



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

PROYECTO DE TITULACIÓN

MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE IMPLEMENTOS AGRICOLAS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

EDUARDO MONTELLANO LOERA

ASESOR:

FERNANDO GARCIA VARGAS

Junio



CAPÍTULO 1: PRELIMINARES

2. Agradecimientos.

Agradezco a la empresa Maindsteel Agro ya que a pesar de las dificultades que surgieron para poder desarrollar este reporte siempre tuvieron disponibilidad y me brindaron todo el apoyo que estuvo a su alcance.

También agradezco a mi asesor interno el Ing. Fernando García Vargas por guiarme a lo largo del desarrollo del proyecto ya que sin su ayuda este reporte hubiera tenido más dificultades.

Agradezco a todos los agricultores que dedicaron su tiempo en brindarme su apoyo dándome toda la información que requería para desarrollar este reporte.

Finalmente agradezco a mi casa de estudios ITPA por haberme preparado a lo largo de todo este tiempo, dándome las herramientas necesarias para formarme como profesionalista con la ayuda de todos mis profesores a quienes también les agradezco por todo lo que me compartieron y me alentaron para seguir adelante día a día.

3. Resumen.

En el presente reporte se utilizaron varias herramientas estadísticas, las cuales fueron utilizadas para tomar decisiones en relación al diseño del plan de mantenimiento preventivo, en la descripción de actividades, se utilizaron tablas de frecuencias y diagramas de Pareto con la finalidad de identificar los problemas que afectan en mayor medida a los equipos agrícolas y poder plantear el plan de mantenimiento preventivo, al igual los diagramas de causa y efecto, estos fueron utilizados para visualizar y explorar la causas de los problemas principales.

Se crearon planes de mantenimiento por medio de la programación de actividades y se tomaron medidas de seguridad para los trabajadores y uso adecuado de herramientas a base de normas oficiales mexicanas.

4. Índice.

Índice

<i>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</i>	3
<i>2. Agradecimientos.</i>	3
<i>3. Resumen.</i>	4
<i>4. Índice.</i>	4
<i>Lista de Tablas</i>	6
<i>Lista de Graficas</i>	6
<i>Lista de Figuras</i>	7
<i>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</i>	8
<i>5.- Introducción</i>	8
<i>6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.</i>	9
<i>7. Problemas a resolver, priorizándolos.</i>	11
<i>8. Justificación</i>	11
<i>Objetivos (General y Específicos)</i>	12
<i>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</i>	13

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos)	13
CAPÍTULO 4: DESARROLLO	18
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	18
Cronograma de actividades	46
CAPÍTULO 5: RESULTADOS	47
12. Resultados	47
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES	53
13. Conclusiones del Proyecto	53
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	54
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	54
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN	54
15. Fuentes de información	54
CAPÍTULO 9: ANEXOS	55

Lista de Tablas

- Tabla 1 Equipos agrícolas (pag.16)
- Tabla 2 Tipos de falla (pag.19)
- Tabla 3 Clasificación de los implementos (pág. 21)
- Tabla 4 Equipos de mecanismo móvil (pág. 21)
- Tabla 5 Equipos de mecanismo fijo (pág. 22)
- Tabla 6 Códigos de implementos agrícolas (pág. 31)
- Tabla 7 Funciones jerárquicas (pág. 32)
- Tabla 8 Información básica de los implementos (pág. 33)
- Tabla 9 Ficha de servicio de mantenimiento (pág. 35)
- Tabla 10 Registro de insumos (pág. 36)
- Tabla 11 Registro de trabajo (pág. 37)
- Tabla 12 Plan de mantenimiento preventivo (equipos de mecanismo móvil) (pág. 38)
- Tabla 13 Plan de mantenimiento preventivo (equipos de mecanismo fijo) (pág. 39)
- Tabla 14 Tiempos predeterminados (pág. 40)
- Tabla 15 Análisis de riesgo (pág. 41)
- Tabla 16 Equipo de protección personal (pág. 45)
- Tabla 17 Tipos de herramientas (pág. 46)
- Tabla 18 Cronograma (pág. 47)
- Tabla 19 Costos de mantenimiento correctivo (equipos de mecanismo móvil) (pág. 50)
- Tabla 20 Costos de mantenimiento correctivo (equipos de mecanismo fijo) (pág. 51)
- Tabla 21 Costos de mantenimiento preventivo (equipos de mecanismo móvil) (pág. 51)
- Tabla 22 Costos de mantenimiento preventivo (equipos de mecanismo fijo) (pág. 52)
- Tabla 23 Proyección de costos (pág. 52)

Lista de Graficas

- Grafica1 Diagrama de Pareto A, AB, R, DT, DZ (pág. 22)
- Grafica 2 Diagrama de Pareto C, SB, AC (pág. 23)
- Grafica 3 Maquinaria de uso común (pág. 24)
- Grafica 4 mantenimiento correctivo Vs PMP (plan de mantenimiento preventivo) (pág. 53)

Lista de Figuras

Figura 1 Diagrama de Pareto (pág. 14)

Figura 2 Diagrama causa y efecto (pág. 15)

Figura 3 Rastra (pág. 25)

Figura 4 Arado (pág. 26)

Figura 5 Cultivadora (pág. 28)

Figura 6 Subsuelo (pág. 29)

Figura 7 Diagrama causa y efecto (pág. 30)

Figura 8 Determinación del equipo de protección personal (pág. 44)

Figura 9 Ajuste de tornillos (pág. 48)

Figura 10 Engrase de rodamientos (pág. 48)

Figura 11 Apriete de rodamientos (pág. 49)

Figura 12 Apriete de tornillos (pág. 49)

Figura 13 Revisión de manguera (pág. 49)

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

5.- Introducción

En las empresas es muy importante mantener en buenas condiciones todas sus instalaciones inmuebles y muebles ya que suman una parte del capital de la empresa, por esa razón se realizó una investigación para desarrollar el presente proyecto enfocado al desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo enfocado a los implementos agrícolas utilizados por los productores del estado de Aguascalientes.

Un plan de mantenimiento tiene como objetivo la programación de actividades de mantenimiento que ayudaran a preservar los equipos en mejores condiciones de fiabilidad y disponibilidad, para poder desarrollarlo se utilizaron distintas herramientas estadísticas como diagramas de Pareto, diagramas de causa y efecto, análisis de costos y proyecciones a futuro entre otras.

Al realizar la investigación se pudieron destacar los problemas principales que afectan a los equipos de forma recurrente por lo que las acciones de mantenimiento fueron enfocadas hacia esos dos problemas ya que presentaban una importante parte de los gastos de mantenimiento correctivo anual.

6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

Desde su fundación en 2006 la empresa Maindsteel se ha posicionado como líder en el diseño y manufactura de partes automotrices y comercialización de productos metálicos para diferentes aplicaciones.

Esta empresa se mueve hacia el futuro con fuerza por medio de los valores, apostando por la innovación continua en tecnología y desarrollo, pero, sobre todo, apoyándose del factor humano ya que es el motor para desarrollar nuevos proyectos enfocados en ofrecer soluciones metálicas eficientes para el mercado.

La empresa cuenta con políticas de calidad basadas en el sistema de gestión de calidad ISO 9001:2015.

Cuenta con varios sectores comerciales actualmente son 4:

- Maindsteel agro

Este sector se dedica a la comercialización y distribución de implementos y maquinarias para los agricultores facilitando los trabajos de labranza.

- Maindsteel comercio

Este sector se dedica a la comercialización de exhibidores, lockers, cajones de dinero, racks y anaqueles, etc. Para comercios tales como tiendas de conveniencia, tiendas departamentales, farmacias por mencionar algunos

- Maindsteel automotive

Este sector se dedica a manufacturar y comercializar partes de automóviles como respaldo de seguridad antilecciones cervicales(reposacabezas) surtiendo a clientes como Tachis Mexico, Calsonic Kansel, Li izawa y Bridgestone

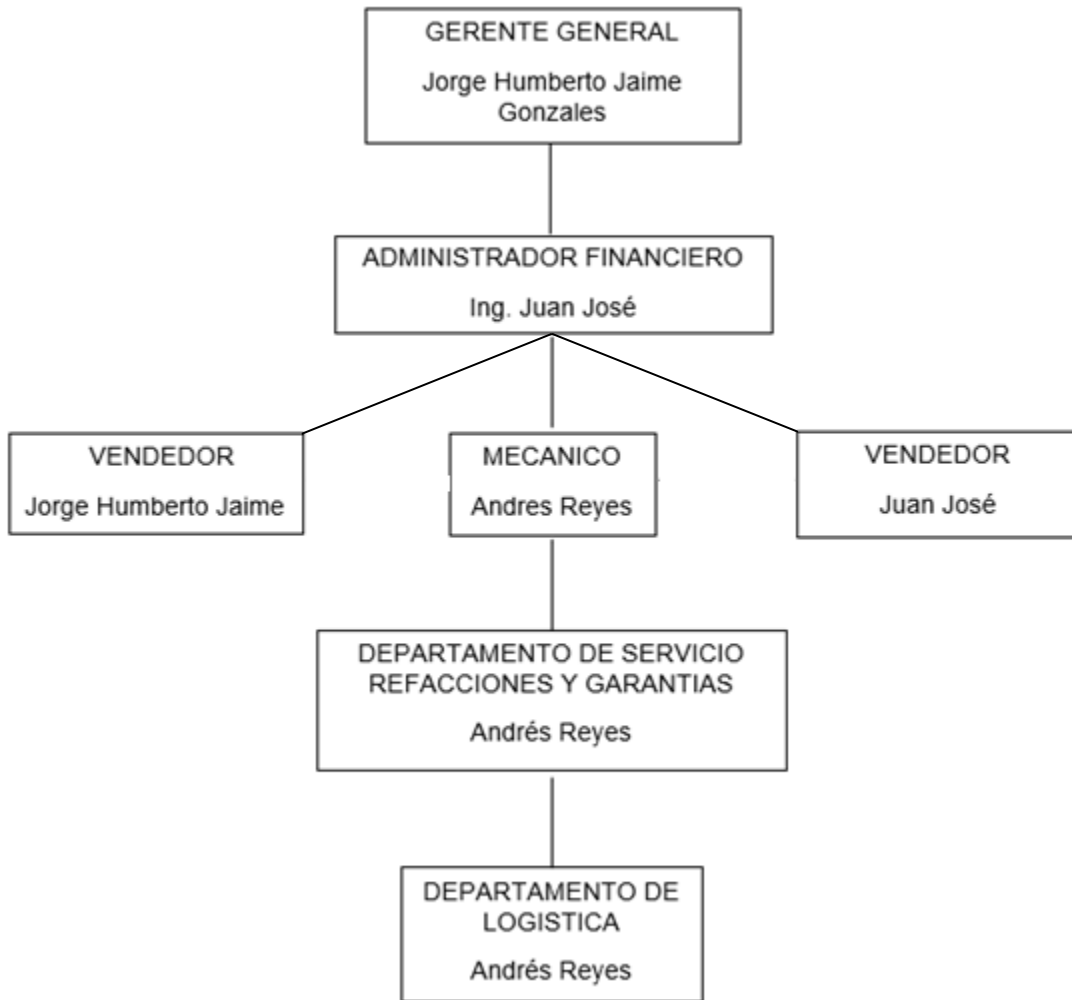
- Maindsteel technology

Este sector se dedica a la investigación, diseño y desarrollo de productos innovadores a través de la utilización de medios como la informática, electrónica y energías renovables.

Misión: pasión por vivir crear y crecer

Visión: ser la máxima expresión de un potencial ilimitado

Organigrama de la empresa:



El área donde se realizará el proyecto se encuentra en el departamento de servicios refacciones y garantías donde el residente ocupará el puesto de auxiliar del departamento ya antes mencionado.

7. Problemas a resolver, priorizándolos.

Los implementos comercializados por la agencia Maindsteel Agro no cuentan con manuales del operador o indicaciones que describan el cuidado que deben tener los equipos por lo que el riesgo de presentar alguna falla en los equipos es muy alto cuando se encuentran trabajando en campo, las fallas más comunes son las siguientes:

- Problemas en el hidráulico
- Capado de tornillos
- Quiebre de las masas de los discos
- Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)
- Perdida de potencia
- Vencido de barras
- Vencido de cinceles
- Desajuste en el regulador de flujo
- Fractura de los engranes de la transmisión

8. Justificación

Es importante desarrollar el plan de mantenimiento para los equipos que vende la agencia ya que actualmente no cuenta con ningún control de mantenimiento, al hacerlo le brindaría al cliente una mejor atención al preocuparse por preservar el estado óptimo de sus equipos agrícolas y disminuirá el número de posibles reclamos o inconformidades a causa de la aparición de fallas, Sin embargo, para poder desarrollar esta mejora será necesario desarrollar habilidades para obtener datos ya que no se cuenta con ningún registro y a través de ellos hacer análisis para la toma de decisiones.

Objetivos (General y Específicos)

Objetivo general:

Generar un plan de mantenimiento preventivo enfocado a preservar la vida útil de los equipos agrícolas de los clientes de la agencia aumentando la mantenibilidad, disminuyendo los gastos en mantenimientos correctivos que realizan anualmente.

Objetivos específicos:

- Analizar la mecánica básica de cada implemento agrícola.
- Definir las actividades de mantenimiento que deben tener para aumentar la fiabilidad y disponibilidad de los implementos.
- Generar un listado de herramientas básicas para la realización de actividades de mantenimiento.
- Desarrollar formatos para la administración del mantenimiento
- Medidas de seguridad para los usuarios y encargados de realizar las actividades de mantenimiento.
- Crear una comparación de costos de mantenimiento correctivo y el costo de implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Mantenimiento:

Todas las acciones necesarias para que un equipo sea conservado o restaurado de modo que permanezca en las mejores condiciones de fiabilidad y disponibilidad.

Mantenimiento preventivo:

Todos los servicios de inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos buscando evitar fallas.

Mantenimiento correctivo:

Todos los servicios ejecutados en los equipos con fallas.

Lubricación:

Diagrama de Pareto:

Es una representación gráfica de datos obtenidos sobre un problema que nos ayuda a priorizar los problemas que requieren de mayor atención.

Su fundamento se define en que el 20% de las causas producen el 80% de los efectos.

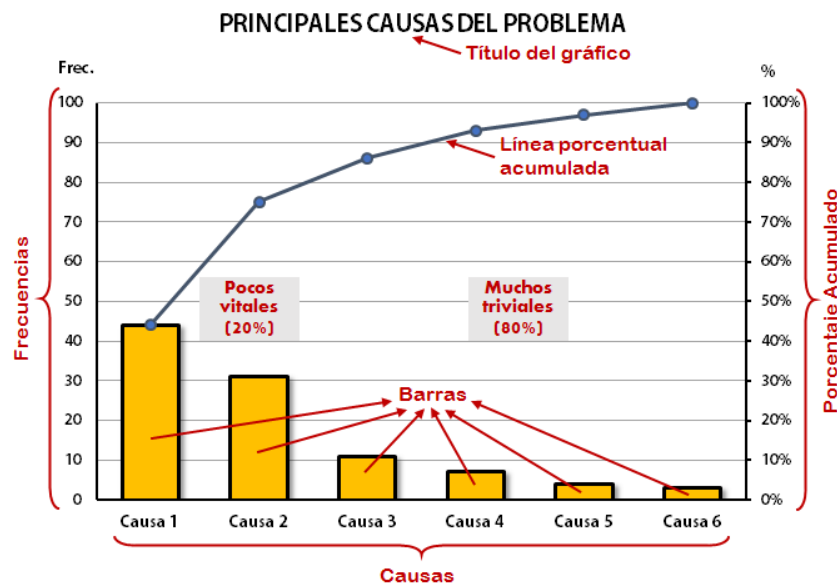


Figura 1 Diagrama de Pareto

Diagrama Causa y efecto:

Es una representación gráfica que muestra la relación de ideas agrupadas en subgrupos de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado.

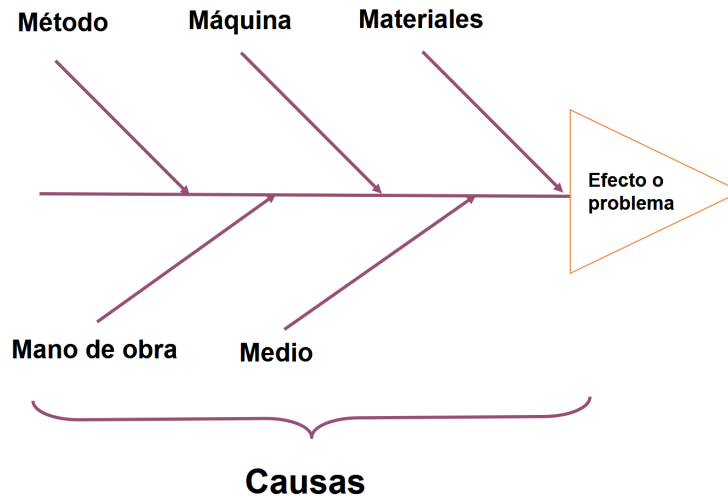


Figura 2 Diagrama causa y efecto


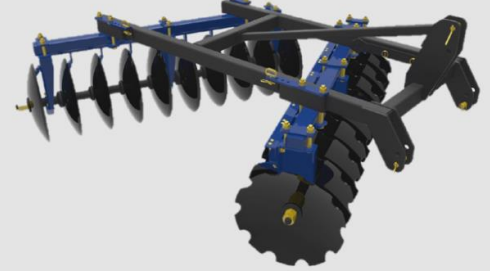
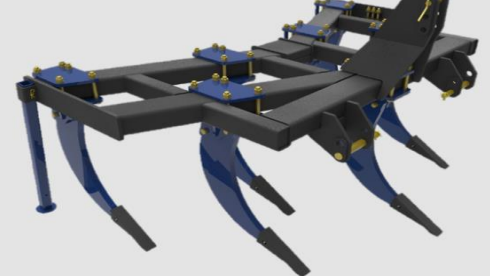
Metodología 5 porqués:



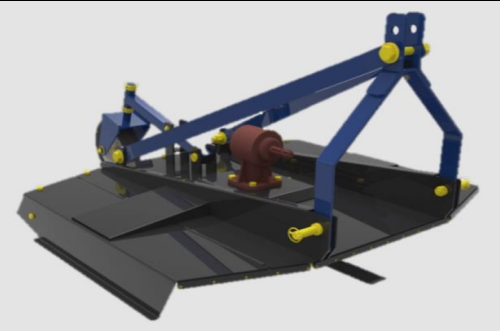

Es una técnica creada por Sakichi Toyoda con la finalidad de encontrar la causa de alguna problemática a través de una serie de cuestionamientos hasta encontrar la causa raíz del problema.


Implementos agrícolas:

Son equipos que ayudan a los agricultores a realizar los trabajos de labranza de la tierra algunos de estos equipos requieren de la ayuda de una fuerza mecánica autónoma (tractor), los tipos de implementos se muestran a continuación en la siguiente Tabla 1 Equipos agrícolas.

Tabla 1 Equipos agrícolas.

Nombre del equipo	Función	Imagen
Arado	El arado de discos es un implemento cuya función es cortar e incorporar los residuos vegetales con inversión del suelo por acción del movimiento y la concavidad de los discos.	
Rastra	Las rastras de discos se utilizan principalmente para incorporar y triturar residuos vegetales y para incorporar enmiendas, como cales y rocas fosfóricas, para la corrección química de los suelos.	
Subsuelo	Este tipo de equipos de labranza se utiliza para romper capas endurecidas sin invertir el perfil del suelo; es apropiado para esponjar, creando un ambiente adecuado	

	para el crecimiento de las raíces del cultivo.	
Cultivadora	Este equipo tiene como función remover la tierra compacta que se encuentre cerca de la raíz con la finalidad de ayudar a su crecimiento	
Abonadora	La distribución del fertilizante se efectúa por medio de la fuerza centrífuga de uno o dos discos rotativos que lo esparcen sobre la superficie del suelo.	
Desmalezadora	El mecanismo de corte opera por medio de unas cuchillas giratorias con filo doble o sencillo que cortan el material vegetal por impacto.	
Desterronador	Equipada con cuchillas acodadas las cuales desmenuzan y mezclan los residuos en la tierra dándole un acabado uniforme.	

<p>Acolchadora</p>	<p>Este equipo tiene la función de crear corcones de tierra brindando un cubierto de plástico con la función de controlar malezas en los cultivos.</p>	
--------------------	--	--

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Se realizó la encuesta a 15 clientes de la agencia que habían adquirido sus equipos en el año 2019, obteniendo los siguientes datos que se muestran en la Tabla 2 Tipos de falla que nos ayudaran a determinar cuál es el problema con mayor recurrencia en los implementos agrícolas.

Tabla 2 Tipos de falla.

Implemento	Tipos de falla	Frecuencia n=15
Arado	Quiebre de los rodamientos(baleros)	10
	Problemas en el hidráulico	4
	Capado de tornillos	7
	Quiebre de las masas de los discos	1
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	7
Rastra	Quebrado de los rodamientos	12
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	8
	Problemas en hidráulico	3
	Capado de tornillos	7
	Perdida de potencia	1
Subsuelo	Capado de tornillos	11
	Perdida de potencia	3
	Problemas en el hidráulico	1
	Quiebre de los rodamientos(baleros)	1
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	1
Cultivadora	Capado de tornillos	12

	Vencido de barras	1
	Vencido de cinceles	3
	Quiebre de los rodamientos	1
	Perdida de potencia	1
Abonadora	Capado de tornillos	4
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	7
	Desajuste en el regulador de flujo	1
	Quiebre de los rodamientos(baleros)	2
	Problemas de encendido	1
	Problemas en el hidráulico	1
Desmalezadora	Quiebre de los rodamientos(baleros)	2
	Capado de tornillos	5
	Perdida de potencia	1
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	2
	Problemas en hidráulico	1
	Desgaste rápido de las navajas	1
Desterronador	Capado de tornillos	5
	Quiebre de los rodamientos(baleros)	4
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	4
	Quiebre de los rodamientos(baleros)	4
	Fractura de los engranes de la transmisión	1
	Capado de tornillos	5
Acolchadora	Quiebre de los rodamientos(baleros)	4
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	5
Total de fallas comunes		155

Se desarrolló una clasificación que se muestra en la siguiente Tabla 3 Clasificación de implementos de acuerdo a sus características y mecanismo de trabajo.

Tabla 3 Clasificación de los implementos.

No.	Grupo	implementos
1	Equipos de mecanismos móviles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arado ▪ Rastra ▪ Desterronador ▪ Abonadora ▪ Desmalezadora
2	Equipos de mecanismos fijos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acolchadora ▪ Subsuelo ▪ Cultivadora

De acuerdo a la clasificación de los implementos se desarrollaron diagramas de Pareto con la finalidad de encontrar los problemas que afectan en mayor medida cada grupo de implementos.

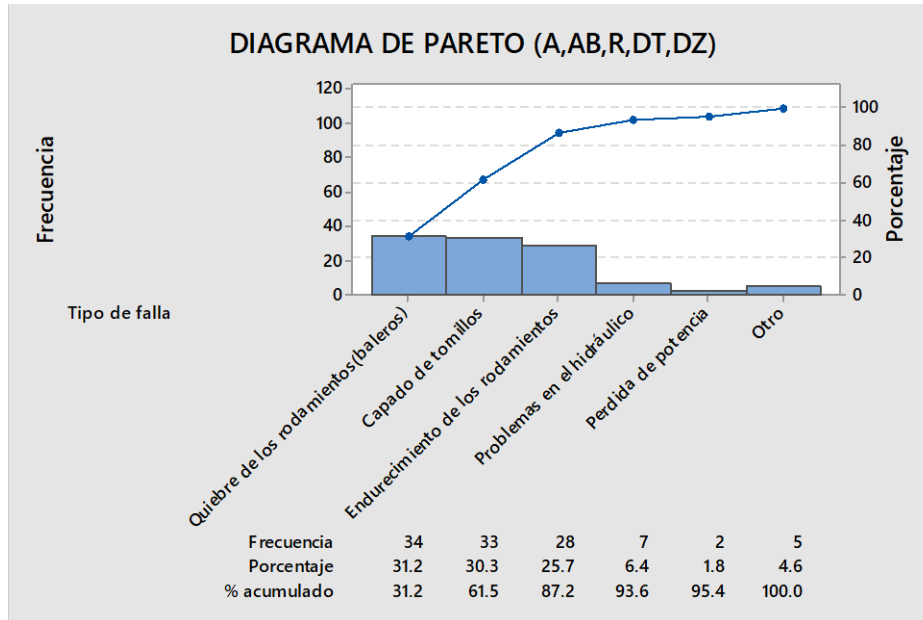
Para el primer y segundo grupo de la clasificación que se encuentra en la Tabla 3 clasificación de los implementos, los datos que se sometieron a estudio son los siguientes mostrados en la Tabla 4 Equipos con mecanismo móvil y Tabla 5 Equipos con mecanismo fijo extraídos de la Tabla 2 Tipos de falla.

Tabla 4 Equipos con mecanismo móvil.

Grupo 1	Tipo de falla	Frecuencia
Arado, rastra, desterronador, desmalezadora y abonadora	Quiebre de los rodamientos(baleros)	34
	Problemas en el hidráulico	7
	Capado de tornillos	33
	Quiebre de las masas de los discos	1
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	28
	Perdida de potencia	2
	Desajuste en el regulador de flujo	1

	Problemas de encendido	1
	Desgaste rápido de las navajas	1
	Fractura de los engranes de la transmisión	1

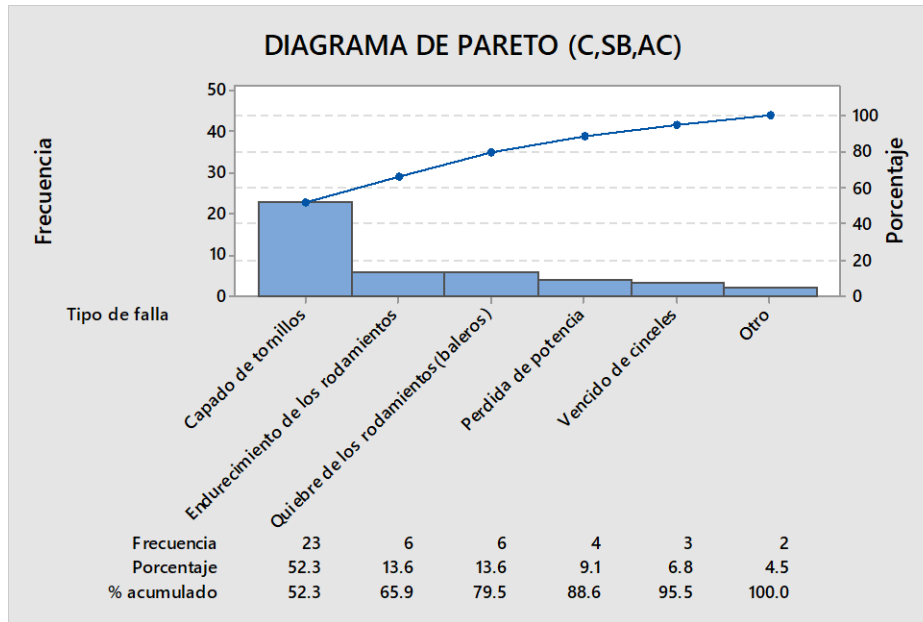
Primer grupo de implementos agrícolas (Equipos de mecanismo móvil)



Grafica 1 Diagrama de Pareto A, AB, R, DT, DZ (arado, abonadora, rastra, desterrador y desmalezadora)

Tabla 5 Equipos con mecanismo fijo

Grupo 2	Tipo de falla	Frecuencia
Cultivadora, subsuelo y acolchadora.	Capado de tornillos	23
	Perdida de potencia	4
	Problemas en el hidráulico	1
	Quiebre de los rodamientos (baleros)	6
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos (baleros)	6
	Vencido de barras	1
	Vencido de cinceles	3

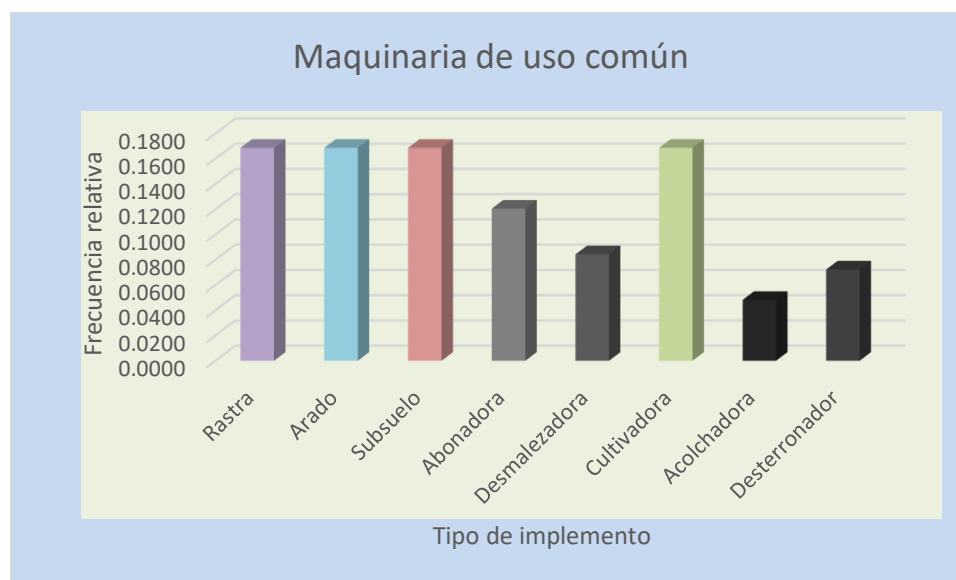


Grafica 2 Diagrama de Pareto C, SB, AC (cultivadora, subsuelo, acolchadora)

Después de obtener los resultados de los diagramas de Pareto se pudo apreciar que existen dos problemas principales que persisten de forma simultánea en los 2 grupos de implementos, los cuales son quiebre de los rodamientos en 31.2% perteneciente al grupo de mecanismo móvil y el capado de los tornillos en 52.3% en el grupo de mecanismo fijo. Por lo tanto, una vez definidos los problemas principales el plan de mantenimiento se enfocará de mayor medida a preservar los componentes afectados por estas fallas en los implementos agrícolas.

Antes de comenzar con el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se realizó una investigación a través de una encuesta cuyo objetivo era identificar los implementos mas

utilizados por los clientes de la agencia, por lo tanto, se obtuvo la siguiente información que se encuentra en la Grafica 3 Maquinaria de uso común.



Grafica 3 Maquinaria de uso común

En la Grafica 3 maquinaria de uso común, se observan 4 implementos en respuesta a los más utilizados por los clientes de la agencia lo cuales son:

- Rastra
- Arado
- Cultivadora
- subsuelo

Una vez definidos los implementos mas vitales que requieren estar siempre en condiciones optimas de trabajo con altos índices de fiabilidad y disponibilidad se agruparon de acuerdo a la clasificación de la Tabla 3 Clasificación de los implementos.

Equipo de mecanismo móvil:

- Rastra
- Arado

Equipos de mecanismo fijo:

- Cultivadora
- Subsuelo

GENERALIDADES DE LOS IMPLEMENTOS

Se describen las generalidades de cada implemento de acuerdo a la clasificación de los implementos antes mencionada:

Equipos de mecanismos móviles

Se define equipo de mecanismo móvil aquellos que al realizar su función de trabajo dependen directamente de un diseño creado a través de articulaciones que requieren el uso de rodamientos y bujes.

Implemento Rastra:

Están compuestos por un conjunto de discos cóncavos montados sobre cuatro ejes que giran libremente, soportados por rodamientos o cojinetes de fricción, que van inclinados en relación con la dirección de avance y que giran solidariamente sobre su propio eje (Cañavate, 1979).

Se definen las Partes del equipo mostradas en la Figura 3 Rastra.:

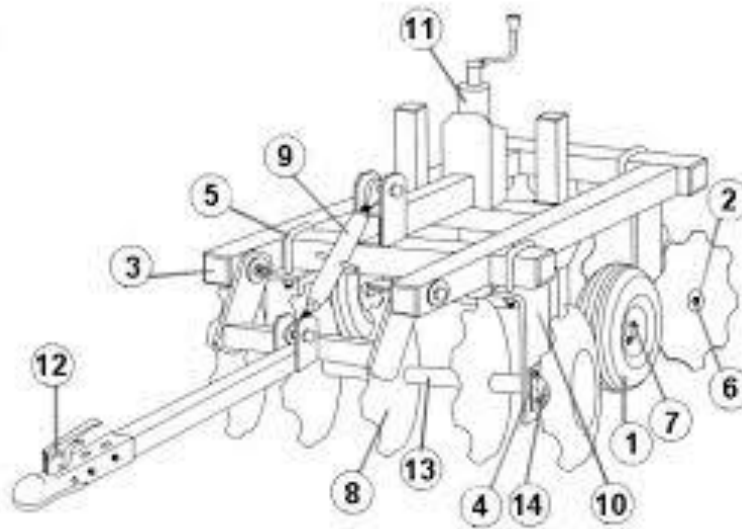


Figura 3 Rastra. (patentados,2007)

- 1) Llanta
- 2) Tuerca
- 3) Cuadro
- 4) Chumaseras
- 5) Abrasadera

- 6) Eje
- 7) Maza de la rueda de traslado
- 8) Disco dentado
- 9) Posicionador
- 10) Soporte de fijación al eje
- 11) Regulador de profundidad
- 12) Tiron
- 13) Separador
- 14) Rodamiento

Implemento Arado:

El arado de discos es un implemento cuya función es cortar e incorporar los residuos vegetales con inversión del suelo por acción del movimiento y la concavidad de los discos que van inclinados en relación con la dirección de avance y que giran solidariamente sobre su propio eje.

Partes del equipo mostradas en la Figura 4 Arado

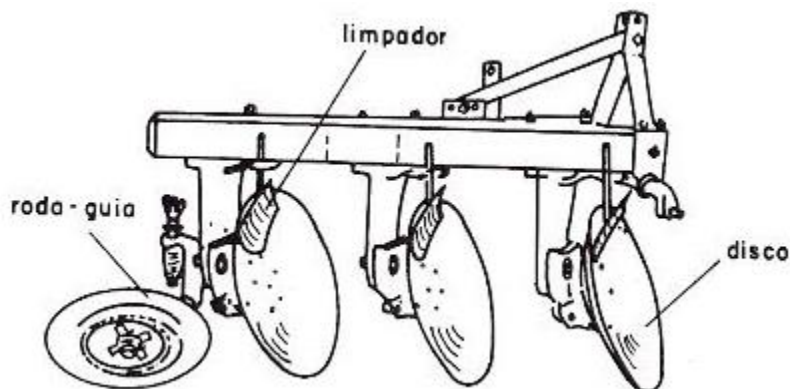


Figura 4 Arado (mecanización agrícola, 2017)

Partes que compones al arado de la Figura 4 Arado

- 1) Anclaje de 3 puntos
- 2) Discos
- 3) Rueda de guía
- 4) Limpiador
- 5) Mazas
- 6) Soportes de fijación a los discos
- 7) Gato hidráulico

- 8) Regulador de profundidad
- 9) Mangueras hidráulicas de alta presión
- 10) Bastidor

De acuerdo al problema que sufren los equipos en la clasificación equipos de mecanismo móvil que se mostró en la Grafica 1 Diagrama de Pareto A, AB, R, DT, DZ (arado, abonadora, rastra, desterronador y desmalezadora) uno de los problemas principales son el quiebre de los rodamientos, por lo tanto, a través de la herramienta de los 5 por que's, se buscara la causa del problema.

¿Por qué se quiebran los rodamientos?	Por la falta de lubricación
¿Por qué les faltaba lubricación a los rodamientos?	Por no saber cuándo lubricarlos
¿Por qué no saben cuándo debería lubricarse?	Por la falta de programación de esas actividades
¿Por qué no se programan las actividades de lubricación?	Por la falta de documentos para la administración.
¿Por qué no existen documentos para la administración?	Por que no se han desarrollado.

Equipos de mecanismos fijos

Se define equipo de mecanismo fijo aquellos en los que su función de trabajo no depende de un diseño articulado ni auxiliado por rodamientos o bujes.

Implemento cultivadora:

Este equipo está compuesto por una serie de cinceles sujetos a las barras de apoyo que se alinean a un determinado ángulo para lograr que entren en la tierra desde 15 hasta 30 centímetros.

Partes del equipo mostradas en la Figura 5 Cultivadora



Figura 5 Cultivadora (Maind Steel Agro, 2020)

- 1) Bastidor
- 2) Anclaje de 3 puntos
- 3) Tornillo de abrazadera
- 4) Tornillos sujetadores de reja
- 5) Rejas

Implemento subsuelo:

Este equipo este compuesto por puntas de alta sujetadas a la barra portaherramientas con la finalidad de entrar en la tierra desde 25 a 40 centímetros de profundidad.

Partes del equipo mostradas en la Figura 6 Subsuelo.

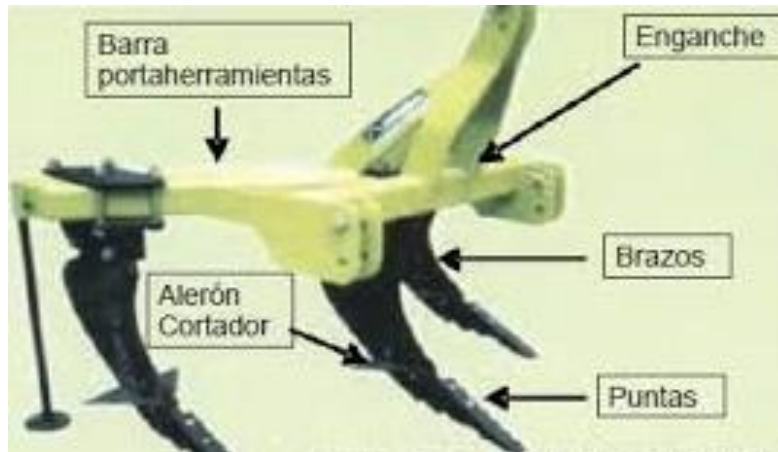


Figura 6 Subsuelo

- 1) Barra portaherramientas
- 2) Enganche
- 3) Brazos
- 4) Puntas
- 5) Cortadores

Después de conocer las generalidades de los implementos de uso común en mecanismos fijos se procedió analizar el problema que afectaba a este grupo, encontrado en la **Grafica 2 Diagrama de Pareto C, SB, AC (cultivadora, subsuelo, acolchadora)** el cual es capado de tornillos.

Se realiza un diagrama de causa y efecto para analizar la falla, se elaboró por medio de una lluvia de ideas creada entre el usuario de uno de los equipos y el mecánico de la agencia.

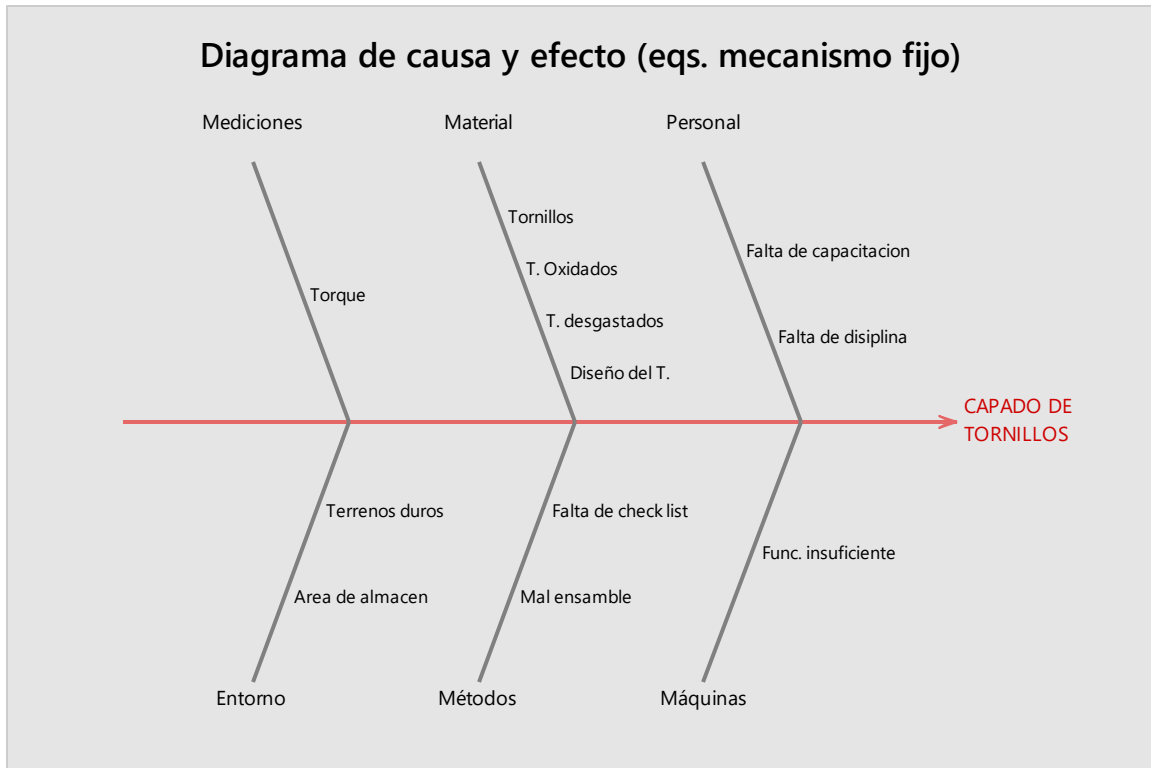


Figura 7 Diagrama causa y efecto

Se creo un cuadro de evaluación para cada causa en un estado general actual

Causa	Insuficiente	Suficiente	Bueno
Capacitación		X	
Disciplina			X
Estado de los tornillos	X		
Torque	X		
Área de almacén		X	
Ensamblado	X		
Edo. De la maquinaria.		X	

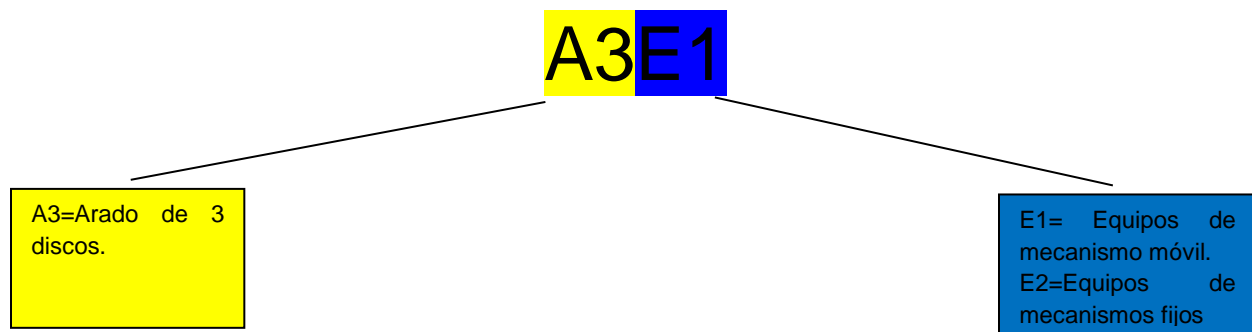
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para comenzar a desarrollar el plan de mantenimiento se optó por codificar cada tipo de implemento con la finalidad de identificarlo a través de una forma corta y eficiente como se muestra en la Tabla 6 códigos para los implementos agrícolas.

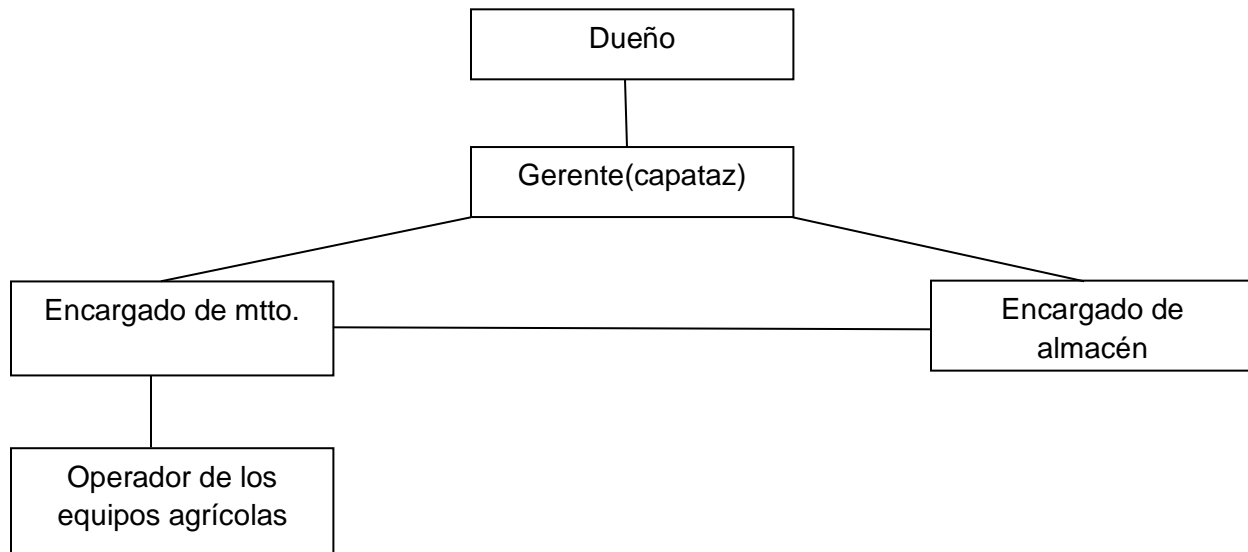
Tabla 6 Códigos para los implementos agrícolas.

Tipo de implemento	Código
Arado (3 discos)	A3E1
Rastra (20 discos)	R20E1
Subsuelo (3 puntas)	S3E2
Subsuelo (5 puntas)	S5E2
Cultivadora (3 cinceles)	C3E2
Cultivadora (5 cinceles)	C5E2
Abonadora	ABE1
Desmalezadora	DME1
Desterronado	DTE1
Acolchadora	ACE2

Interpretación del código



Organigrama para la administración del PMP:



Se realizó la asignación de responsabilidades mostrado en la Tabla 7 que se muestra a continuación.

Tabla 7 Funciones jerárquicas

Puesto jerárquico	Funciones
Dueño	Su función es autorizar y aportar el capital económico para realizar todas las actividades que se requieren.
Gerente	Su función es administrar el recurso monetario, proveer del pago a sus trabajadores, exigir y presentar resultados, Gestionar a su capital humano, realizar negociaciones con clientes y proveedores también es el encargado de realizar las compras de material que se requiere para el correcto funcionamiento de la empresa.
Encargado de mtto.	Su función es mantener los equipos en condiciones óptimas de trabajo, hacer las

	<p>hojas de requisición de herramientas y materiales que requieren los equipos.</p> <p>Llevar el control del plan de mantenimiento preventivo por medio de los formatos digitales y documentos en físico.</p>
Encargado de almacén	<p>Su función es asignar un área específica a los equipos y controlar las entradas y salidas de herramientas, material y equipos</p>
Operador de los equipos agrícolas	<p>Su función es operar los equipos en campo, informar diariamente el estado general de la máquina las horas de trabajo a través de formatos al encargado de mantenimiento.</p>

Formatos y fichas para la administración del PMP.

Tabla 8 Información básica de los equipos

FICHA TECNICA			
Realizado por:		Marca:	
No. de serie:		Código:	
Año:		Ubicación:	
Modelo:		Fabricante:	

Descripción:

- Realizado por: es necesario respaldar la información teniendo al responsable ya que es necesario para futuras aclaraciones ya sea por errores o mala interpretación de la información.
- No. De serie: es una forma de verificar que se trata del equipo indicado en la ficha técnica.
- Modelo: es necesario colocar el modelo del equipo para identificar de forma rápida alguna refacción que se llegara a requerir.

- Año: es importante conocer el año para identificar cuando se tiene que hacer un cambio de equipo.
- Marca: ayuda a limitar la búsqueda entre proveedores de refacciones.
- Código: es la forma abreviada de saber el tipo de implemento al que pertenece y por lo tanto el tipo de mantenimiento que se indica.
- Ubicación: controla el movimiento y beneficia a la ubicación rápida del mismo cuando es requerido.
- Fabricante: al igual que la marca son necesarios para delimitar la demanda de refacciones o especificaciones más específicas de algunos componentes.

Tabla 9 Ficha de servicio de mantenimiento.

FICHA DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO	
Realizado por:	Fecha:
Hora inicio (24 hrs): Hora termino (24 hrs):	Código del equipo:
Actividades realizadas:	
Evidencia (foto)	
Observaciones	

Descripción:

- Realizado por: persona que elaboro el servicio.
- Hora inicio (24 hrs): hora de inicio de las actividades de servicio de mtto.
- Hora termino (24 hrs): hora de termino de las actividades del servicio de mtto.
- Fecha: día en que se realizaron las actividades.
- Código del equipo: código asignado en la codificación de los equipos que se encuentra en la Tabla 6 Códigos para los implementos agrícolas.
- Actividades realizadas: describir las actividades realizada.
- Evidencia: agregar fotografía de las actividades realizadas.
- Observaciones: describir anomalías en los equipos o posible causa de falla futura.

Tabla 10 Registro de insumos.

REGISTRO DE INSUMOS			
Realizado por:		código del equipo:	
Autorizado por:		fecha y hora:	
Cantidad	Descripción	Costo total	Costo real
		TOTAL	

Descripción:

- Realizado por: persona que registro los insumos
- Autorizado por: persona que autoriza y reconoce los insumos utilizados.
- Código del equipo: código asignado en la codificación de los equipos que se encuentra en la Tabla 6 Códigos para los implementos agrícolas.
- Fecha y hora: colocar el día y fecha de la utilización se esos insumos.
- Cantidad: total de insumo utilizado para realizar las actividades de mantenimiento.
- Descripción: nombre del insumo utilizado.
- Costo total: costo neto del insumo
- Costo real: proporción utilizada para realizar las actividades de mantenimiento.
- Total: suma de todos los gastos reales.

Tabla 11 Registro de trabajo.

REGISTROS DE TRABAJO				
Nombre del operador:				fecha:
Código del equipo:				
Fecha	Hora de inicio de trabajo	Hora de termino de trabajo	Horas totales	Observaciones

Descripción:

- Nombre del operador: nombre del encargado que estará trabajando el equipo durante las jornadas de trabajo.
- Código del equipo: código asignado en la codificación de los equipos que se encuentra en la Tabla 6 Códigos para los implementos agrícolas.
- Fecha: día de inicio laboral del equipo.

Después de diseñar todos los documentos que se necesitan para la administración del PMP se definieron las actividades del plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 12 PMP equipos de mecanismo móvil.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Actividad	Acciones	Frecuencia		
		10 horas	50 horas	Anual
Apriete de tornillos	Para apretar correctamente un tornillo, afloje un poco el tornillo o la tuerca y luego vuelva ajustarlo.	X		
Apriete de ejes	Para apretar correctamente la tuerca, afloje un poco la tuerca levante el implemento para que los discos queden al aire y luego vuelva ajustarlo.	X		
Engrase de los rodamientos de los soportes de fijación	Agregue grasa en cantidad moderada, dos o tres bombazos son suficientes.	X		
Revisar las chumaceras por posibles fugas	Si se observan fugas es necesario desmontar las chumaceras para cambiar las felpas.	X		
Engrase de ejes de las ruedas de traslado	Agregue grasa en cantidad moderada, dos o tres bombazos son suficientes, no busque que la grasa salga al exterior por el retenedor, esto dañara el retenedor.		X	
Revisar el diámetro de los discos	Si los discos han perdido 2 in de su diámetro es necesario cambiarlos			X
Realizar una revisión general de la tornillería	Reemplace los tornillos, tuercas, arandelas planas y arandelas de presión que se encuentren en mal estado.			X
Realizar una revisión del resorte tensor y tornillo	Reemplazar de ser necesario.			X

Revisar el estado del cilindro hidráulico y sus mangueras	Revisar el cilindro por posibles fugas, revisar los acoples rápidos y las mangueras, si encuentra fugas remplazarlos inmediatamente.			X
---	--	--	--	---

Tabla 13 PMP Equipos de mecanismo fijo.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Actividad	Acciones	Frecuencia		
		10 horas	50 horas	Anual
Apriete de tornillos	Para apretar correctamente un tornillo, afloje un poco el tornillo o la tuerca y luego vuelva ajustarlo.	X		
Revisar desgaste de las puntas	Recalzar si es desgaste es mayor a 2 in		X	
Revisión general del estado de la tornillería	Reemplace los tornillos, tuercas, arandelas planas y arandelas de presión que se encuentren en mal estado.			X
Revisar el desgaste de las rejas	Tomar acciones de remplazo si las piezas presentan desgaste mayor a 2 in.			X

Asignación de tiempo para cada actividad, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 14 Tiempos predeterminados

Actividad	Tiempo (Minutos)
Apriete de tornillos	10
Apriete de ejes	5
Engrase de los rodamientos de los soportes de fijación	15
Revisar las chumaceras por posibles fugas	5
Engrase de ejes de las ruedas de traslado	60
Revisar el diámetro de los discos	5
Realizar una revisión general de la tornillería	20
Realizar una revisión del resorte tensor y tornillo	5
Revisar el estado del cilindro hidráulico y sus mangueras	5
Revisar desgaste de las puntas	5
Revisar el desgaste de las rejas	5

Políticas de seguridad

Se crearon las políticas de seguridad de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999:

- Reportar al patrón cuando los sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo se encuentren deteriorados, fuera de funcionamiento o bloqueados.
- Utilizar el equipo de protección personal de acuerdo a las instrucciones de uso y mantenimiento proporcionadas por el patrón.
- Usar el cabello corto o recogido, no portar cadenas, anillos, pulseras, mangas sueltas u otros objetos que pudieran ser factor de riesgo durante la operación
- Reportar al patrón cualquier anomalía de la maquinaria y equipo que pueda implicar riesgo
- Utilizar la herramienta específica para cada actividad.

Equipo de protección personal (EPP)

Determinación del EPP para las actividades de mantenimiento:

Primero se realizó un análisis de riesgo mostrado en la siguiente Tabla 15 Análisis de riesgo.

Tabla 15 Análisis de riesgo.

Actividad	Riesgos	Región anatómica
Apriete de tornillos	Golpes Caídas Quemaduras por exposición al sol.	Manos, costillas, cabeza
Apriete de ejes	Lesión en espalda Caídas Moretones Dislocaciones	Espalda, brazos, hombros, piernas
Engrase de los rodamientos de los soportes de fijación	Exposición a sustancias tóxicas o químicas. Golpes Moretones Heridas	Manos, brazos
Revisar las chumaceras por posibles fugas	Lesiones en la espalda	Espalda
Engrase de ejes de las ruedas de traslado	Exposición a sustancias tóxicas o químicas. Golpes	Manos, brazos
Revisar el diámetro de los discos	Heridas	Manos
Realizar una revisión general de la tornillería	Golpes Moretones Heridas Aplastamiento	Manos, brazos, cadera
Realizar una revisión del resorte tensor y tornillo	Moretones Golpes	Manos

Revisar el estado del cilindro hidráulico y sus mangueras	Exposición a sustancias tóxicas y químicas Heridas	Manos, brazos, dedos, ojos
Revisar desgaste de las puntas	Heridas Golpes	Manos, brazos
Revisar el desgaste de las rejas	Heridas Golpes	Manos, brazos

Después de realizar el análisis de riesgo que se muestra en la Tabla 14 análisis de riesgo se determinara el EPP a base de la NOM-017-STPS-2008.

DETERMINACION DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

CLAVE Y REGION ANATOMICA	CLAVE Y EPP	TIPO DE RIESGO EN FUNCION DE LA ACTIVIDAD DEL TRABAJADOR
1) Cabeza	A) Casco contra impacto B) Casco dieléctrico C) Capuchas	A) Golpeado por algo, que sea un posibilidad de riesgo continuo inherente a su actividad. B) Riesgo a una descarga eléctrica (considerar alto o bajo voltaje, los cascos son diferentes). C) Exposición a temperaturas bajas o exposición a partículas. Protección con una capucha que puede ir abajo del casco de protección personal.
2) Ojos y cara	A) Anteojos de protección B) Goggles C) Pantalla facial D) Careta para soldador E) Gafas para soldador	A) Riesgo de proyección de partículas o líquidos. En caso de estar expuesto a radiaciones, se utilizan anteojos de protección contra la radiación. B) Riesgo de exposición a vapores o humos que pudieran irritar los ojos o partículas mayores o a alta velocidad. C) Se utiliza también cuando se expone a la proyección de partículas en procesos tales como esmerilado o procesos similares; para proteger ojos y cara. D) Especifico para procesos de soldadura eléctrica. E) Especifico para procesos con soldadura autógena.
3) Oídos	A) Tapones auditivos B) Conchas acústicas	A) Protección contra riesgo de ruido; de acuerdo al máximo especificado en el producto o por el fabricante. B) Mismo caso del inciso A.
4) Aparato respiratorio	A) Respirador contra partículas B) Respirador contra gases y vapores C) Mascarilla desechable D) Equipo de respiración autónomo	En este tipo de productos es importante verificar las recomendaciones o especificaciones de protección del equipo, hecha por el fabricante del producto. A) Protección contra polvos o partículas en el medio ambiente laboral y que representan un riesgo a la salud del trabajador. B) Protección contra gases y vapores. Considerar que hay diferentes tipos de gases y vapores para los cuales aplican también diferentes tipos de respiradores, incluyendo para gases o vapores tóxicos. C) Mascarilla sencilla de protección contra polvos. D) Se utiliza cuando el trabajador entra a espacios confinados o cuando un respirador no proporciona la protección requerida.
5) Extremidades superiores	A) Guantes contra sustancias químicas B) Guantes dieléctricos C) Guantes contra temperaturas extremas D) Guantes E) Mangas	En este tipo de productos es importante verificar las recomendaciones o especificaciones de los diferentes guantes existentes en el mercado, hecha por el fabricante del producto. Su uso depende de los materiales o actividad a desarrollar. A) Riesgo por exposición o contacto con sustancias químicas corrosivas. B) Protección contra descargas eléctricas. Considerar que son diferentes guantes dependiendo de protección contra alta o baja tensión. C) Riesgo por exposición a temperaturas bajas o altas. D) Hay una gran variedad de guantes: tela, camaza, piel, pvc, látex, entre otros. Dependiendo del tipo de protección que se requiere, actividades expuestas a corte, vidrio, etc. E) Se utilizan cuando es necesario extender la protección de






CLAVE Y REGION ANATOMICA	CLAVE Y EPP	TIPO DE RIESGO EN FUNCION DE LA ACTIVIDAD DEL TRABAJADOR
		los guantes hasta los brazos.
6) Tronco	<p>A) Mandil contra altas temperaturas</p> <p>B) Mandil contra sustancias químicas</p> <p>C) Overol</p> <p>D) Bata</p> <p>E) Ropa contra sustancias peligrosas</p>	<p>A) Riesgo por exposición a altas temperaturas; cuando se puede tener contacto del cuerpo con algo que esté a alta temperatura.</p> <p>B) Riesgo por exposición a sustancias químicas corrosivas; cuando se puede tener contacto del cuerpo con este tipo de sustancias.</p> <p>C) Extensión de la protección en todo el cuerpo por posible exposición a sustancias o temperaturas. Considerar la facilidad de quitarse la ropa lo más pronto posible, cuando se trata de sustancias corrosivas.</p> <p>D) Protección generalmente usada en laboratorios u hospitales.</p> <p>E) Es un equipo de protección personal que protege cuerpo, cabeza, brazos, piernas pies, cubre y protege completamente el cuerpo humano ante la exposición a sustancias altamente tóxicas o corrosivas.</p>
7) Extremidades inferiores	<p>A) Calzado ocupacional</p> <p>B) Calzado contra impactos</p> <p>C) Calzado conductivo</p> <p>D) Calzado dieléctrico</p> <p>E) Calzado contra sustancias químicas</p> <p>F) Polainas</p> <p>G) Botas impermeables</p>	<p>A) Proteger a la persona contra golpes, machacamientos, resbalones, etc.</p> <p>B) Protección mayor que la del inciso anterior contra golpes, que pueden representar un riesgo permanente en función de la actividad desarrollada.</p> <p>C) Protección del trabajador cuando es necesario que se elimine la electricidad estática del trabajador; generalmente usadas en áreas de trabajo con manejo de sustancias explosivas.</p> <p>D) Protección contra descargas eléctricas.</p> <p>E) Protección de los pies cuando hay posibilidad de tener contacto con algunas sustancias químicas. Considerar especificación del fabricante.</p> <p>F) Extensión de la protección que pudiera tenerse con los zapatos exclusivamente.</p> <p>G) Generalmente utilizadas cuando se trabaja en áreas húmedas.</p>
8) Otros	<p>A) Equipo de protección contra caídas de altura</p> <p>B) Equipo para brigadista contra incendio</p>	<p>A) Específico para proteger a trabajadores que desarrollen sus actividades en alturas y entrada a espacios confinados.</p> <p>B) Específico para proteger a los brigadistas contra altas temperaturas y fuego. Hay equipo adicional en función de las actividades rescate a realizar.</p>

Figura 8 Determinación del EPP

Tabla 16 Equipo de protección personal.

PUESTO	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL POR PUESTO DE TRABAJO													
	Encargado de mantenimiento	1				2								
A		B	C	D	A	B	C	D	E	—	—	—	—	
			X		X									
3		4			5									
A		B	A	B	C	A	B	C	D	E	—	—	—	
									x					
6					7							8		
A		B	C	D	E	A	B	C	D	E	F	A	B	
			X			x								






De acuerdo a la Tabla 16 Equipo de protección personal será necesario utilizar el siguiente EPP:


EPP	Imagen
Gorra	
Antojos de protección	
Guantes	
Overol	
Calzado ocupacional	

Herramientas para realizar las actividades de mantenimiento:

Se realizó una lista de herramientas necesarias para realizar todas las actividades de mantenimiento.

Tabla 17 Tipos de herramientas

Tipo de herramienta	Nombre de la herramienta
Herramienta de sujeción: Utilizadas para sujetar piezas.	<ul style="list-style-type: none">• Alicates• Pinzas 
Herramienta de montaje: Estas herramientas son todas aquellas empleadas para apretar o aflojar un objeto.	<ul style="list-style-type: none">• Destornilladores• Llave perica• Llave española• Llave de estrías• Llave stilson• Matraca 
Herramientas de golpe: son utilizadas justamente para golpear algo.	<ul style="list-style-type: none">• Martillos• Mazo 
Herramientas de corte: empleadas justamente para cortar objetos	<ul style="list-style-type: none">• Cinceles• Tijeras 
Herramientas de trazo: empleadas para medir proporciones	<ul style="list-style-type: none">• Flexómetro• Escuadras• Compás• Reglas• Metros 

<p>Herramientas para lubricación: son empleadas para lubricar áreas de fricción el los equipos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inyector • Aceitera 
---	---

Cronograma de actividades

Tabla 18 Cronograma de actividades

Actividades	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Presentación de la empresa.						
Análisis de la problemática de la empresa.						
Documentación de los planes de mantenimiento.						
Aplicación del plan de mantenimiento a cliente.						
Termino de proyecto y entrega de documentos.						

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

12. Resultados

Los resultados se obtuvieron a través de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.

Acciones realizadas:

Inspección de general de los tornillos



Figura 9 Ajuste de tornillos

Engrase de rodamientos



Figura 10 engrase de los rodamientos

Apriete de los ejes



Figura 11 apriete de los ejes

Apriete de tornillos



Figura 12 Apriete de tornillo

Revisión del estado de las mangueras del hidráulico



Figura 13 Revisión de manguera

COSTOS DE MANTENIMIENTO

Se realizó el análisis de costos de mantenimiento correctivo para visualizar la factibilidad en beneficio de aplicar el plan de mantenimiento preventivo.

De acuerdo a la información recabada gracias a la ayuda de la encuesta realizada a 15 clientes se pudo reunir esta información referente a costos de mantenimiento correctivo.

Tabla 19 Costos mantenimiento correctivo (Equipos de mecanismo móvil).

Grupo 1	Tipo de falla	Frecuencia	Frecuencia relativa	Costo de mtto. Correctivo anual (158.4 días/año) (pesos)	Costo de mtto. Correctivo diario(pesos)
Equipos de mecanismo móvil	Quiebre de los rodamientos(baleros)	34	0.2222	3311.11	20.90
	Problemas en el hidráulico	7	0.0458	681.70	4.30
	Capado de tornillos	33	0.2157	3213.73	20.29
	Quiebre de las masas de los discos	1	0.0065	97.39	0.61
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	28	0.1830	2726.80	17.21
	Perdida de potencia	2	0.0131	194.77	1.23
	Desajuste en el regulador de flujo	1	0.0065	97.39	0.61
	Problemas de encendido	1	0.0065	97.39	0.61
	Desgaste rápido de las navajas	1	0.0065	97.39	0.61
	Fractura de los engranes de la transmisión	1	0.0065	97.39	0.61
Total=				10615.03	67.01

Tabla 20 Costos mantenimiento correctivo (Equipos de mecanismo fijo).

Grupo 2	Tipo de falla	Frecuencia	Frecuencia relativa	Costo de mto. Correctivo anual (158.4 días/año) (pesos)	Costo de mto. Correctivo diario(pesos)
Equipo de mecanismo fijo	Capado de tornillos	23	0.1503	2239.87	14.14
	Perdida de potencia	4	0.0261	389.54	2.46
	Problemas en el hidráulico	1	0.0065	97.39	0.61
	Quiebre de los rodamientos(baleros)	6	0.0392	584.31	3.69
	Resequedad y endurecimiento de los rodamientos(baleros)	6	0.0392	584.31	3.69
	Vencido de barras	1	0.0065	97.39	0.61
	Vencido de cinceles	3	0.0196	292.16	1.84
Total=				4284.97	27.05

Los costos de mantenimiento preventivo se calcularon en relación a los insumos necesarios de materia prima y mano de obra de acuerdo a la Tabla 14 Tiempos predeterminados.

Tabla 21 Costos de mantenimiento preventivo (Equipos de mecanismo móvil).

Periodo	Cantidad	Unidades	Descripción	P. unitario (pesos)	P. total (pesos)
Cada 10 horas	35	minutos	Mano de obra	300.00	21.88
	250	Gramos	Grasa multiusos	1365.00	21.32
Cada 50 horas	60	minutos	Mano de obra	300.00	37.50
	250	Gramos	Grasa multiusos	1365.00	21.32
Anual	35	minutos	Mano de obra	300.00	21.88

Tabla 22 Costos de mantenimiento preventivo (equipos de mecanismo fijo).

Periodo	Cantidad	Unidades	Descripción	P. unitario (pesos)	P. total (pesos)
Cada 10 horas	10	Minutos	Mano de obra	300.00	6.25
Cada 50 horas	20	Minutos	Mano de obra	300.00	12.50
Anual	10	Minutos	Mano de obra	300.00	6.25

Después de conocer los costos de mantenimiento correctivo anuales mostrados en la Tabla 19 y 20 y los costos del PMP de las tablas 21 y 22, se realizó una proyección de costos en el mismo periodo de tiempo, presentado en la siguiente Tabla 23 Proyección de costos.

Tabla 23 Proyección de costos.

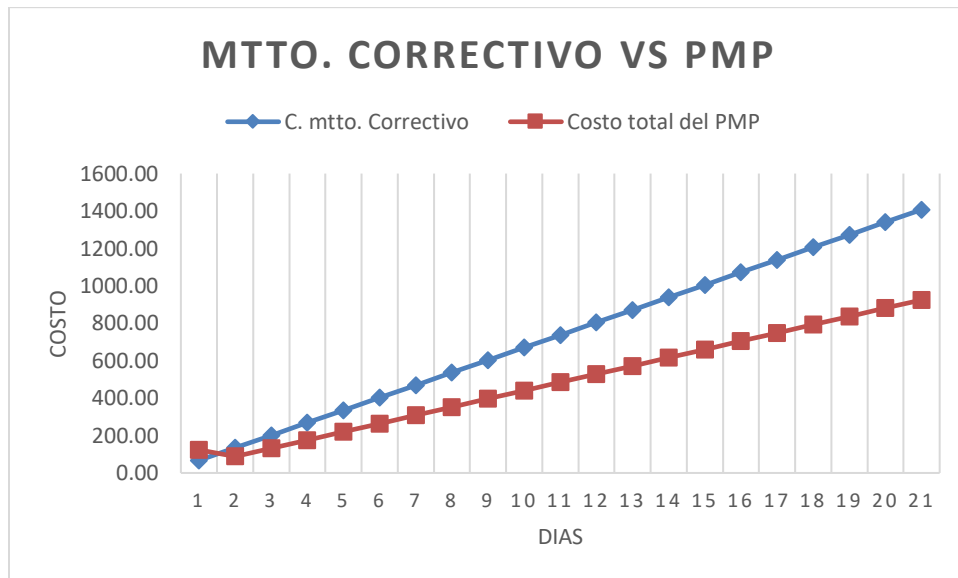
Mantenimiento correctivo Vs Plan de mantenimiento preventivo									
Días	horas lab	C. mtto. Correctivo	PMP C/10 hrs	C. PMP C/10 hrs	PMP C/50 hrs	C. PMP C/50 hrs	PMP ANUAL	C. PMP ANUAL	Costo total del PMP
1	8	67.01	1.00	43.20	1	58.82	1	21.88	123.90
2	16	134.02	1.60	69.12	0.32	18.82	0.0042	0.09	88.03
3	24	201.03	2.40	103.68	0.48	28.23	0.0063	0.14	132.05
4	32	268.04	3.20	138.24	0.64	37.64	0.0084	0.18	176.07
5	40	335.05	4.00	172.80	0.8	47.06	0.0105	0.23	220.09
6	48	402.06	4.80	207.36	0.96	56.47	0.0126	0.28	264.10
7	56	469.07	5.60	242.88	1.12	65.88	0.0147	0.32	309.08
8	64	536.08	6.40	276.48	1.28	75.29	0.0168	0.37	352.14
9	72	603.09	7.20	311.04	1.44	84.70	0.0189	0.41	396.15
10	80	670.10	8.00	345.60	1.6	94.11	0.0210	0.46	440.17
11	88	737.11	8.80	380.16	1.76	103.52	0.0231	0.50	484.19
12	96	804.12	9.60	414.72	1.92	112.93	0.0252	0.55	528.20
13	104	871.13	10.40	449.28	2.08	122.35	0.0273	0.60	572.22
14	112	938.14	11.20	483.84	2.24	131.76	0.0294	0.64	616.24
15	120	1005.15	12.00	518.40	2.4	141.17	0.0315	0.69	660.26
16	128	1072.16	12.80	552.96	2.56	150.58	0.0336	0.73	704.27
17	136	1139.17	13.60	587.52	2.72	159.99	0.0356	0.78	748.29
18	144	1206.18	14.40	622.08	2.88	169.40	0.0377	0.83	792.31
19	152	1273.19	15.20	656.64	3.04	178.81	0.0398	0.87	836.32
20	160	1340.20	16.00	691.20	3.2	188.22	0.0419	0.92	880.34
21	168	1407.21	16.80	725.76	3.36	197.64	0.0440	0.96	924.36

Horas lab: horas laborales se inicia en 8 ya que es el tiempo de una jornada completa al día.

C. mto. Correctivo: costo de mantenimiento correctivo.

PMP: Plan de mantenimiento preventivo.

En la Grafica 4 Mantenimiento correctivo Vs PMP se puede apreciar de mejor manera la información presentada en la Tabla 23 Proyección de costos mostrada anteriormente.



Grafica 4 Mantenimiento correctivo Vs PMP.

En el grafico se puede apreciar que para iniciar el plan de mantenimiento tendrá un costo mayor al mantenimiento correctivo, pero a partir del segundo día los costos se invierten y se comienzan a ver los beneficios del plan de mantenimiento preventivo.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

13. Conclusiones del Proyecto

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos utilizados para la producción agrícola es de gran importancia ya que la mayoría de los productores no gestionan el cuidado de sus equipos lo que les genera altos costos de mantenimiento al solo realizar mantenimientos correctivos cuando el equipo a dejado de funcionar, la implementación de este plan de mantenimiento preventivo promete beneficios a corto plazo ya que a partir de segundo día de la implantación se comenzaran a tener ahorros en mantenimiento y los equipos estarán en mejores condiciones de funcionalidad lo que genera por consecuencia mejor eficiencia al trabajar con ellos.

La agencia Maindsteel Agro tiene poco tiempo en el mercado agrícola por lo que beneficiar a sus clientes productores agrícolas con planes de cuidado para sus equipos mejoraría la imagen de la agencia y le daría al cliente mayor fiabilidad para compras futuras.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

1. Apliqué habilidades de ingeniería para la toma de decisiones utilizando herramientas cualitativas y cuantitativas de análisis de datos para facilitar la comprensión del reporte.
2. Diseñé un plan de mantenimiento preventivo a los implementos agrícolas a través de la investigación y análisis para decidir qué actividades deberían ser programadas para preservar los equipos.
3. Gestioné la organización de una estructura jerárquica para impartir responsabilidades a todas las personas que influyen en el manejo de los equipos.
4. Interpreté recursos financieros para ver áreas de oportunidad de mejora en la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.
5. Apliqué requerimientos de seguridad e higiene para los trabajadores a base de normas oficiales mexicanas en cuestión del EPP y uso de herramientas para en mantenimiento.
6. Apliqué habilidades blandas para la recolección de información ya que era necesario para la recolección de datos.
7. Diseñé formatos para la administración del plan de mantenimiento preventivo y mejorar el control de información.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

15. Fuentes de información

- Albornoz, F. A. (2018). *Propuesta para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria agrícola*. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/45803/3560901543999UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ing. Jorge Manrique Castro, I. E. (s.f.). *Administración moderna de mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicacoes. Brasil.
- LTDA, M. M. (03 de 2019). *Rastra de disco*. Obtenido de Manual de funcionamiento: <http://www.maquinariamontana.com/images/manuales/H622%20624%20626%20628.pdf>

social, S. d. (09 de Diciembre de 2008). *NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.* Obtenido de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-017.pdf>

STPS. (03 de MAYO de 1999). *NORMA Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la.* Obtenido de <http://www.iner.salud.gob.mx/descargas/normatecainterna/MJnormasmexicanas/NOM-004-STPS-1999x31-05-1999.pdf>

CAPÍTULO 9: ANEXOS

NORMA Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.