. Ficha de control del consumo de combustible
Fuente: Elaboración propia

4.5. Evaluación económica del proyecto

Para realizar la evaluación económica se realizaron los cálculos que asumirían el ingreso de implementar el plan de mantenimiento, operando los tractores 30 horas y la cosechadora 27 horas equivalentes a 9 hectáreas por 6 días a la semana; para determinar los ingresos que la maquinaria obtendrían al implementar el plan de mantenimiento mensualmente en un año. Por último se realizaron los cálculos para determinar la inversión inicial que vendría a hacer los costos para la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

4.5.2. Indicadores de viabilidad del proyecto

4.5.2.1. Resultados de los indicadores económicos

Tabla N° 28. Resultados del análisis económico del proyecto

Indicadores Económicos	Valores
VAN	S/ 891,555.44
TIR	51%
Playback(Meses)	5.10
Beneficio/costo	S/ 2.14

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 28, se observa los resultados de los indicadores financieros a los que se sometió la viabilidad del proyecto, los cuales fueron calculados mediante el software Microsoft Excel 2020 y muestran ganancias sustanciales; lo cual indica que el plan de mantenimiento debe ser implementado.

V. DISCUSIÓN

- Según el diagnóstico del estado situacional que se ha realizado a la maquinaria agrícola se ha obtenido como resultado el plan de mantenimiento preventivo que se ha descrito en los resultados obtenidos de la investigación, cabe resaltar que actualmente se está llevando a cabo mantenimientos correctivos a las 3 máquinas. Muchas veces las fallas ocurren por desidia de los operadores ya que no actúan de inmediato a solucionar el problema que acontece por fugas de agua, aceite, combustible, y la mala operación de las máquinas por parte de los operadores.

Así mismo en el estudio de Arévalo & Calle (2019), “Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de San José de Lourdes, San Ignacio, Cajamarca”, realizaron el diagnóstico del estado situacional de la maquinaria pesada empleando técnicas de investigación como: la entrevista, visitas a campo y revisión de documentos. Obteniendo como resultado, el mantenimiento que se realiza a las 10 máquinas son más correctivos en su mayoría, a causa del mal estado en que se encuentran; no hay ninguna actividad de prevención de fallas, no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y el personal no cuenta con la preparación necesaria que se requiere para la realización de dichos trabajos. Concluyendo que, en la aplicación de la programación del plan de mantenimiento preventivo, existen actividades que mejoran la vida de las máquinas y cuyo único propósito es optimizar los trabajos desempeñados por las máquinas y sus tiempos de operación.

- De la tabla N° 13, se observa que la disponibilidad del tractor Massey Ferguson es 80%, del tractor New Holland TB110 es 82% y de la cosechadora es 85%; de igual manera en la tabla N° 14, se observa que la confiabilidad del tractor Massey Ferguson es 85%, del tractor New Holland TB110 es 86% y de la cosechadora Zukai 4LZ-350 es 90%, por lo que con la implementación del plan de mantenimiento preventivo para las 3 máquinas se espera un incremento de su disponibilidad y confiabilidad ya que dicho plan contempla actividades a desarrollar para evitar las fallas determinadas en el diagnóstico de las máquinas.

Así mismo en el estudio de Acuña & Casana (2019), "Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de la flota de transportes terrestre de la compañía transporte Dulcemar S.A.C- Santa 2019", realizaron el diagnóstico de los indicadores de mantenimiento de 5 vehículos, obteniendo de disponibilidad un 87% y confiabilidad un 74% en los vehículos, luego de aplicar el plan de mantenimiento, existió una reducción de fallas permitiendo un cambio en los indicadores de mantenimiento aumentando la disponibilidad en 10.5% y la confiabilidad 10.7%.

- Se elaboró el plan de mantenimiento preventivo a partir del diagnóstico del estado actual mediante la inspección visual de los sistemas o partes de las 3 máquinas en la visitas a campo desarrollando así un programa de mantenimiento para cada máquina, se creó un programa de mantenimiento rutinario y documentos de gestión como: orden de trabajo, orden para trabajos externos, orden de repuestos, ficha de ingreso al almacén, ficha de salida del almacén, ficha para el historial de la máquina y ficha para el control de combustible, por lo que con los documentos de gestión nos permitirá llevar el registro y control de las incidencias e intervenciones realizadas a las 3 máquinas, asimismo facilitando el seguimiento y control de las actividades de mantenimiento en general.

Así mismo en el estudio de Gallardo(2017),”Plan de mantenimiento preventivo para aumentar los indicadores operacionales y reducción de costos de mantenimiento de las máquinas de la Municipalidad del Distrito de Tambogrande-Piura”, elaboró un plan de mantenimiento preventivo que permita aumentar los indicadores operacionales y reducción de costos a partir del análisis del estado actual de cada máquina para saber el porcentaje de operativas e inoperativas de cada una de ellas, creando un programa de mantenimiento, elaboro fichas técnicas, ordenes de trabajo y ficha de chequeos diarios para cada máquina, también creo un programa computacional para simular los indicadores de mantenimiento. Después de implementar el plan de mantenimiento, se redujeron las fallas; permitiendo un cambio en los indicadores de mantenimiento: disponibilidad 71.88% produciendo un aumento de 14% y confiabilidad 76.55% produciendo un aumento de 11%.

- La evaluación económica, se realizó tomando en cuenta la mano de obra, herramientas e insumos necesarios a tener en el almacén; arrojando indicadores económicos viables y aceptables para la implementación de nuestro plan de mantenimiento preventivo en base a una inversión propuesta inicial de S/ 188,572.00; los resultados obtenidos son: VAN S/ 891,555.44 un TIR 51%.

Así mismo en el estudio de Cruz(2020), “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Construcción y Administración S. A, Provincia de Bagua – Amazonas”, realizó la evaluación económica de su propuesta tomando en cuenta la mano de obra, materiales y herramientas, obteniendo indicadores viables y aceptables para la implementación de su proyecto plan de mantenimiento preventivo en base a una inversión inicial de S/ 870,325.00; los resultados obtenidos son: VAN S/ 256,770.71 un TIR 25%.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se realizó el diagnóstico del estado situacional de la maquinaria agrícola mediante la entrevista, encuesta y visitas a campo. Obteniendo como resultado la elaboración de una propuesta del plan de mantenimiento preventivo para las 3 máquinas de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C.
- Los indicadores de mantenimiento como la disponibilidad y confiabilidad en estado actual desde febrero del 2020 a enero del 2021, se obtuvo en toda la maquinaria un 83% de disponibilidad y un 87% de confiabilidad, siendo el tractor Massey Ferguson 4290 el menos disponible un 80% y confiable un 85%, por lo que con la presente propuesta del plan de mantenimiento se busca mejorar y mantener en un porcentaje constante, aceptable la disponibilidad y confiabilidad.
- Se elaboró el plan de mantenimiento preventivo a partir del diagnóstico del estado actual mediante la inspección visual de los sistemas o partes de las 3 máquinas en la visitas a campo desarrollando así un programa de mantenimiento para cada máquina, se creó un programa de mantenimiento rutinario y documentos de gestión, por lo que el programa de mantenimiento tiene el único propósito de mejorar los indicadores de mantenimiento, además los documentos de gestión nos permitirá llevar el registro y control de incidencias e intervenciones realizadas a las máquinas asimismo facilitar el seguimiento y control de las actividades de mantenimiento.

- Los resultados obtenidos del análisis económico son para el valor actual neto (VAN) de S/ 891,555.44, para la tasa interna de retorno (TIR) de 51% y el análisis de beneficio/costo del proyecto por cada S/ 1 invertido se obtiene una ganancia de S/ 1.14, siendo la recuperación de la inversión del proyecto en 5 meses y 3 días aproximadamente; por lo tanto el proyecto es factible.

6.2. Recomendaciones

1. Se recomienda programar cursos de capacitación al personal de mantenimiento para lograr tener un alto nivel técnico en conocimiento de mantenimiento y realizar las actividades de una manera correcta y eficiente.
2. Se sugiere a la empresa que el plan de mantenimiento propuesto se implemente de manera progresiva, asignando responsabilidades a los operadores en la realización del mantenimiento de las máquinas para mejorar la confiabilidad, disponibilidad y operatividad de las máquinas.
3. Se recomienda aplicar las actividades de mantenimiento diseñadas en este trabajo de investigación, estas actividades aportan gran valor en el tiempo.
4. Se recomienda asignar el presupuesto necesario para la adquisición de los diferentes accesorios e insumos que son empleados en las actividades de mantenimiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, & Casana. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la confiabilidad de la flota de transportes terrestre de la compañía transporte Dulcemar S.A.C -Santa 2019*. Obtenido de file:///C:/Users/tego/Desktop/Acu%C3%B1a_LAJ-Casana_AKD-SD.pdf
- Arévalo, & Calle. (2019). *Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad Distrital de San José de Lourdes, San Ignacio, Cajamarca*. Obtenido de http://m.repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/198/Arevalo_LA_Calle_CJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Coss, R. (2005). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Mexico: Limusa S.A.
- Crismatt, Y., & Valencia, D. (2012). *Análisis de confiabilidad y disponibilidad de las líneas de producción en la empresa COMAI LTDA*. Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063090.pdf>
- Cruz, L. T. (2020). *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa Construcción y Administración S. A, Provincia de Bagua – Amazonas*. Obtenido de <https://repositorio.upa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12897/54/DT%20Tarrillo%2016-09-2020%20LETS.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Gallardo, D. (2017). *Plan de mantenimiento preventivo para aumentar los indicadores operacionales y reducción de costos de mantenimiento de las máquinas de la Municipalidad del Distrito de Tambogrande-Piura*. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23063/gallardo_pd.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gómez, M. (2019). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo en el taller de metalmecánica de la empresa Ensamblajes S.A.* Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41226/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20C3%93N%20DE%20MICHEL%20ANGELO%20G%20C3%93MEZ%20PAZMI%20C3%91O.pdf>
- Jaramillo, E. M. (2017). *Estudio de la gestión de mantenimiento en ML Servicios y su incidencia en la disponibilidad de la maquinaria pesada.* Obtenido de <http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/58/1/Trabajo%20Edwing%20Marcelo%20Ordo%c3%b1ez%20Jaramillo.pdf>
- Pinzón, M. O. (2006). *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento.* Obtenido de <file:///C:/Users/tego/Downloads/6513-4487-1-PB.pdf>
- Tarrillo Castañeda, L. (2017). *Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar disponibilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Jaen-2017.* Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35382/Tarrillo_CL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Van Horne, J., & Wachowicz, J. M. (2010). *Fundamentos de administracion financiera.* Obtenido de <https://catedrafinancierags.files.wordpress.com/2014/09/fundamentos-de-administracion-financiera-13-van-horne.pdf>
- Veliz, & Gonzales. (2017). *Evaluación técnico-económica para la obtención de aceites esenciales y su impacto en el medio ambiente.* Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181353794008.pdf>

AGRADECIMIENTO

Gracias

A dios por haberme dado salud, iluminado mi camino, darme fortalezas de seguir adelante, lograr culminar mi carrera profesional y permitirme culminar mi proyecto de tesis.

A la Universidad Nacional de Jaén, en especial a la facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, a todos los catedráticos que con sus enseñanzas de sus experiencias, conocimientos que fueron requisitos para mi formación profesional ante la sociedad.

A la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, por a verme brindado todo su apoyo para hacer posible la realización de este proyecto de tesis.

A mi asesor el Mg.Ing. Rolando René Rodríguez Medina, que con su apoyo me supo guiar desde un inicio durante la realización de esta investigación, y a todas las personas que de una y otra forma me brindaron su apoyo para la culminación de este proyecto de tesis.

DEDICATORIA

A

Dios, por darme la vida, salud y mucha voluntad para lograr culminar mi carrera profesional que es una etapa muy importante en mi vida.

Mis padres por su apoyo incondicional que me brindaron en cada momento y así ayudándome que logre culminar mi carrera profesional, donde son el motivo de seguir cumpliendo metas para velar por su salud más adelante.

Mis amigos por todos los conocimientos y experiencias que compartimos juntos, por motivarme a través de sus consejos a seguir adelante, y por permitirme formar parte de sus vidas.

ANEXOS

ANEXO N° 1

Autorización para la ejecución del proyecto de tesis

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

SEGUNDO CARLOS ARTEAGA ARNAO GERENTE DE LA EMPRESA “AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.A.C”

AUTORIZA

Al bachiller **REVOLLEDO VILLANUEVA JOSÉ DARWIN** identificado con DNI N° 48340355 egresado de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN y de la carrera profesional de INGENIERIA MECÁNICA Y ELÉCTRICA, se le **AUTORIZA** el acceso a la empresa AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.A.C para que realice observaciones a las maquinas, tome fotografías, aplique encuestas. Esta investigación le servirá para la ejecución de su proyecto de tesis denominado **“PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA AGRICOLA, EN LA EMPRESA AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.A.C, JAÉN. 2021”**.

Se expide la presente constancia a solicitud de la parte interesada.

AGRONEGOCIOS ARTEAGA S.A.C.
RUC: 2070953418
Segundo Carlos Arteaga Arnao
GERENTE GENERAL

Jaén, 02 de enero del 2021

ANEXO N° 2

Encuestas aplicada a los operadores de la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

ENCUESTA APLICADO A LOS OPERADORES CON LA FINALIDAD DE IDENTIFICAR EL TIPO DE MANTENIMIENTO QUE SE VIENE REALIZANDO A LAS MAQUINAS.

Nombre: LisTerio Revollado SILVA

Fecha: 15/01/2021

Departamento : Cajamarca.

Provincia/Distrito : Jaén/Jaén.

Proyecto de tesis: Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola, en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, Jaén, 2021.

Responsable: Revollado Villanueva José Darwin.

Marque con un aza (X) o un Círculo (O) su respuesta, o siga las indicaciones de cada una de las preguntas.

1. ¿Cuál es el mantenimiento que usted considera que se realiza a las máquinas en la empresa?

- a) Correctivo
- b) Preventivo
- c) Predictivo
- d) No realiza ningún tipo de mantenimiento
- e) a y b

2. Califique usted la gestión que se viene llevando actualmente en el área de mantenimiento.

- a) Muy Bueno
- b) Buena
- c) Normal
- d) Mala


FIRMA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
www.unj.edu.pe

Jr. Cuzco N° 250 – Pueblo Libre
Jaén – Cajamarca – Perú

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

ENCUESTA APLICADO A LOS OPERADORES CON LA FINALIDAD DE IDENTIFICAR EL TIPO DE MANTENIMIENTO QUE SE VIENE REALIZANDO A LAS MAQUINAS.

Nombre: Malquiades Mendoza Vela

Fecha: 5/01/2021

Departamento : Cajamarca

Provincia/Distrito : Jaén/Jaén

Proyecto de tesis: Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola, en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, Jaén. 2021.

Responsable: Revolledo Villaseca José Darwin.

Marque con un aipa (X) o un Círculo (O) su respuesta, o siga las indicaciones de cada una de las preguntas.

1. ¿Cuál es el mantenimiento que usted considera que se realiza a las máquinas en la empresa?

- a) Correctivo
- b) Preventivo
- c) Predictivo
- d) No realiza ningún tipo de mantenimiento

a y b

2. Califique usted la gestión que se viene llevando actualmente en el área de mantenimiento.

- a) Muy Bueno
- b) Buena
- c) Normal
- d) Mala

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
www.unj.edu.pe

Jr. Cuzco N° 250 – Pueblo Libre
Jaén – Cajamarca – Perú



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

ENCUESTA APLICADO A LOS OPERADORES CON LA FINALIDAD DE IDENTIFICAR EL TIPO DE MANTENIMIENTO QUE SE VIENE REALIZANDO A LAS MAQUINAS.

Nombre: Mercy Arteaga Montaño

Fecha: 13/01/2021

Departamento : Cajamarca.

Provincia/Distrito : Jaén/Jaén.

Proyecto de tesis: Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria agrícola, en la empresa Agronegocios Arteaga S.A.C, Jaén, 2021.

Responsable: Revólvedo Villanueva José Darwin.

Marque con un aspa (X) o un Círculo (O) su respuesta, o siga las indicaciones de cada una de las preguntas.

1. ¿Cuál es el mantenimiento que usted considera que se realiza a las máquinas en la empresa?

- a) Correctivo
- b) Preventivo
- c) Predictivo
- d) No realiza ningún tipo de mantenimiento
- e) a y b

2. Califique usted la gestión que se viene llevando actualmente en el área de mantenimiento.

- a) Muy Bueno
- b) Buena
- c) Normal
- d) Mala

FIRMANA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
www.unj.edu.pe

Jr. Cuzco N° 250 – Pueblo Libre
Jaén – Cajamarca – Perú

ANEXO N° 3

Observando la maquinaria agrícola en la visitas a campo



Figura 15. Observando el tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Autoría propia



Figura N° 16. Observando el tractor New Holland TB110
Fuente: Autoría propia



Figura N° 17. Observando la cosechadora Zukai 4LZ-350
Fuente: Autoría propia

ANEXO N° 4

Resultados del estado situacional de la maquinaria mediante las visitas a campo



Figura N° 18. Fugas de líquido de freno en el tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Autoría propia



Figura N° 19. Fugas de aceite por el bloque motor en el tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Autoría propia



Figura N° 20. Fugas de agua por el radiador del tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Autoría propia



Figura N° 21. Dientes del piñón solar rotos del cardán de la transmisión delantera en el tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Autoría propia



Figura N° 22. Fugas de aceite por la reversible del sistema hidráulico en el tractor New Holland TB110
Fuente: Autoría propia

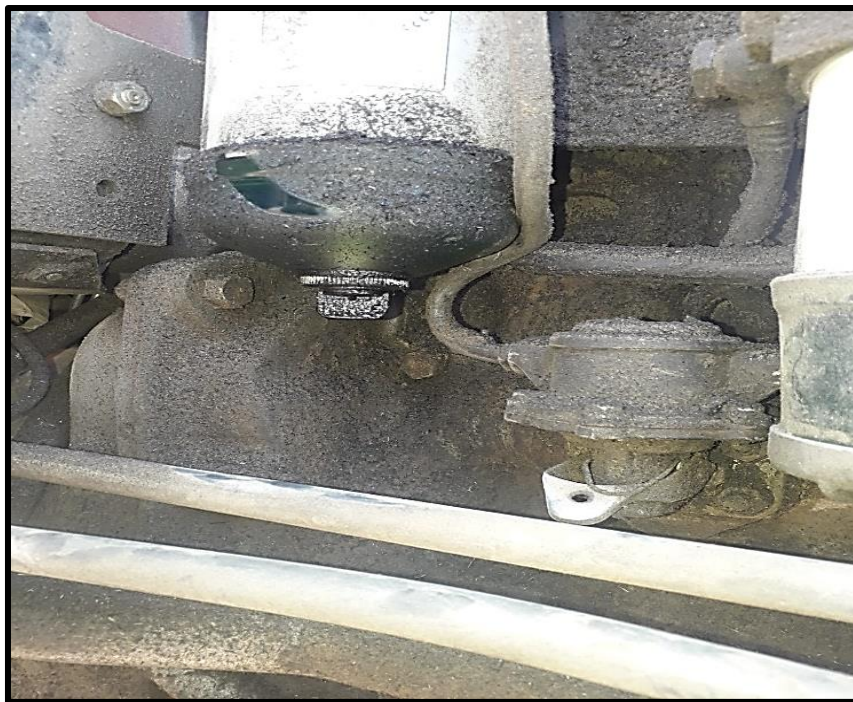


Figura N° 23 .Fugas de petróleo por el filtro en el tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Autoría propia



Figura N° 24. Brazo nivelador soldado del tractor New Holland TB110
Fuente: Autoría propia

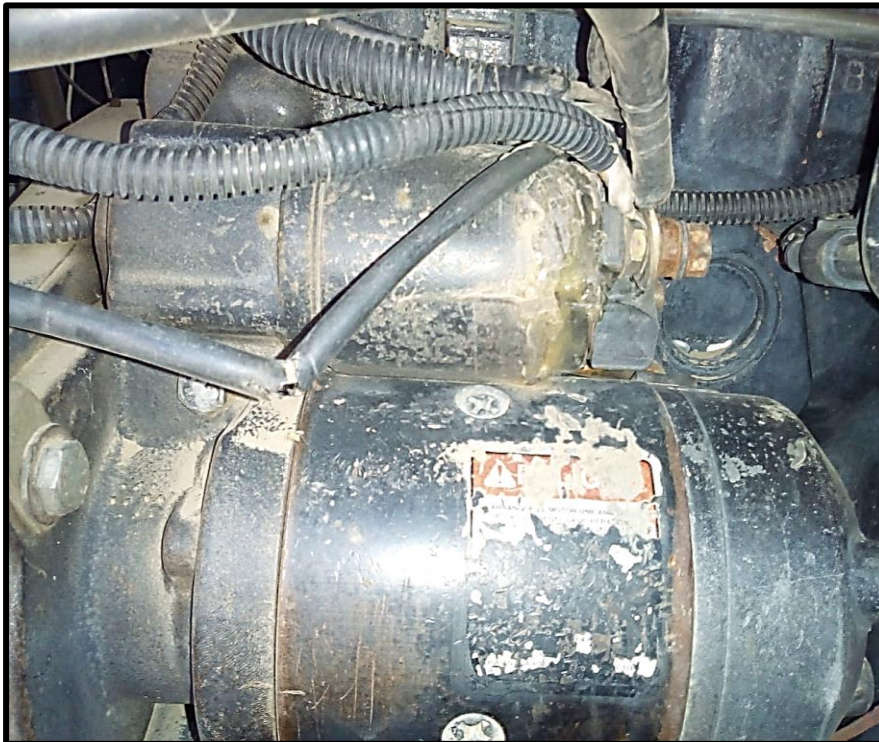


Figura N° 25. Solenoide de arranque en mal estado en el tractor New Holland TB110
Fuente: Autoría propia



Figura N| 26. Fugas de petróleo por la bomba de inyección en el tractor New TB110
Fuente: Autoría propia



Figura N° 27. Falta de limpieza del radiador en el tractor New Holland TB110
Fuente: Autoría propia

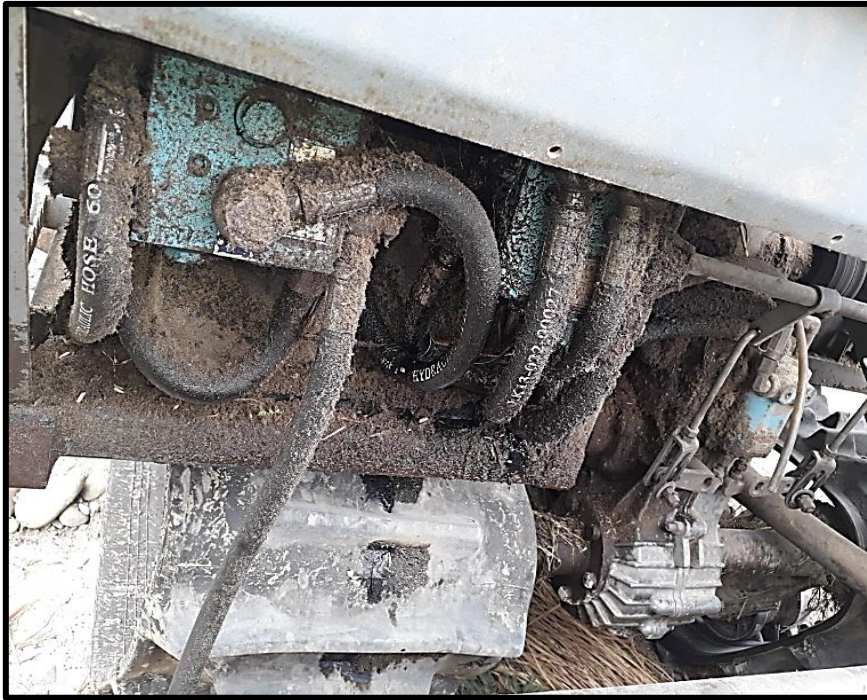


Figura N° 28. Fuga de hidrolina por las mangueras del sistema hidráulico en la cosechadora Zukai 4LZ-350

Fuente: Autoría propia



Figura N° 29. Foco del faro delantero sin funcionar en la cosechadora Zukai 4LZ-350

Fuente: Autoría propia

ANEXO N° 5

Acompañados por los operadores de la maquinaria agrícola en la visita a campo



Figura N° 30. Acompañado por el operador del tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Autoría propia



Figura N° 31. Acompañados por el operador del tractor New Holland TB110
Fuente: Autoría propia



Figura N° 32. Acompañados por el operador de la cosechadora Zukai 4LZ-350
Fuente: Autoría propia

ANEXO N° 6

Maquinaria existente en la empresa Agronegocios Arteaga SA.C



Figura N° 33. Tractor Massey Ferguson 4290
Fuente: Autoría propia



Figura N° 34. Tractor New Holland TB110
Fuente: Autoría propia



Figura N° 35. Cosechadora Zukai 4LZ-350
Fuente: Autoría propia

ANEXO N° 7

Historial de fallas de la maquinaria agrícola desde febrero del 2020 a enero 2021

TRACTOR MASSEY FERGUSON 4290			
FECHA DE PARADA	FALLA	ACCION	TIEMPO DE REPARACION
10/02/20	Ruptura de crucetas de los ejes delanteros de la doble	Cambio de crucetas	18
25/02/20	Desgaste de ranuras internas del acople del cardan de la doble	Cambio de acoples del cardan	36
18/03/20	Fugas de aceite por el bombín de la dirección	Cambio de retenes	19
02/05/20	Ruptura de la manguera del bombín del arado	Cambio de manguera	12
29/05/20	Pérdida de fuerza del motor	Reparación de bomba de inyección	18
16/06/20	Bomba hidráulica no eleva el arado	Cambio de accesorios de la bomba hidráulica	23
13/08/20	Desgaste del disco de embrague	Cambio de forro del disco	22
15/09/20	Fugas de aceite por los retenes de los mandos delanteros y posteriores	Cambio de retenes	15
28/09/20	Consumo de combustible	Reparación de los inyectores	16
02/11/20	Desgaste de dientes del piñón solar de la doble	Cambio de piñón	19
17/11/20	Fugas de líquido de freno por la bomba de freno	Cambio de retenes	29
15/12/20	Desgaste de bocinas y orines de los yugos de la doble	Cambio de bocinas y orrines	15
25/12/20	Ruptura de la base del filtro de transmisión	Cambio de la base del filtro	13
18/01/21	Ruptura de la faja del alternador	Cambio de faja	9

AGRONEGOCIOS ARTEAGA SAC.
 RUC: 20370055418

 Segundo Carlos Arteaga Arias
 GERENTE GENERAL

TRACTOR NEW HOLLAND TB110			
FECHA DE PARADA	FALLA	ACCION	TIEMPO DE REPARACION
11/02/20	Bomba hidráulica no eleva el arado	Cambio de accesorios de la bomba hidráulica	23
04/03/20	Ruptura de los accesorios del cross	Cambio de accesorios	19
18/03/20	Ruptura de la copa de las crucetas del cardan de la tracción delantera	Cambio de crucetas	15
12/05/20	Ruptura y desgaste de los terminales de la dirección.	Cambio de terminales	12
27/05/20	Desgaste de carbones del arrancador.	Cambio de carbones	9
14/06/20	Pérdida de fuerza del motor.	Reparación de la bomba de inyección	20
22/06/20	Consumo de combustible	Reparación de inyectores	8
12/07/20	Calentamiento del termostato del radiador	Reemplazo del termostato	13
18/09/20	Vaciada de frenos	Cambio de bombas de freno	12
26/09/20	Desgaste de disco de embrague	Cambio de forro del disco	19
13/11/20	Ruptura de empaquetadura de la culata	Cambio de empaquetadura	17
16/12/20	Fugas de aceite por los mandos posteriores	Cambio de retenes	14
25/12/20	Endurecimiento de la dirección	Cambio de filtro y aceite de transmisión	16
08/01/21	Fugas de aceite por el control de la reversible	Cambio de orrines	16
12/01/21	Ruptura del brazo nivelador del sistema hidráulico	Soldar brazo nivelador	22

AGRONEGOCIOS ARTEAGA SAC.
 RUC: 20370055418

 Segundo Carlos Arteaga Arias
 GERENTE GENERAL

COSECHADORA ZUKAI 4LZ-350			
FECHA DE PARADA	FALLA	ACCION	TIEMPO DE REPARACION
17/02/20	Desgaste de ranuras internas, externas de los ejes y catalinas de la transmisión.	Cambio de ejes y catalinas	18
02/04/20	Desgaste de los rodajes de la caja.	Cambio de rodajes	19
25/04/20	Ruptura de la oruga derecha.	Cambio de oruga	10
19/06/20	Fugas de aceite por los retenes de la transmisión.	Cambio de retenes	20
12/08/20	Ruptura de cuchillas.	Cambio de cuchillas	12
26/08/20	Ruptura de la rueda de guía.	Cambio de rueda de guía	14
15/10/20	Desgaste de los rodajes de los sinfines.	Cambio de rodajes	17
13/11/20	Entrada de agua por los retenes de carriles.	Cambio de retenes	16
22/11/20	Desgaste de carbones del arrancador.	Cambio de carbones	12
15/12/20	Consumo de combustible.	Reparación de inyectores	14
09/01/21	Ruptura de cadenas.	Cambio de cadenas	15

AGRONEGOCIOS ARTEAGA SAC.
 RUC: 20570895418

 Segundo Carlos Arteaga Arnao
 GERENTE GENERAL

ANEXO N° 8

Horas trabajadas mensuales desde febrero 2020 a enero 2021

COSECHADORA ZUKAI 4LZ-350	
MES	HORAS TRABAJADAS
Febrero-2020	95.5
Marzo-2020	60.5
Abril-2020	110
Mayo-2020	140
Junio-2020	108
Julio-2020	80.5
Agosto-2020	115
Septiembre-2020	54.5
Octubre-2020	110
Noviembre-2020	144
Diciembre-2020	130.5
Enero-2021	112

TRACTOR MASSEY FERGUSON 4290	
MES	HORAS TRABAJADAS
Febrero-2020	100
Marzo-2020	120
Abril-2020	149
Mayo-2020	98
Junio-2020	130.5
Julio-2020	100
Agosto-2020	123.5
Septiembre-2020	112
Octubre-2020	132
Noviembre-2020	110
Diciembre-2020	105.5
Enero-2021	110

TRACTOR NEW HOLLAND	
MES	HORAS TRABAJADAS
Febrero-2020	90.5
Marzo-2020	120
Abril-2020	140.5
Mayo-2020	100
Junio-2020	147
Julio-2020	97
Agosto-2020	124.5
Septiembre-2020	115
Octubre-2020	135.5
Noviembre-2020	110
Diciembre-2020	105.5
Enero-2021	110

AGRONEGOCIOS ARTEAGA SAC.
 RUC: 20570855418

 Segundo Ocales Arteaga Arnao
 GERENTE GENERAL

ANEXO N° 9

Costos unitarios de insumos brindados por la empresa América Diésel S.A.C

AMERICA DIESEL S.A.C.

RUC: 20480286163

Atención: JOSE DARWIN REVOLLEDO VILLAVUEVA

JAEN

Fecha: 10/02/2021

PROFORMA

001 - 0319817

P - Percepción D - Detracción

Código	Descripción	UND	Cantidad	Precio	Total Afecto	Peso(TN)
70020136	ACEITE MOBIL DELVAC MX 15W40 X 2.5 GLN	BLD	1.000	140.0000	140.00	0.000
70023000	ACEITE MOBIL FLUID 424 SAE 10W30 X 5 GLN.	BLD	1.000	295.0000	295.00	0.000
70020150	ACEITE MOBIL MOBILUBE HD 80W90 X BALDE	BLD	1.000	290.0000	290.00	0.000
19063031	FILTRO ACEITE FLEETGUARD LF 16015 / 2982242 / I	UND	1.000	45.0000	45.00	0.000
82010943	FILTRO PETROLEO FLEETGUARD FF 5421 / FF 548E	UND	1.000	73.0000	73.00	0.000
82011844	FILTRO PETROLEO FLEETGUARD FF 5461 / FF 501E	UND	1.000	26.0000	26.00	0.000
82014807	FILTRO ACEITE FLEETGUARD HF 28885 84248043 8	UND	1.000	255.0000	255.00	0.000
82011810	FILTRO PETROLEO LYS LFP 150 / T 160 / 26561117 /	UND	1.000	15.0000	15.00	0.000
82011916	FILTRO PETROLEO LYS LFP 796 / PC2/255 / FF 406;	UND	1.000	18.0000	18.00	0.000
82013936	FILTRO ACEITE FLEETGUARD LF 699 / LF 787 / 7W ;	UND	1.000	32.0000	32.00	0.000
82010700	FILTRO ACEITE TECFIL PSH 112 / 034391T1	UND	1.000	125.0000	125.00	0.000
70020059	ACEITE CASTROL CRB VISCUS SAE 25W60 X 5 GLN	BLD	1.000	270.0000	270.00	0.000
19060249	ACEITE SHELL SPIRAX SAE 85W140 X GALON	GLN	3.000	85.0000	255.00	0.000
82013334	FILTRO ACEITE FLEETGUARD LF 4054 / LF 3687 W9	UND	1.000	35.0000	35.00	0.000
82014561	FILTRO PETROLEO LYS LFWP 709 / HWP 0691	UND	1.000	30.0000	30.00	0.000
00000184	FILTRO PETROLEO FILLPOWER FPF 854K / FCO 26I	UND	1.000	50.0000	50.00	0.000
19050308	FILTRO ACEITE WB HFH301 / PER 215 SUKAI 350	UND	1.000	48.0000	48.00	0.000
82010741	FILTRO ACEITE FLEETGUARD HF 35274 / P 551779I	UND	1.000	145.0000	145.00	0.000
00000062	GRASA VISTONY EP2 MULT. AZUL X 35 LBS.	BLD	1.000	245.0000	245.00	0.000
46030007	REFRIGERANTE PEAK FLEET CHARGE 50% ROSAC	GLN	1.000	45.0000	45.00	0.000
45010003	LIQUIDO DE FRENOS FRENOSA DOT3 X 1 LT.	FCO	1.000	32.0000	32.00	0.000

Total Items: 21

Los Precios NO Incluyen IGV (0 %)

Validez de Oferta: 1 día.

Tiempo de Entrega: Inmediata

Tipo de Venta: CONTADO

Lugar de Despacho:

Vendedor

Total:	SI	2,469.00
Percepción:	2.00%	0.00
Total + Percepción:	SI	2,469.00

Total Peso(TN): 0.000


 Anibal Carrasco Fernández
 Gerente

Av. Pakamuros 1050 Urb. Las Flores - Teléfono - Fax - Jaen

ANEXO N° 10

Evaluación económica mediante el Microsof Excel 2020

Items	Descripción	Costo Anual(S/)
1	Mano de obra	S/ 120000.00
2	Insumos	S/ 56602.00
3	Herramientas	S/ 9881.00
Total		S/188571.00

Ingresos totales estimados		
Año	Meses	Ingresos
2022	Enero	S/ 33,600.00
2022	Febrero	S/ 33,600.00
2022	Marzo	S/ 33,600.00
2022	Abril	S/ 33,600.00
2022	Mayo	S/ 33,600.00
2022	Junio	S/ 33,600.00
2022	Julio	S/ 33,600.00
2022	Agosto	S/ 33,600.00
2022	Septiembre	S/ 33,600.00
2022	Octubre	S/ 33,600.00
2022	Noviembre	S/ 33,600.00
2022	Diciembre	S/ 33,600.00

Flujo Efectivo Acumulado		
Año	Meses	Flujo Acumulado
2022	Enero	S/33,600.00
2022	Febrero	S/67,200.00
2022	Marzo	S/100,800.00
2022	Abril	S/134,400.00
2022	Mayo	S/168,000.00
2022	Junio	S/201,600.00
2022	Julio	S/235,200.00
2022	Agosto	S/268,800.00
2022	Septiembre	S/302,400.00
2022	Octubre	S/336,000.00
2022	Noviembre	S/369,600.00
2022	Diciembre	S/403,200.00

Tractor Massey Ferguson 490					Tractor New Holland TB110					Cosechadora Zuhai 4L2.35				
Año	Meses	Horas	Costo/Hora	Ingresos(S/)	Año	Meses	Horas	Costo/Hora	Ingresos(S/)	Año	Meses	Hectáreas	Costo/Hectárea	Ingresos(S/)
2022	Enero	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Enero	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Enero	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Febrero	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Febrero	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Febrero	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Marzo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Marzo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Marzo	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Abril	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Abril	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Abril	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Mayo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Mayo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Mayo	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Junio	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Junio	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Junio	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Julio	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Julio	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Julio	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Agosto	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Agosto	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Agosto	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Septiembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Septiembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Septiembre	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Octubre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Octubre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Octubre	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Noviembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Noviembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Noviembre	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2022	Diciembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Diciembre	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00	2022	Diciembre	35	S/ 400.00	S/ 14,400.00
Total		1440	S/ 80.00	S/ 115,200.00	Total		1440	S/ 80.00	S/ 115,200.00	Total		432	S/ 400.00	S/ 17,800.00

Tasa de Interés	Valor actual neto
12%	S/ 891,355.44

Tasa Interna de retorno
51%

Inversión inicial	
-S/188,572.00	
S/ 31,600.00	
S/ 67,200.00	
S/ 100,800.00	
S/ 134,400.00	
S/ 168,000.00	
S/ 201,600.00	
S/ 235,200.00	
S/ 268,800.00	
S/ 302,400.00	
S/ 336,000.00	
S/ 369,600.00	
S/ 403,200.00	

INVERSIÓN INICIAL	S/ 188,572.00
ÚLTIMO FLUJO	S/ 201,600.00
POR RECUPERAR	S/ 20,572.00
PR: Mes	0.102043651
Payback: Meses	5.102043651

Costo/Beneficio	S/2.14
------------------------	--------

ANEXO N° 11

Ingreso sin plan de mantenimiento periodo (febrero 2020 a enero 2021)

Tractor Massey Ferguson 4290				
Año	Meses	Horas trabajadas	Costo(S)/Hora	Ingreso(S/)
2020	Febrero	100	S/ 80.00	S/ 8,000.00
2020	Marzo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2020	Abril	149	S/ 80.00	S/ 11,920.00
2020	Mayo	98	S/ 80.00	S/ 7,840.00
2020	Junio	130.5	S/ 80.00	S/ 10,440.00
2020	Julio	100	S/ 80.00	S/ 8,000.00
2020	Agosto	123.5	S/ 80.00	S/ 9,880.00
2020	Septiembre	112	S/ 80.00	S/ 8,960.00
2020	Octubre	132	S/ 80.00	S/ 10,560.00
2020	Noviembre	110	S/ 80.00	S/ 8,800.00
2020	Diciembre	105.5	S/ 80.00	S/ 8,440.00
2021	Enero	110	S/ 80.00	S/ 8,800.00
Total		1390.5		S/ 111,240.00

Tractor New Holland TB110				
Año	Meses	Horas trabajadas	Costo(S)/Hora	Ingreso(S/)
2020	Febrero	90.5	S/ 80.00	S/ 7,240.00
2020	Marzo	120	S/ 80.00	S/ 9,600.00
2020	Abril	140.5	S/ 80.00	S/ 11,240.00
2020	Mayo	100	S/ 80.00	S/ 8,000.00
2020	Junio	147	S/ 80.00	S/ 11,760.00
2020	Julio	97	S/ 80.00	S/ 7,760.00
2020	Agosto	124.5	S/ 80.00	S/ 9,960.00
2020	Septiembre	115	S/ 80.00	S/ 9,200.00
2020	Octubre	135.5	S/ 80.00	S/ 10,840.00
2020	Noviembre	110	S/ 80.00	S/ 8,800.00
2020	Diciembre	105.5	S/ 80.00	S/ 8,440.00
2021	Enero	110	S/ 80.00	S/ 8,800.00
Total		1395.5		S/ 111,640.00

Cosechadora Zukai 4LZ-350						
Año	Meses	Horas trabajadas	Horas por hectárea	Hectáreas realizadas	Costo(S)/Hectárea	Ingreso(S/)
2020	Febrero	95.5	3	31.8	S/ 400.00	S/ 12,733.33
2020	Marzo	60.5	3	20.2	S/ 400.00	S/ 8,066.67
2020	Abril	110	3	36.7	S/ 400.00	S/ 14,666.67
2020	Mayo	140	3	46.7	S/ 400.00	S/ 18,666.67
2020	Junio	108	3	36.0	S/ 400.00	S/ 14,400.00
2020	Julio	80.5	3	26.8	S/ 400.00	S/ 10,733.33
2020	Agosto	115	3	38.3	S/ 400.00	S/ 15,333.33
2020	Septiembre	54.5	3	18.2	S/ 400.00	S/ 7,266.67
2020	Octubre	110	3	36.7	S/ 400.00	S/ 14,666.67
2020	Noviembre	144	3	48.0	S/ 400.00	S/ 19,200.00
2020	Diciembre	130.5	3	43.5	S/ 400.00	S/ 17,400.00
2021	Enero	112	3	37.3	S/ 400.00	S/ 14,933.33
Total		1260.5		420.2		S/ 168,066.67