

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA
AGRÍCOLA PESADA EN LA DIVISIÓN FORESTAL DE LA EMPRESA
CUSTODIAR S.A.**

SERGIO YESID CRISTANCHO MANOSALVA

WILLIAM PINZÓN DAZA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2016

**DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA
AGRÍCOLA PESADA EN LA DIVISIÓN FORESTAL DE LA EMPRESA
CUSTODIAR S.A.**

SERGIO YESID CRISTANCHO MANOSALVA

WILLIAM PINZÓN DAZA

Trabajo de Grado para optar por el título de

INGENIERO MECÁNICO

Director:

**CARLOS BORRAS PINILLA
PhD. Msc Ingeniería Mecánica**

Codirector:

**PEDRO JOSE DIAZ GUERRERO
Ingeniero Mecánico.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2016

DEDICATORIA

A mi padre PEDRO LUIS CRISTANCHO que cada madrugada sale al campo a trabajar para poder hacer realidad este título de Ingeniero Mecánico.

A mi hermosa madre CARMEN CECILIA MANOSALVA que ha estado conmigo en las buenas y en las malas, siempre tan atenta incluso en las largas noches de estudio.

A mi hermano, amigo, ejemplo de vida, FELIPE ANDRÉS CRISTANCHO porque cada cosa que hace es digna de admirar.

A mi ahijado y sobrino MARTIN CRISTANCHO porque su sonrisa inspira felicidad y me transporta a otro mundo y a cada uno de los sobrinos que están en camino que de seguro inspiraran más triunfos en mi vida.

Y a cada una de las personas que han llegado, se han ido y aún están, que para bien o para mal, han hecho de mí un nuevo profesional.

“Haz más de todo aquello que te hace feliz”

SERGIO YESID CRISTANCHO MANOSALVA

DEDICATORIA

A mis padres, PEDRO PINZON y CECILIA DAZA, quienes son mi más grande fuerza para vivir y la razón más fuerte para seguir adelante. Por ser los forjadores para ir a la universidad, y hoy poder escribir estas palabras estando próximo a graduarme de ingeniero mecánico de la UIS, un logro más para mí y mi familia.

A mis hermanos RUBIELA y JOSE ARMANDO quienes son un apoyo fundamental y porque son las personas que dan significado al convivir en familia.

A ANA OLARTE, por ser la mujer que siempre me ha brindado su amistad y ha sido un apoyo grande en el desarrollo de la carrera.

A todas las personas que de una u otra forma fueron el motor y apoyo en el desarrollo de esta carrera.

Finalmente, la mayor dedicación para DIOS, por permitirme cumplir esta meta

William Pinzón Daza

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros padres por el apoyo incondicional en la obtención de este título de ingenieros mecánicos.

Al profesor Carlos Borrás por compartir sus conocimientos y guiarnos en la ejecución de este trabajo, el apoyo incondicional y sus exigencias para presentar un trabajo digno de ingenieros.

Al profesor Pedro Díaz por ser parte de este proyecto como codirector

A la empresa CUSTODIAR S.A. y a su propietario Pedro Restrepo por abrirnos las puertas, brindarnos cada una de las cosas que fueron necesarias para este proyecto y confiar en nuestro criterio como profesionales.

SERGIO CRISTANCHO Y WILLIAM PINZÓN

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	22
1. GENERALIDADES DE CUSTODIAR S.A.	23
1.1 INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA.....	23
1.2 MISIÓN.....	24
1.3 VISIÓN.....	24
1.4 UBICACIÓN.	24
1.5 ORGANIGRAMA.....	26
1.6 PRODUCTOS Y SERVICIOS.....	27
1.6.1 Reforestación.	27
1.6.2 Aserrío.....	27
1.6.3 Ganadería (Bovina y Ovina).....	27
1.6.4 Apicultura.	27
2. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	28
2.2 JUSTIFICACION PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA.....	29
2.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	31
2.3.1 Objetivo General.	31
2.3.2 Objetivos Específicos.	31
3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	33
3.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO.....	33
3.2 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO.	34
3.3 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO.....	36
3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	36
3.4.1 Mantenimiento Correctivo.....	37

3.4.2 Mantenimiento Autónomo.....	37
3.4.4 Mantenimiento Preventivo.....	37
3.4.3 Mantenimiento Predictivo.....	38
3.5 INDICADORES DE GESTION DEL MANTENIMIENTO.....	39
3.5.1 Confiabilidad y Tiempo Medio Para Fallar (TPPF).....	39
3.5.2 Mantenibilidad y Tiempo Promedio para Reparar (TPPR).....	40
3.5.3 Disponibilidad.....	41
3.6 DIAGRAMA DE PARETO.....	41
3.6.1 Usos Recomendados del Diagrama de Pareto.....	42
3.6.2 Cuando se Utiliza un Diagrama de Pareto.....	42
3.6.3 Como se Utiliza un Diagrama de Pareto.....	43
3.7 ANALISIS DE CRITICIDAD.....	44
4. AUDITORIA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO EN CUSTODIAR S.A..	45
4.1 DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	45
4.1.1 Identificación de Aspectos.....	45
4.2 AUDITORIA.....	45
4.3 EVALUACIÓN.....	46
4.4 CUESTIONARIO DE AUDITORIA DE MANTENIMIENTO.....	46
4.5 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA AUDITORIA.....	54
4.5.1 Criticidad de Rutas de Inspección.....	55
4.5.2 Manejo de la Información Sobre Equipos.....	56
4.5.3 Auditoria Sobre el Mantenimiento Actual.....	57
4.5.4 Antecedentes de Costos de Mantención.....	58
4.5.5 Efectividad de la Mantención Actual.....	59
4.6 RECOMENDACIONES.....	60

5. DIAGNÓSTICO, CODIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD.	62
5.1 DIAGNÓSTICO DE LOS EQUIPOS.....	62
5.2 CODIFICACIÓN PARA EQUIPOS.	63
5.2.1 Abreviaturas para la Codificación 1.....	64
5.2.2 Abreviaturas para la Codificación 2.....	64
5.2.3 Zonas de trabajo.	65
5.3 METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE CRITICIDAD.	68
5.3.1 Pasos a Seguir para Determinar la Criticidad.....	68
5.4 METODOLOGIA DE ANÁLISIS DE PARETO.	77
5.4.1 Desarrollo del análisis de Pareto.....	78
6. DISEÑO DE LA DOCUMENTACION PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	82
6.1 MANEJO DE DATOS PARA LA DOCUMENTACIÓN.	82
6.1.1 Aspecto Técnico.....	83
6.1.2 Gestión de mantenimiento.....	83
6.1.3 Mano de obra	83
6.1.4 Costos.	83
6.2 FORMATOS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACION	84
6.2.1 Ficha Técnica de los Equipos.....	85
6.2.2 Hoja de vida.	87
6.2.3 Orden de Trabajo.	88
6.2.4 Ficha de Mantenimiento Preventivo.	90
6.2.5 Ficha de Mantenimiento para Equipos de Alta Complejidad.	91
6.2.6 Cronograma de Mantenimiento Preventivo.	92
7. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA DIVISION FORESTAL DE CUSTODIAR S.A.....	93

7.1 OBJETIVOS DEL SISTEMA DE INFORMACION.	93
8. MANUAL DE USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL AREA FORESTAL PARA CUSTODIAR S.A.	95
9. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO PARA LA DIVISIÓN FORESTAL DE LA EMPRESA CUSTODIAR S.A.	115
9.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN)	115
9.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	116
9.3 PLAZO DE RECUPERACION (PAYBACK).....	117
9.4 ANALISIS DE COSTOS DEL SISTEMA DE INFORMACION.	117
9.4.1 Resultados del análisis de costos para CUSTODIAR S.A.....	119
10. CONCLUSIONES.....	120
11. RECOMENDACIONES.	123
BIBLIOGRAFÍA	124
ANEXOS	125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logo de la empresa CUSTODIAR S.A.....	23
Figura 2. Ubicación de la empresa en la ciudad de Medellin Antioquia	25
Figura 3. Hacienda Principal. Caucasia Antioquia.....	25
Figura 4. Organigrama de la empresa CUSTODIAR S.A.....	26
Figura 5. Abreviatura para Equipos con un Solo Nombre.	64
Figura 6. Abreviatura para Equipos con Más de un Nombre.....	64
Figura 7. Matriz de Criticidad.....	68
Figura 8. Niveles de análisis para evaluar criticidad.....	69
Figura 9. Criterios y rasgos para estimar la consecuencia de falla.	71
Figura 10. Matriz de Frecuencia por Consecuencia de la Falla.....	73
Figura 11. Diagrama de flujo del sistema de información.....	94
Figura 12. Acceso a la base de datos.	95
Figura 13. Login de la base de datos.	96
Figura 14. . Inicio de la base de datos.....	96
Figura 15. Ventana ficha técnica.	97
Figura 16. Ingreso de datos ficha técnica.....	98
Figura 17. Formato de la hoja de vida.....	99
Figura 18. Botón guardar.	100
Figura 19. Formato en blanco ficha técnica.....	100
Figura 20. Búsqueda de la hoja de vida.	101
Figura 21. Formato de entrada de la hoja de vida.....	102
Figura 22. Formato de salida de la hoja de vida.....	103
Figura 23. Disponibilidad.....	104
Figura 24. Matenibilidad.	105
Figura 25. Confiabilidad.	106
Figura 26. Entrada al formato de mantenimiento preventivo.....	107
Figura 27. Cronograma de los equipos.	108
Figura 28. Formato de salida de la ficha de mantenimiento preventivo.	108
Figura 29. Ficha de salida del cronograma de los equipos.	109

Figura 30. Búsqueda de la fichas de recomendaciones de los equipos.....	109
Figura 31. Formato de entrada de las fichas de recomendación de los equipos.	110
Figura 32. Formato de salida de la ficha de recomendación de los equipos.....	111
Figura 33. Motor de búsqueda de las órdenes de trabajo.	112
Figura 34. Formato de entrada de las órdenes de trabajo.	113
Figura 35. . Formato de salida de las órdenes de trabajo.	114

LISTA DE GRAFICAS

Gráfico 1. Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	44
Gráfico 2. Valores Promedio Globales de la Auditoria.	54
Gráfico 3. Detalle Criticidad de Rutas de Inspección.	55
Gráfico 4. Detalle de Manejo de la Información Sobre Equipos.	56
Gráfico 5. Detalle Sobre el Mantenimiento Actual.	57
Gráfico 6. Detalle de Antecedentes de Costos de Mantención	58
Gráfico 7. Detalle efectividad de la mantención actual.	59
Gráfico 8. Representación de los Resultados de la Auditoria en la División Forestal.	60
Gráfico 9. Análisis de Pareto de Costos de Mantenimiento.	81
Gráfico 10. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	119

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tiempo Promedio para Fallar.	40
Ecuación 2. Tiempo Promedio para Reparar.	40
Ecuación 3. Ecuación de Disponibilidad.....	41
Ecuación 4. Ecuación de Criticidad.	72
Ecuación 5. Ecuación de Porcentaje.....	78
Ecuación 6. Valor Actual Neto.....	115

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores Promedio Globales de la Auditoria.	54
Tabla 2. Valores Promedio de Criticidad de Rutas de Inspección.....	55
Tabla 3. Valores Promedio de Manejo de la Información Sobre Equipos.	56
Tabla 4. Valores Promedio Sobre el Mantenimiento Actual.	57
Tabla 5. Valores Promedio Sobre Antecedentes de Mantención.	58
Tabla 6. Valores Promedio Sobre La Efectividad de la Mantención Actual.....	59
Tabla 7. Condición Actual de la Auditoria y Propuestas de Mejora.	61
Tabla 8. Diagnóstico de Equipos.....	63
Tabla 9. Inventario Maquinaria Pesada y Maquinaria Agrícola.	65
Tabla 10. Codificación de áreas de almacenamiento.....	66
Tabla 11. Inventario y Codificación por Zonas de los Activos del Área Forestal. ...	67
Tabla 12. Criterios para estimar la frecuencia.....	70
Tabla 13. Categoría de los impactos de producción.	72
Tabla 14. Resultados de Criticidad de los Activos en el Área Forestal.	76
Tabla 15. Ubicación de los Activos en la Matriz de Criticidad.	77
Tabla 16. Costos de Mantenimiento.....	80
Tabla 17. Porcentaje Acumulado.	80
Tabla 18. Formato de Ficha Técnica de Maquinaria.	86
Tabla 19. Formato de Hoja de Vida.....	87
Tabla 20. Formato de Orden de Trabajo.	89
Tabla 21. Ficha de Mantenimiento Preventivo.	90
Tabla 22. Ficha de Recomendación.....	91
Tabla 23. . Programación de Mantenimiento.....	92
Tabla 24. Inversión del Proyecto	117
Tabla 25. Datos de la Inversión.....	118
Tabla 26. Periodos Mensuales de Flujo de Caja.....	118
Tabla 27. Cálculo VAN, TIR, PAYBACK	118

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. FICHAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS DE LA DIVISIÓN FORESTAL DE CUSTODIAR S.A.	125
ANEXO B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIETO PREVENTIVO	146
ANEXO C. FICHAS DE RECOMENDACIONES	167
ANEXO D. CRONOGRAMAS ANUAL DE MANTENIMIENTO.....	173
ANEXO E. FOTOGRAFIAS DE LA VISITA.	178

GLOSARIO

ACTIVO: Término contable para cualquier recurso que tiene un valor.

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: Es una técnica que permite jerarquizar sistemas y equipos, en función de su impacto, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

ANÁLISIS DE PARETO: Herramienta detector de problemas que permite asignar un orden de prioridades.

CAUCASIA: es un municipio colombiano, localizado en la subregión del Bajo Cauca del departamento de Antioquia.

CONFIABILIDAD: Es la probabilidad de que un equipo o sistemas funcione en un tiempo determinado sin presentar fallas.

FALLA: Terminación de la habilidad de un equipo o sistema para ejecutar una función requerida.

FORESTACIÓN: Aquella actividad que se ocupa de estudiar, fomentar y de gestionar la práctica de las plantaciones, especialmente de los bosques, como lo que son, recursos naturales renovables.

JERARQUIZACIÓN: Ordenamiento de tareas de acuerdo a su prioridad.

MANTENIMIENTO: Todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA AGRÍCOLA PESADA EN LA DIVISIÓN FORESTAL DE LA EMPRESA CUSTODIAR S.A.*

AUTORES:

SERGIO YESID CRISTANCHO MANOSALVA**

WILLIAM PINZON DAZA**

PALABRAS CLAVES:

Mantenimiento Preventivo, Maquinaria Pesada, Maquinaria Agrícola, Criticidad.

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo de tesis tiene como fin diseñar un plan de mantenimiento preventivo de maquinaria pesada y maquinaria agrícola en el área forestal de la empresa CUSTODIAR S.A. realizando un programa informático en ACCESS donde se pondrá consignar información de los activos y sus respectivas actividades de mantenimiento en Caucasia, Antioquia donde se encuentra ubicada la plantación de madera.

En el comienzo de este proyecto como primera instancia para su desarrollo, se hizo una visita técnica donde se tomaron datos e información de cada uno de las maquinas propias de la empresa que intervienen en el proceso de forestación y se tomaron opiniones objetivas de los operarios para poder realizar un inventario de los activos, con su respectivo diagnóstico y análisis de criticidad, donde toda esta información es registrada en un software de ACCESS, para llevar un control de mantenimiento de la maquinaria.

Por medio de un análisis de Pareto se jerarquiza cuáles son los puntos frágiles en el funcionamiento de los activos los cuales se tomaron como foco para realizar el plan de mantenimiento.

Finalmente se realiza protocolos de mantenimiento para los equipos y formatos sobrios para facilidad de los operarios donde se podrá ingresar cada una de las intervenciones que se realicen a los activos y/o si adquieren nueva maquina para el área.

* Proyecto de grado.

**Faculta de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ingeniero Carlos Borrás Pinilla PhD., MSc.

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR HEAVY AGRICULTURAL MACHINERY IN THE FOREST DIVISION OF THE CUSTODIAR S.A COMPANY.*

AUTHORS:

SERGIO YESID CRISTANCHO MANOSALVA **

WILLIAM PINZON DAZA **

KEYWORDS:

Preventive Maintenance, Heavy Machinery, Agricultural Machinery, criticality.

DESCRIPTION:

This thesis designs a preventive maintenance plan for heavy agricultural machinery in the forest division of the CUSTODIAR S.A. Company. Realizing a computer program in ACCESS where will consign assets information and their respective maintenance activities in Caucaasia, Antioquia where is located the plantation wood.

At the beginning of this project as first instance for development, we made a technical visit where we collected information of each machine of the company involved in the process of afforestation and objective opinions of the workers who gave us important information about all situations to happen in forest area where the machines are working and we made an inventory of the assets, diagnosis and critical analysis, where all this information is registered in ACCESS software to take control of the assets of the company.

With a Pareto Analysis we found weak points in the functioning of assets which were taken as a focus for the plan of maintenance.

Finally Protocols for equipment maintenance and formats where the operators can insert the information of each intervention and / or if there is a new machine for controlling maintenance. CUSTODIAR S.A system has to be administered by someone who has knowledge in information systems for keeping the system useful.

* Degree Project.

**Faculty of Physical-Mechanical engineering, Mechanical engineering school, Engineer Carlos Borrás Pinilla PhD. MSc, Project Manager.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de Tesis es un Diseño de Plan de Mantenimiento Preventivo para la Maquinaria Pesada Agrícola utilizada en la División Forestal de la empresa CUSTODIAR S.A. donde su oficina administrativa se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín Antioquia y sus lotes de madera están en el municipio de Caucaasia localizado en la subregión del Bajo Cauca en el departamento de Antioquia en una finca de 2460 hectáreas declaradas reserva de fauna silvestre.

La empresa CUSTODIAR S.A. es sus comienzos trabajaba con la comercialización de especies bovinas y venta de material genético de especies extranjeras, con el paso de los años fueron expandiendo sus mercados agrícolas con especies caprinas, aserríos, áreas de forestación que sirven como alimento para la nueva incursión de la empresa en el área apícola.

Con un constante crecimiento CUSTODIAR S.A ha adquirido equipos pesados con representación en Colombia e importados desde España para el manejo de sus tierras, especialmente en el área forestal, es aquí donde este proyecto está enfocado, ya que la producción de madera depende directamente de la disponibilidad de los equipos los cuales se manejan con mantenimiento correctivo únicamente en caso de falla.

En la visita técnica realizada a la reforestación de madera en el municipio de Caucaasia se tomaron datos, e información de cada uno de los equipos que intervenían en el proceso de forestación desde la germinación de la semilla hasta la etapa de corte, teniendo charlas con los operarios para conocer las fallas frecuentes de presenta la maquinaria y así tener fundamentos para poder realizar el mantenimiento preventivo.

1. GENERALIDADES DE CUSTODIAR S.A.

1.1 INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA.

CUSTODIAR S.A. es una sociedad constituida hace unos 20 años. Su objeto social entre otros es la promoción del sector agropecuario, allí ha desarrollado inicialmente su actividad ganadera y posteriormente la forestal.

La actividad forestal con bosque plantado se desarrolla en plantaciones propias y de terceros, de Acacia y Eucalipto, y cubre toda la cadena forestal, desde vivero hasta extracción. En la actividad ganadera se trabaja con las razas Brahmán, Angus, Senepol y Criollas Colombianas, haciendo selección funcional de las mismas para lograr mejorar su reproducción y producción, empleando siempre tecnologías de punta.

Figura 1. Logo de la empresa CUSTODIAR S.A



Fuente. CUSTODIAR S.A.

1.2 MISIÓN.

- Investigar, mejorar y promover razas y cruzamientos que sean eficientes en el trópico y subtropical.
- Aumentar el potencial productivo de las diferentes razas y adaptación de las mismas mediante sistemas dirigidos de cruzamientos.
- Dar un manejo holístico a los Centros de Producción respetando la “Relación Suelo-Planta-Animal-Humano”
- Investigar y promover sistemas sostenibles de forestación y silvopastoreo

1.3 VISIÓN.

- Ser una Empresa productiva y sostenible basada en el aprovechamiento intensivo pero racional de los recursos Suelo- Planta- Animal.
- Ser una Empresa modelo en el desarrollo y utilización de razas y sus cruza buscando la mayor producción y productividad en el trópico y subtrópico.
- Integrar la investigación pública y privada a los sistemas de producción de la Empresa.

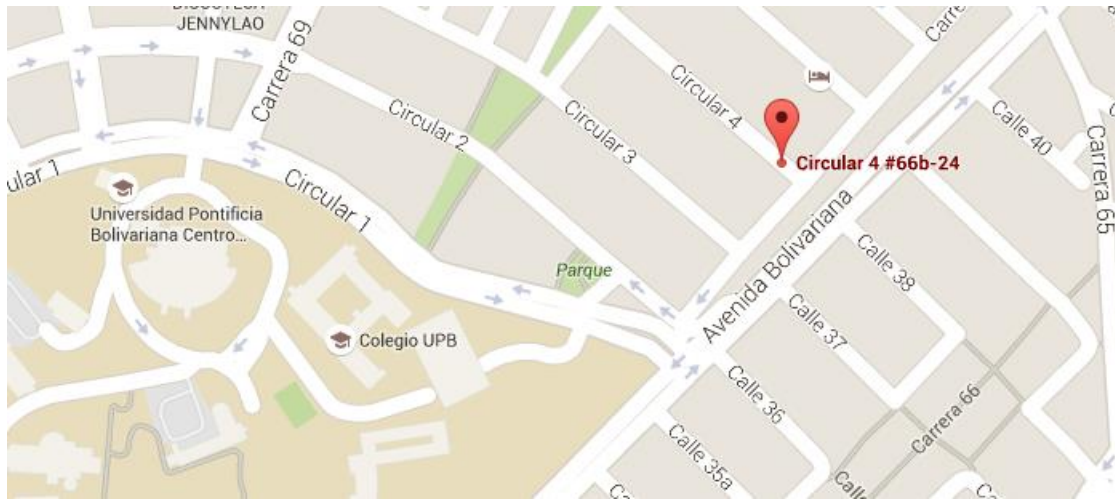
1.4 UBICACIÓN.

La empresa CUSTODIAR S.A esta ubicada en los departamentos de Antioquia y Córdoba, con única oficina en la dirección Circular 4N 66B-24 en la ciudad de Medellín-Colombia.

TEL: +57 (4) 4449442

Email: info@custodiar-sa.com

Figura 2. Ubicación de la empresa en la ciudad de Medellín Antioquia



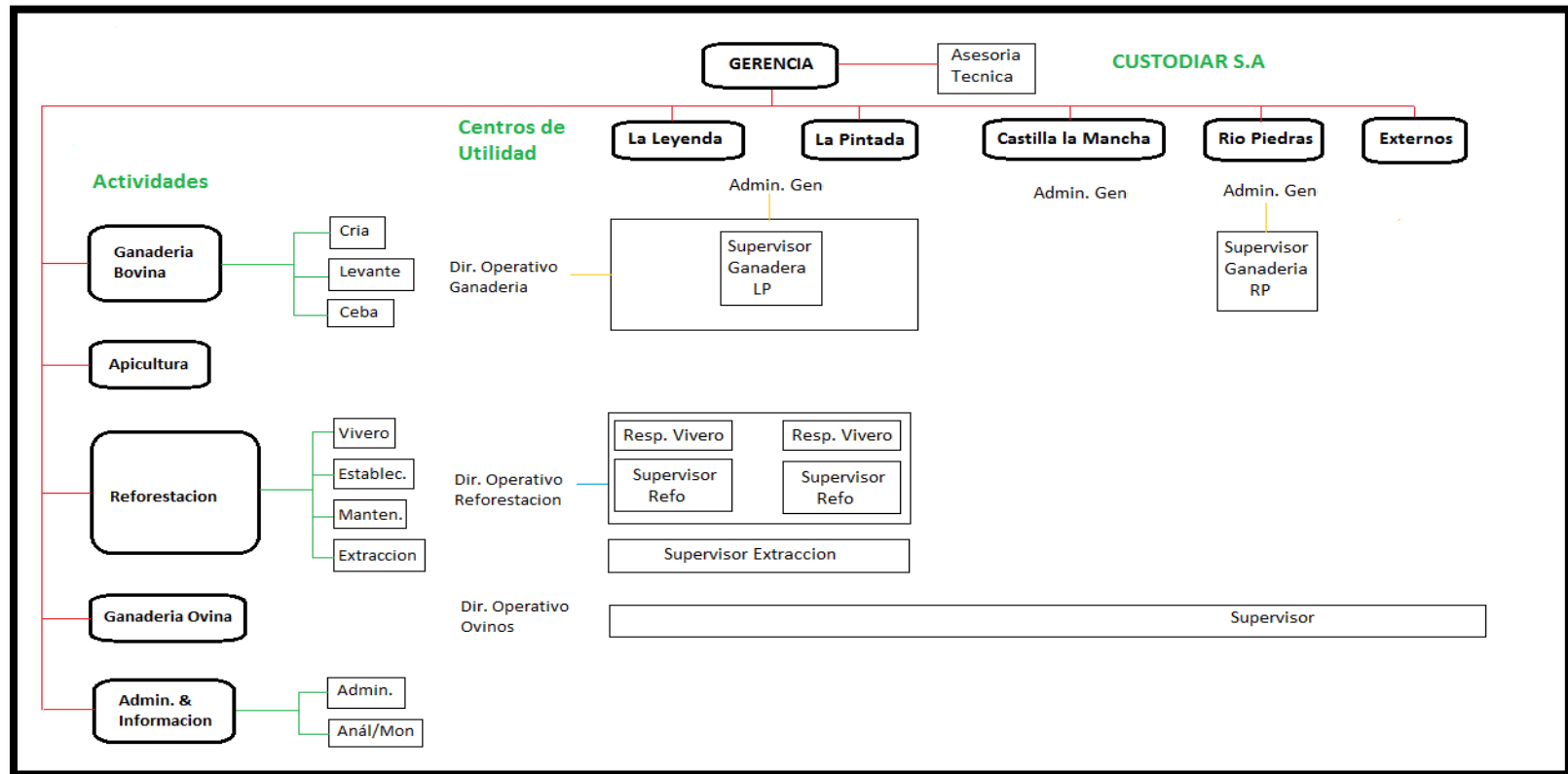
Fuente: <https://www.google.com.co/maps/place/Medellín,+Antioquia,+Colombia/@6.268844,75.6664331>.

Figura 3. Hacienda Principal. Caucaasia Antioquia.



1.5 ORGANIGRAMA.

Figura 4. Organigrama de la empresa CUSTODIAR S.A.



Fuente. CUSTODIAR S.A.

1.6 PRODUCTOS Y SERVICIOS.

1.6.1 Reforestación.

- Madera rolliza.
- Plántulas y semillas (Acacia mangium y Eucalipto).
- Asesoría para toda la cadena forestal: vivero, establecimiento, mantenimiento, extracción, comercialización.

1.6.2 Aserrío.

- Triplex (plywood).
- Estibas de exportación.
- Postes eléctricos y estructurales.
- Estacones.
- Biomasa forestal.

1.6.3 Ganadería (Bovina y Ovina).

- Ganado con alto valor genético. Senepol, Angus, Brahman, Charolais Simmental, Holstein y criollas colombianas.(cría, levantes y reproductores)
- Ganado comercial para carne (levante y cebados)
- Consultoría técnica y de gestión ganadera.
- Ganadería ovina puras como cruzamientos selectivos Dorper, Santa Ines Katadhin, Pelibuey y Camuro.

1.6.4 Apicultura.

- Miel.
- Propóleos.
- Cera.
- Colmenas de madera.
- Jalea real.
- Polen.

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO.

CUSTODIAR S.A es una empresa prácticamente nueva, pero con notable popularidad dentro del sector agropecuario, y cada vez quiere ofrecer nuevos y mejores servicios a sus clientes; aprovechando que Colombia es un país donde sus puntos fuertes principalmente se realizan en el sector primario es decir donde las actividades económicas están relacionadas con los productos naturales o la transformación de estos, CUSTODIAR S.A ha empezado a incursionar en la parte forestal donde se realiza un detallada selección de semilla, y se siembra en una invernadero, una vez tenga el tamaño adecuado son trasladadas al terreno de siembra donde alcanzaran su madurez para el corte.

La implementación de la gestión de mantenimiento en una empresa tiene como objetivo mantener los activos en buen estado para cuando se necesite realizar alguna tarea, es decir que la maquinaria siempre se encuentre a disposición de trabajar. Actualmente la empresa no cuenta con un departamento de mantenimiento, pero sí se realiza, únicamente el mantenimiento correctivo.

CUSTODIAR S.A se encuentra en los departamentos de Córdoba y Antioquia con única oficina en la ciudad de Medellín, ubicada en Circular 4N 66B-24. Esta empresa se dedica al agro, en la sección de ganadería y lo forestal en la que tiene clientes tanto nacionales como internacionales prestados sus servicios y productos.

Esta empresa cuenta con diversos equipos en su totalidad, pero este trabajo es directamente diseñado para la maquinaria que interviene en el proceso de forestación y corte de madera, las cuales podemos nombrar un tractores New Holland, remolques con grúa de industrias Guerra, una retro Hitachi, un tractor de fabricante Ford, un procesador de madera IGSA entre otros activos.

Para estos equipos se debe realizar una auditoría para establecer las insuficiencias, frecuencias y secuencias a las cuales se les realiza su debido mantenimiento, como lubricación, inspección, limpieza, cambios de aceite y refacciones, entre otras.

CUSTODIAR S.A en todo su conjunto no dispone de planes para realizar el debido mantenimiento, ni tampoco poseen una serie de inventarios bien estructurados que permita realizar tomas de materiales de los debidos activos. Por este motivo se propone diseñar un plan de mantenimiento preventivo donde se planeará e implementará una serie de labores para el correcto mantenimiento de la maquinaria y un formato de inventario para tener un mejor control de lo que se tiene.

2.2 JUSTIFICACION PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA.

La empresa CUSTODIAR SA en su división forestal realiza un mantenimiento correctivo, y subcontratan la mayoría de reparaciones, hace aproximadamente un año adquirieron equipos nuevos buscando la automatización de los procesos productivos y el aumento del volumen producido. Actualmente desean aumentar en un 50% el tiempo de operación de las máquinas debido a que la demanda del mercado es creciente, bajo estas condiciones la empresa CUSTODIAR S.A. necesita mejorar su nivel de confiabilidad para garantizar a su clientela el cumplimiento de la metas productivas propuestas. Debido a que la efectividad del proceso productivo depende de la operación normal de los equipos, para CUSTODIAR S.A es necesario desarrollar un proceso de mantenimiento continuo y estructurado para garantizar los niveles de producción demandados por el mercado.

Organizar la gestión de mantenimiento de los equipos es una necesidad productiva, pero también impacta la operación financiera de la empresa, permitiendo proyectar, jerarquizar y planificar los gastos e inversiones necesarios

En que interviene la división forestal de la empresa CUSTODIAR S.A. Además permite llevar un registro de todas las actividades relacionadas con el mantenimiento de cada uno de los equipos a partir del cual se podrá realizar evaluaciones y proyecciones relacionadas con el costo presente y futuro del mantenimiento de cada equipo, facilitando la toma de decisiones como por ejemplo, decidir entre la reparación y la reposición de un equipo en determinado momento, tomando como referencia el impacto económico de cada decisión.

Debido a que los equipos nuevos adquiridos por CUSTODIAR S.A. fueron importados desde España, no existe disponibilidad inmediata de algunos repuestos, por este motivo detectar y hacer seguimiento a los componentes vitales que requieran ser importados o fabricados localmente, permitirá a los encargados del mantenimiento realizar los pedidos a tiempo, impidiendo así paradas de producción prolongadas o en momentos de alta demanda de producción.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo implica la recopilación, análisis y registro de datos, tanto de las recomendaciones del fabricante como de la experiencia adquirida por los operarios a través de la vida del equipo, haciendo de esta información lo suficientemente accesible y clara para que los operarios nuevos o temporales puedan obtener la información técnica y experimental necesaria para el buen desempeño en sus labores, disminuyendo así la dependencia de la empresa con operarios, técnicos y contratistas específicos.

CUSTODIAR S.A. en su planeación estratégica proyecta un crecimiento continuo tanto tecnológica como productivamente motivo por el cual necesita con urgencia empezar a adquirir experiencia en la gestión de mantenimiento de activos, que les permita en un futuro integrar la totalidad de los activos de la empresa en el plan de mantenimiento y avanzar hacia técnicas modernas de mantenimiento, facilitando el cumplimiento de las metas productivas propuestas por la gerencia de la empresa.

2.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO.

2.3.1 Objetivo General.

Contribuir con el desarrollo de la industria forestal en Colombia fortaleciendo la cooperación universidad-industria acorde a la misión de la Universidad Industrial de Santander (UIS) en el desarrollo de proyectos de mutuo beneficio diseñando un plan de mantenimiento preventivo en la división forestal de la empresa CUSTODIAR S.A. dando solución a las crecientes necesidades de productividad, competitividad y sostenibilidad.

2.3.2 Objetivos Específicos.

- Efectuar una auditoria de la gestión de mantenimiento para revisar el estado actual de la división forestal en la empresa CUSTODIAR S.A.
 - ❖ Diseñar los formatos para la orden de trabajo, tarjeta de costos y el registro de actividades de mantenimiento.
 - ❖ Realizar un análisis de criticidad de sus activos que nos permita seleccionar la maquinaria que produce más impactos en la producción.
 - ❖ Elaborar un diagrama de Pareto para visualizar el impacto económico producido por las fallas.

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo que garantice la operación planificada y programada de la sección forestal de la empresa CUSTODIAR S.A. para lo cual se deberá elaborar:
 - ❖ Inventario de los activos
 - ❖ Hojas de vida
 - ❖ Fichas Técnicas

- Implementar la información del plan de mantenimiento preventivo, en un sistema de información basado en la plataforma ACCESS, en base a los siguientes módulos:
 - ❖ Inventario de activos.
 - ❖ Hojas de vida.
 - ❖ Acciones de mantenimiento.
 - ❖ Indicadores de costo.
 - ❖ Fichas técnicas.
 - ❖ Ordenes de trabajo.
 - ❖ Indicadores de gestión.

- Realizar un análisis técnico económico del plan de mantenimiento preventivo propuesto para el empresa CUSTODIAR S.A. a fin de determinar el costo de la implementación asociada a este.

3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA.

3.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO.¹

“Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.”

Una buena gestión del mantenimiento de los activos en una empresa es una actividad rentable porque es la única forma de garantizar la operatividad y confiabilidad en la producción, por lo tanto un departamento de mantenimiento debería tener las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalaciones en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Efectuar un control del estado de los equipos así como de su disponibilidad.
- Realizar los estudios necesarios para reducir el número de averías imprevistas
- En función de los datos históricos disponibles, efectuar una previsión de los repuestos de almacén necesarios.
- Intervenir en los proyectos de modificación de diseño de equipos e instalaciones.
- Llevar a cabo aquellas tareas que implican la modificación o reparación de los equipos o instalaciones.
- Instalación de un equipo nuevo.
- Asesorar a los mandos de producción.
- Velar por el correcto suministro y distribución de energía
- Realizar el seguimiento de los costes de mantenimiento.

¹ GARCIA, S. Organización y gestión integral de mantenimiento, Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2010. Pág. 1.

- Preservación de locales, incluyendo la protección contra incendios.
- Gestión de almacenes.
- Tareas de vigilancia.
- Gestión de residuos y desechos.
- Establecimiento y administración del servicio de limpieza.
- Proveer el adecuado equipamiento al personal de la instalación.

Cuales quiera que sean las responsabilidades asignadas al servicio de mantenimiento, es fundamental para el buen funcionamiento de la empresa que estas estén perfectamente definidas y sus límites de acción y autoridad claramente establecidos.

3.2 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO.

Durante la revolución industrial como consecuencia se empezaron a utilizar términos como competitividad, costos entre otros, así como también se iniciaron trabajos de reparación y a tenerse en cuenta el término de falla, comenzando entender que esto producía paradas en la producción allí se crea la necesidad de controlar estas fallas. Tal fue esta necesidad que para los años 20 ya empezaban a aparecer las primeras estadísticas sobre fallas en motores y aviación.

Por lo cual podemos concluir que la historia del mantenimiento va de la mano con el desarrollo técnico-industria, ya que con las primeras máquinas se empezó a tener la necesidad de las primeras reparaciones. La mayoría de las fallas que se presentaban en ese entonces eran el resultado del abuso o de los grandes esfuerzos a los que eran sometidas las máquinas. En ese entonces el mantenimiento se hacía hasta cuando ya era imposible seguir usando el equipo. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación y producción.

Con la llegada de la primer guerra mundial y de la implementación de una producción en serie, las fabricas pasaron a establecer programas mínimos de producción por lo cual empezaron a sentir la necesidad de crear equipo que pudieran efectuar el mantenimiento de las máquinas de la línea de producción en el menor tiempo posible.

Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento hoy conocido como mantenimiento correctivo. Esta situación se mantuvo hasta la década del año 50.

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos. Esta nueva forma o tendencia de mantenimiento se llamó mantenimiento preventivo.

A partir de 1966 con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento creadas a final del periodo anterior, y que la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento, pasa a desarrollar criterios de predicción de fallas. Visualizando así la optimización de la actuación de los equipo de ejecución del mantenimiento.

Estos criterios fueron conocidos como mantenimiento predictivo los cuales fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento. Como así también hay otros tipos de mantenimiento como el mantenimiento productivo que fue una nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo de la planta.

3.3 IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO.

En la actualidad la industria presenta una serie de retos que obligan a las empresas a tomar medidas para reducir costes, optimizar el consumo de materias primas y personal, estudiar las nuevas técnicas para decidir su implantación o desarrollo, dentro de un programa estratégico acorde a la visión de la empresa, y con la calidad, seguridad y confiabilidad que permita ser competitivos.

La gestión de mantenimiento fundamenta su existencia en la medida que:

- Los equipos tengan un máximo de disponibilidad.
- Se optimicen los costos de mantenimiento.
- Aumente o conserve los niveles de producción
- Mejore la calidad y fiabilidad de la producción.
- Garantice la seguridad del personal.
- Garantice la protección del medio ambiente.

3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO.²

Generalmente la gestión de las actividades de mantenimiento se clasifican en correctivo, autónomo, preventivo y predictivo, el tipo de mantenimiento aplicado depende de diversos factores como el costo por tiempo de inactividad, el costo de la reparación o la importancia del activo en la seguridad del personal.

² GOMEZ, F. Tecnología del mantenimiento industrial. Murcia: Servicio de publicaciones universidad de Murcia, 1998. Pág. 27

3.4.1 Mantenimiento Correctivo.

En este tipo de mantenimiento solo se interviene el equipo en el momento en el que falla, lo cual implica una actitud pasiva frente a la evolución de los equipos. A pesar de que parece una actitud despreocupada, es aplicable cuando el equipo tiene un gemelo o no representa un inconveniente en la cadena productiva ni en los costes de producción y podemos esperar a que falle para su reparación o reposición. Este tipo de mantenimiento se puede presentar en casos de emergencia cuando se presenta un fallo inesperado o planificado cuando el departamento de mantenimiento está preparado para reparar el daño con el mínimo de pérdidas en tiempo y producción.

3.4.2 Mantenimiento Autónomo.

Este tipo de mantenimiento involucra directamente al operario, debido a que este está en permanente contacto con el equipo y puede percibir la evolución del mismo permitiendo predecir y restaurar daños eficientemente. Esto permite un seguimiento continuo y personalizado de los activos, lo cual implica una sólida capacitación de los operarios, pero si no se aplica dentro de un plan estratégico puede generar dependencia de la empresa hacia el trabajador.

3.4.4 Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo pretende reducir al mínimo la probabilidad de fallo mediante unos protocolos de operación y mantenimiento que permitan inspeccionar, y cambiar o reparar los componentes que presenten desgaste o cuyo fallo implicaría un daño mayor, en algunos casos es necesario el reemplazo sistemático de componentes en cada inspección. El mantenimiento preventivo se enfoca en la organización y estructuración de una metodología que permita llevar el control planificado de las actividades de mantenimiento.

El éxito de este tipo de mantenimiento depende de la correcta elección del periodo de inspección. Un periodo demasiado largo conlleva el peligro de la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas, en tanto que un periodo demasiado corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo. El equilibrio se encuentra como solución de compromiso entre los costes procedentes de las inspecciones y los derivados de las averías imprevistas. Si bien los primeros pueden ser suficientemente cuantificados, la evaluación de los segundos no es tarea fácil, por lo que la determinación del punto de equilibrio aludido es difícil y suele ajustarse en función de la propia experiencia.

El inconveniente que presenta este tipo de mantenimiento es que las inspecciones implican el desmontaje de algunos subsistemas de la máquina para poderla inspeccionar completamente lo cual implica un gasto de trabajo y tiempo que es costoso para la empresa por lo cual es fundamental la buena planificación y programación del mismo.

3.4.3 Mantenimiento Predictivo.

También conocido como mantenimiento según condición nace de la necesidad de reducir los costos del mantenimiento preventivo evitando el fallo del activo, para ello se realiza un análisis continuo de las condiciones del activo mediante pruebas tendientes a detectar los indicadores previos a una falla y así predecir y planificar el momento ideal para realizar las reparaciones o sustituciones a que haya lugar. Además permite detectar defectos operacionales que solo se pueden captar cuando el sistema está en operación ampliando así el control sobre las posibles fallas.

Debido a que no existen parámetros ni indicadores que puedan reflejar con exactitud el estado de una máquina el mantenimiento predictivo no tiene un 100% de efectividad, y también se pueden presentar fallas inesperadas, debido a la

incapacidad de monitorear la totalidad de los parámetros y de realizar una inspección continua. Por tal motivo se han desarrollado herramientas tecnológicas que permiten monitorear los parámetros en tiempo real. Este tipo de mantenimiento generalmente se aplica a activos de gran importancia en la cadena productiva porque el costo de su implementación es elevado y solo se justifica cuando el activo es indispensable.

3.5 INDICADORES DE GESTION DEL MANTENIMIENTO.³

Los indicadores de mantenimiento son utilizados por las grandes industrias para identificar oportunidades de mejora, por eso se seleccionan indicadores que ayuden a reducir el costo de gestión teniendo una relación entre el indicador y la producción.

Para poder determinar la función de mantenimiento, se selecciona un número determinado de indicadores. Todos ellos en conjunto pueden indicar cuál es la situación de la gestión de mantenimiento, y a su vez dar a conocer como es su desenvolvimiento en el tiempo.

3.5.1 Confiabilidad y Tiempo Medio Para Fallar (TPPF).

La confiabilidad es uno de los principales atributos que determinan la efectividad de un equipo o sistema. Se define como la probabilidad que un equipo o sistema desempeñe satisfactoriamente la función que se requiere de él, bajo condiciones específicas de operación, durante un periodo determinado.

³ BARRINGER, H PAUL. En Using Reliability Engineering Principles for Improved Process Performance/ or Reliability Engineering Principles, ASME (Ed.). ASME Professional Development Programs, Houston, Tx.; August 4-5, 1997

Es elemental que se deba definir que es un funcionamiento adecuado o lo que significa el fallo de un equipo, de otra forma, no es posible saber con exactitud cuando el equipo o el sistema están trabajando con toda su eficiencia.

Una manera de hallar de forma indirecta el indicador de confiabilidad del activo es el *Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)* que es un valor medio del tiempo para la variable aventurada de la falla. Este indicador mide el tiempo promedio donde la maquina es capaz de funcionar sin interrupciones de trabajo.

El tiempo promedio para fallar se calcula como:

$$TPPF = \frac{CANTIDAD DE HORAS OPERADAS}{NUMERO DE FALLAS}$$

Ecuación 1. Tiempo Promedio para Fallar.

3.5.2 Mantenibilidad y Tiempo Promedio para Reparar (TPPR).

El tiempo promedio para reparar es la medida del tiempo empleado en la reparación de un activo de la empresa. Dicho de otra manera este indicador mide que tan eficiente es la reparación del sistemas una vez entra en falla para volver a su funcionamiento normal, dentro de un periodo de tiempo determinado.

El tiempo promedio para reparar es:

$$TPPR = \frac{CANTIDAD DE HORAS DE FALLA}{NUMERO DE FALLAS}$$

Ecuación 2. Tiempo Promedio para Reparar.

3.5.3 Disponibilidad.

Se definen como la capacidad del equipo o instalación para realizar una función requerida bajo condiciones específicas sobre un periodo de tiempo determinado, asumiendo que los recursos externos son suministrados. Es un indicador determinístico que traduce los resultados de las acciones de mantenimiento a un índice combinado para un equipo o sistema. Se basa en la pregunta, “¿Está disponible el equipo en condiciones de trabajo cuando se le necesita?” Se utiliza el análisis de disponibilidad para determinar una solución que permita establecer los requisitos para la confiabilidad y susceptibilidad de mantenimiento. Es útil para determinar cifras significativas del equipo o sistema en su, como las de frecuencia y tipo de ocurrencia de fallas, posibilidad de reparación y análisis de trabajos de mantenimiento.

La disponibilidad se calcula como:

$$D = \frac{TPPF}{TPPF * TPPR} * 100$$

Ecuación 3. Ecuación de Disponibilidad.

3.6 DIAGRAMA DE PARETO.⁴

El análisis de Pareto es una comparación ordenada y cuantitativa de elementos según su contribución a un determinado efecto. El fin de esta comparación es ordenar estos elementos o factores en categorías: Las “Pocas vitales” (los elementos muy importantes en su contribución y los “Muchos triviales” (los elementos poco importantes). Existen varios criterios de clasificación.

⁴ Pareto. Tomado página web. http://www.gestiopolis.com/recursos_4/docs_ger/diagrama.htm.

Priorización: Identifica los elementos que tiene más peso e importancia dentro del proceso.

Unificación e criterio: Enfoca y dirige el esfuerzo de los elementos del grupo hacia un trabajo o un objetivo común.

Las tablas y los diagramas de Pareto son herramientas de representación utilizar para visualizar el análisis de Pareto el cual facilita el estudio de la fallas en la industrias o empresas comerciales.

3.6.1 Usos Recomendados del Diagrama de Pareto.

- Para identificar oportunidades de mejora.
- Para identificar un producto o un servicio para el análisis para mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas a causa de una forma sistemática.
- Para analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Para evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después).
- Cuando los datos pueden clasificarse en categorías.
- Cuando el rango de categoría es importante.

3.6.2 Cuando se Utiliza un Diagrama de Pareto.

- Al identificar un producto o servicio para el análisis, para mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problema o causas de una forma sistemática.

- Al identificar oportunidades para mejorar.
- Al analizar las diferentes agrupaciones de datos (ejm: por producto, por segmento del mercado, área geográfica, etc.)
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después)
- Cuando los datos pueden clasificarse en categorías
- Cuando el rango de categoría es importante.

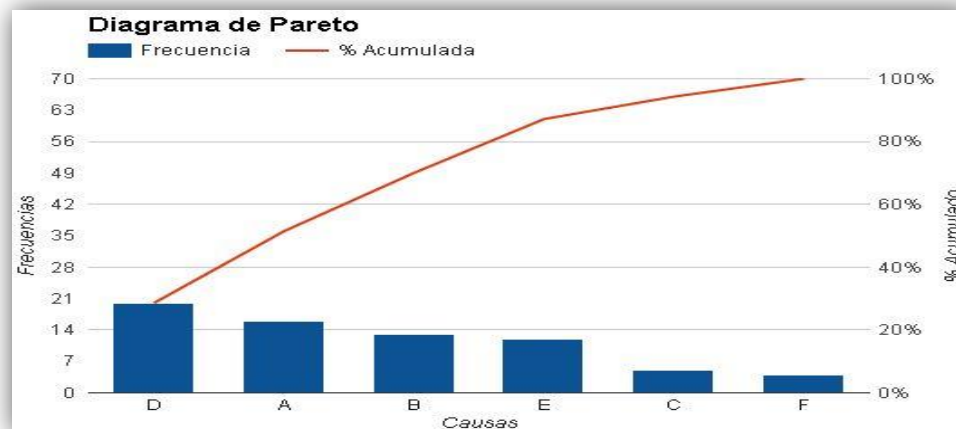
3.6.3 Como se Utiliza un Diagrama de Pareto.

1. Seleccionar categorías lógicas para el tópico de análisis identificado (incluir el periodo de tiempo).
2. Reunir datos. La utilización de un Check List puede ser de mucha ayuda en este paso.
3. Ordenar los datos de la mayor categoría a la menor.
4. Totalizar los datos para todas las categorías.
5. Calcular el porcentaje del total que cada categoría representa.
6. Trazar los ejes horizontales (x) y verticales (y primario - y secundario).
7. Trazar la escala del eje vertical izquierdo para frecuencia (de 0 al total, según se calculó anteriormente), de izquierda a derecha trazar las barras para cada categoría en orden descendente. Si existe una categoría “otros”, debe ser colocada al final, sin importar su valor. Es decir, que no debe tenerse en cuenta al momento de ordenar de mayor a menor la frecuencia de las categorías.
8. Trazar la escala del eje vertical derecho para el porcentaje acumulativo, comenzando por el 0 y hasta el 100%
9. Trazar el gráfico lineal para el porcentaje acumulado, comenzando en la parte superior de la barra de la primera categoría (la más alta).

10. Dar un título al gráfico, agregar las fechas de cuando los datos fueron reunidos y citar la fuente de los datos.

11. Analizar la gráfica para determinar los “pocos vitales”

Gráfico 1. Ejemplo de Diagrama de Pareto.



Fuente. <http://www.gestiopolis.com/recursos/4/docs/ger/diagrama.htm>.

3.7 ANALISIS DE CRITICIDAD.

Análisis de criticidad es una metodología que permite establecer jerarquías de instalaciones, sistemas, equipos, elementos de un equipo. Según la frecuencia de fallas por la severidad de su ocurrencia, sumándoles sus efectos en la producción, daños al personal, impacto ambiental y daños en la instalación.

Además, es un apoyo para la toma de ediciones para administrar esfuerzos en la gestión de mantenimiento, ejecución de proyectos de mejora, rediseños con impacto en la confiabilidad actual y en los riesgos.

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.

4. AUDITORIA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO EN CUSTODIAR S.A.

El proceso de la auditoria se realiza con el fin de evaluar que tan eficientes son los procesos de mantenimiento que se están realizando a los activos de la sección forestal de la empresa CUSTODIAR S.A y en las falencias encontradas realizar las intervenciones necesarias para su buen funcionamiento.

4.1 DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO.

4.1.1 Identificación de Aspectos.

Para la identificación de las preguntas para poder realizar la auditoria de mantenimiento la bibliografía consultada fue “La Auditoría de la Efectividad del Mantenimiento” de Fernando Espinosa Fuentes⁵ de la Universidad de Talca en Chile, el cual presenta una tabla estandarizada por cada aspecto importante a evaluar dentro de la empresa.

4.2 AUDITORIA.

Como se cito en los objetivos específicos, se realizó una auditoria de la empresa CUSTODIAR S.A con el propósito de determinar si el mantenimiento realizado a los activos de la empresa está bien implementados. La auditoría de Fernando Espinosa Fuentes nos ayudará a fortalecer los aspectos donde existen áreas por ser mejoradas para que los servicios prestados y productos ofrecidos sean entregados con calidad y a tiempo. La estructura del proceso de auditoria es.

- ✓ Identificación y caracterización de la empresa.
- ✓ Criticidad de las rutas de inspección.
- ✓ Manejo de la información sobre equipos.
- ✓ Estado del mantenimiento actual.

⁵ ESPINOSA, Fernando. Doctor en Ingeniería Mecánica, contabilidad e equipos mecánicos, Magister en ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Industrial e ingeniero civil mecánico, Académico de la universidad de Talca desde 1997, con diversas publicaciones en revistas de información y tecnologías.

- ✓ Antecedentes de costos de mantenimiento.
- ✓ Efectividad de la mantención actual.

4.3 EVALUACIÓN.

Cada pregunta se valora con un puntaje de 1 cuando la situación es mala o desfavorable, con nota 3 para situaciones regulares o que puedan ser rescatables y con nota 5 cuando esta está bien implementada o cumple con su objetivo, en el momento de aplicar la encuesta.

4.4 CUESTIONARIO DE AUDITORIA DE MANTENIMIENTO.

A. NOMBRE Y CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA.

A1	Nombre de la empresa	CUSTODIAR S.A			
A2	Fecha de la auditoria	15/10/2015			
A3	Nombre del auditor	Sergio Cristancho			
A4	Nombre encargado de Mantención				
A5	Clase de equipamiento y número de equipos involucrados en cada clase	Estándar	Diseño especial	Específico	Total
		20		1	21
A6	Posee Depto. De Mantención	Si → A7			
		No → A10			
A7	Numero de turnos de la jornada				
A8	Número de personal de mantención en cada turno	Primer turno	Segundo turno	Tercer turno	Total
A9	Dependencia del Depto. de Mantención	Jerarq. Propia	Depend. Produc.	Sin Organización.	
A10	Realización de la Mantención	Contratista	Operarios Equipo	Especialistas	No hay mant.
		x			
A11	Como clasifica la Mantención	Correctiva	Preventiva	Sintomática	Otro tipo
		x			
A12	Posee bodega de repuestos	Si → A13			
		No → A14			

A13	Dependencia de la bodega	Mantenión	Producción	Otra
A14	Satisfacción del abastecimiento	Bueno	Regular	Malo
				X

Observaciones y comentarios.

Las operaciones de mantenimiento correctivo son realizadas por mecánicos empíricos de la zona.

B. CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCIÓN.

B1	¿Tiene las áreas de producción separadas por algún criterio?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
B2	¿Tienen identificado por algún código sus equipos?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		
B3	¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		
B4	¿Pueden cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro(s)?	No	Algunos	Si
			3	
B5	¿Tiene un layout de planta que describa e identifique todos los equipos?	No	Parcial	Si
			3	
B6	¿Tiene líneas en paralelo en su sistema de producción?	No		Si
		X		
B7	¿Tiene identificadas las líneas según su criticidad para el proceso?	No	Es única	Si
		X		
B8	¿Algún(os) equipo produce cuello de botella?	No		Si
				X
B9	¿Tiene identificado para cada equipo los riesgos para el operario?	No	Parcialmente	Todos
			3	
B10	¿Sabe cuánto tiempo toma cada proceso de la línea de producción?	No	Parcialmente	Todos
				5

B11	¿Tiene estipulado tiempo estándares para el mantenimiento de equipos?	No	Parcialmente	Todos
			3	
B12	¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantención que puede hacer?	No	Parcialmente	Todos
			3	

Observaciones y comentarios.

Para las incidencias de las fallas es más frecuentes en los filtros de la maquinaria.

El cuello de botella en la producción se produce al no poder sacar la madera desde el bosque a la carretera principal.

C. MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS.

C1	¿Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
C2	¿Posee fichas de inventarios para cada equipo?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		
C3	¿Tiene procedimientos de trabajos de mantención establecidos?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		
C4	¿Posee cada equipo un programa de trabajos de mantención?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
C5	¿Posee registros de las mantenciones para cada equipo?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		
C6	¿Tiene registros de tiempo de cada mantención realizada?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
C7	¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		
C8	¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		
C9	¿Tiene un registro de los implementos usados para la mantención?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		

C10	¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
C11	¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
C12	¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	Ninguno	Parcialmente	Todos
				5
C13	¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
C14	¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	Ninguno	Parcialmente	Completo
		1		
C15	¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	Ninguna	Parcialmente	Completa
		1		

Observaciones y comentarios.

Se posee una buena cantidad de catálogos de la maquinaria utilizada en la sección forestal pero no de todas.

Solo un par de operarios son aptos para el uso de algunas máquinas.

D) ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL.

D1	¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
D2	¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantención?	Ninguno	Parcialmente	Todos
				5
D3	¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diaria?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
D4	¿Se mantiene una bitácora de mantenciones diaria?	Ninguno	Parcialmente	Completa
		1		
D5	¿Se sabe cuánto tiempo se requiere para hacer el diagnostico de una falla?	No	Aproximado	Si
		1		

D6	¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	No	Aproximado	Si
		1		
D7	¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por periodo?	No	Aproximado	Si
			3	
D8	¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar un trabajo?	Ninguno	Parcialmente	Completo
			3	
D9	¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	No	Aproximado	Completo
			3	
D10	¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	Ninguno	Parcialmente	Toda
			3	
D11	¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	Ninguno	Parcialmente	Completo
		1		
D12	¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	Ninguno	Parcialmente	Completo
			3	
D13	¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva la mantención?	No	Aproximado	Si
		1		
D14	¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones?	Ninguno	Parcialmente	Completo
		1		
D15	¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?	No	A veces	Si
		1		

Observaciones y comentarios.

El mantenimiento aplicado es el correctivo, una vez ocurre la falla

E) ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO.

E1	¿Sabe en qué año adquirió cada uno de sus equipos?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
E2	¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus equipos?	Ninguno	Parcialmente	Todos
			3	
E3	¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		
E4	¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos en cada equipo?	No	Parcialmente	Si
			3	
E5	¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantención?	No	Parcialmente	Si
			3	
E6	¿Sabe con exactitud cuál es el costo de perdida de producción por falla?	No	Parcialmente	Si
			3	
E7	¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos a su cargo?	Ninguno	Parcialmente	Todos
		1		
E8	¿Sabe la razón de los costos entre mantenimiento y costo total del producto?	No	Parcialmente	Si
		1		
E9	¿Tiene una relación de cantidad entre personal de mantención y producción?	No	Parcialmente	Si
		1		
E10	¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado?	No	Parcialmente	Si
		1		
E11	¿Lleva un control de gastos de mantención por equipo?	No	Parcialmente	Si
			3	
E12	¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantención por equipo?	No	Parcialmente	Si
		1		
E13	¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad del equipo?	No	Parcialmente	Si
			3	
E14	¿Sabe dónde es más rentable subcontratar que trabajar con recursos propios?	No	Parcialmente	Si
		1		

E15	¿Puede definir las políticas de mantenimiento en base a los costos alternativos?	No	Parcialmente	Si
		1		

Observaciones y comentarios.

Solo algunos costos muy relevantes se tienen.

F) EFECTIVIDAD DE LA MANTENCIÓN ACTUAL.

F1	¿Sabe cuál es la relación entre paros programados y paros imprevistos?	No	Parcialmente	Si
			3	
F2	¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No	Parcialmente	Si
			3	
F3	¿Se lleva un control del estado de avance de las ordenes de trabajo O.T?	No	Parcialmente	Si
		1		
F4	¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T??	No	Parcialmente	Si
		1		
F5	¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo?	No	Parcialmente	Si
		1		
F6	¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo?	No	Parcialmente	Si
			3	
F7	¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo?	No	Parcialmente	Si
				5
F8	¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados?	No	Parcialmente	Si
		1		

F9	¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados?	No	Parcialmente	Si
			3	
F10	¿Cómo es la relación entre la gente de operación y la gente de mantención?	Mala	Regular	Buena
				5
F11	¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia el mantenimiento?	Mala	Regular	Buena
				5
F12	¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con mantenimiento	Mala	Regular	Buena
		1		
F13	¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?	No	Parcialmente	Si
			3	
F14	¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantención?	Bajo	Normal	Alto
			3	
F15	¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para la mantención?	No		Si
		1		
F16	¿Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega?	No		Si
		1		

Observaciones y comentarios.

Como no existe departamento de mantenimiento la calificación se toma como baja.

4.5 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA AUDITORIA.

El valor promedio del conjunto de preguntas para cada aspecto global considerado se presenta en un gráfico, acompañado de una calificación descriptiva. De esta forma el auditor tiene una apreciación relativa de todos los aspectos y los puede comparar. Así, enfoca la atención en aquellos mal calificados y tiene una guía para comenzar a estudiar el detalle del porqué se da esta situación.

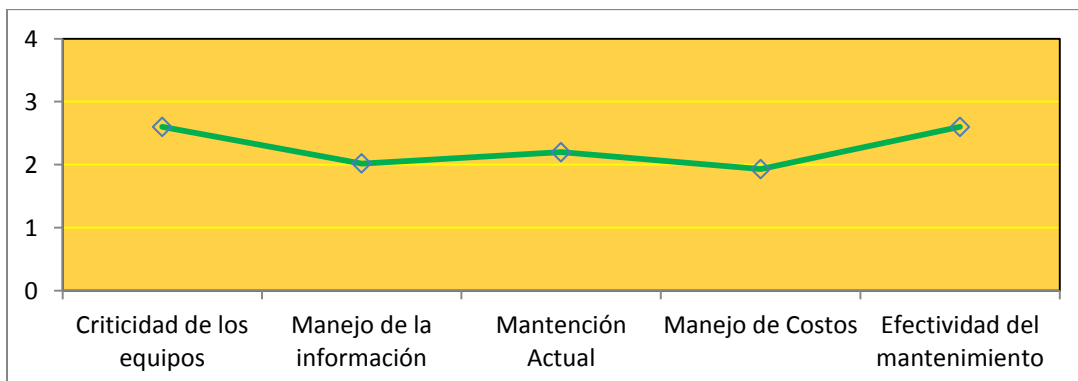
El criterio que se usó para definir la calidad del mantenimiento fue:

- $1.0 \leq \text{puntaje} \leq 1.6$ Aspecto con deficiencias.
- $1.6 < \text{puntaje} \leq 3.3$ Aspecto regular.
- $3.3 < \text{puntaje} \leq 5.0$ Aspecto bien implementado.

Tabla 1. Valores Promedio Globales de la Auditoria.

Aspectos Considerados	Valor	Calificación
Criticidad de los equipos	2.6	Aspecto Regular
Manejo de la información	2.06	Aspecto Regular
Mantención Actual	2.2	Aspecto Regular
Manejo de Costos	1.93	Aspecto Regular
Efectividad del mantenimiento	2.6	Aspecto Regular

Gráfico 2. Valores Promedio Globales de la Auditoria.



4.5.1 Criticidad de Rutas de Inspección.

Tabla 2. Valores Promedio de Criticidad de Rutas de Inspección.

Preguntas	Aspectos Individuales Considerados	Valor	Calificación
B1,B2,B5,B6	Sectorización de la planta	2	Aspecto regular
B3,B4,B7,B8,B9	Criticidad de los equipos	2.6	Aspecto regular
B10,B11,B12	Dimensionamiento de los tiempos de mantención	3.6	Aspecto bien Implementado

Gráfico 3. Detalle Criticidad de Rutas de Inspección.

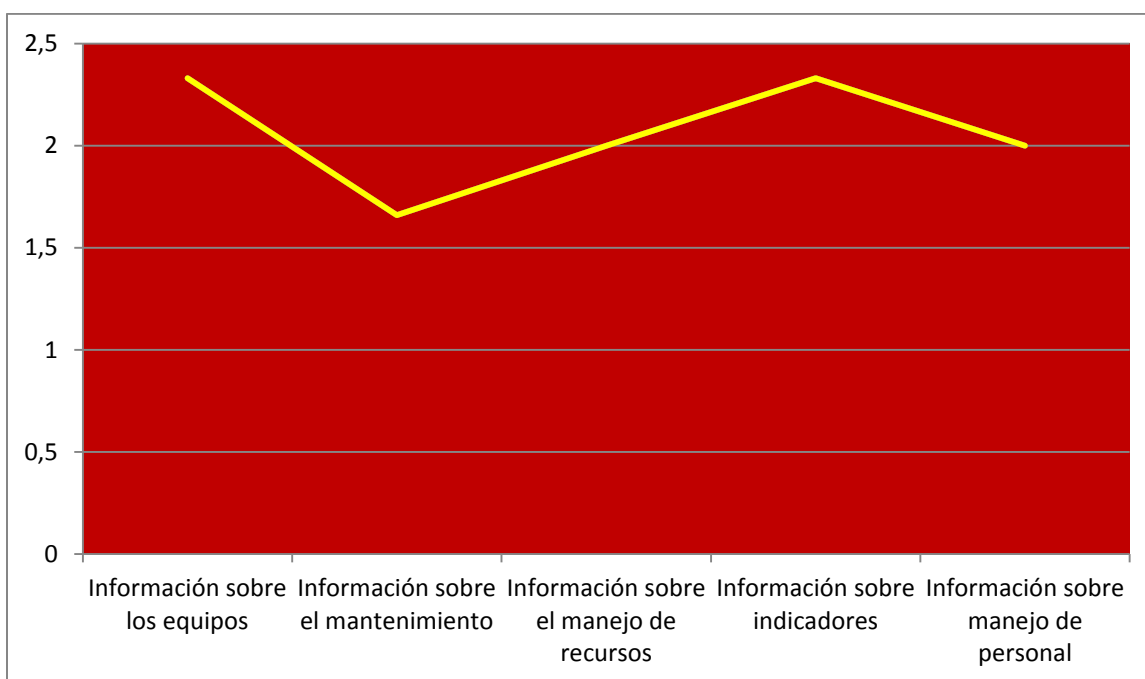


4.5.2 Manejo de la Información Sobre Equipos.

Tabla 3. Valores Promedio de Manejo de la Información Sobre Equipos.

Preguntas	Aspectos Individuales Considerados	Valor	Calificación
C1,C2,C4	Información sobre los equipos	2.33	Aspecto regular
C3,C5,C6	Información sobre el mantenimiento	1.66	Aspecto regular
C7,C8,C9,C12	Información sobre el manejo de recursos	2	Aspecto regular
C10,C11,C15	Información sobre indicadores	2.33	Aspecto regular
C13,C14	Información sobre manejo de personal	2	Aspecto regular

Gráfico 4. Detalle de Manejo de la Información Sobre Equipos.

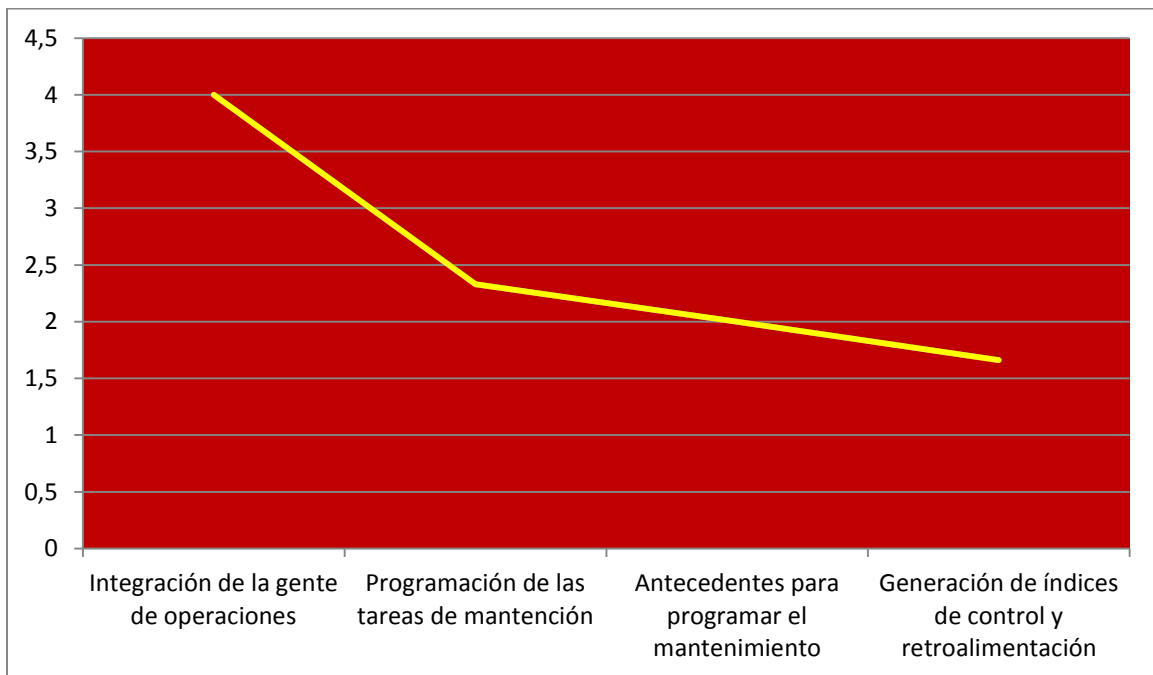


4.5.3 Auditoria Sobre el Mantenimiento Actual.

Tabla 4. Valores Promedio Sobre el Mantenimiento Actual.

Preguntas	Aspectos Individuales Considerados	Valor	Calificación
D1,D2	Integración de la gente de operaciones	4	Aspecto bien Implementado
D3,D4,D10	Programación de las tareas de mantención	2.33	Aspecto regular
D5,D6,D7,D9	Antecedentes para programar el mantenimiento	2	Aspecto regular
D8,D11,D12,D13,D14,D15	Generación de índices de control y retroalimentación	1.66	Aspecto regular

Gráfico 5. Detalle Sobre el Mantenimiento Actual.

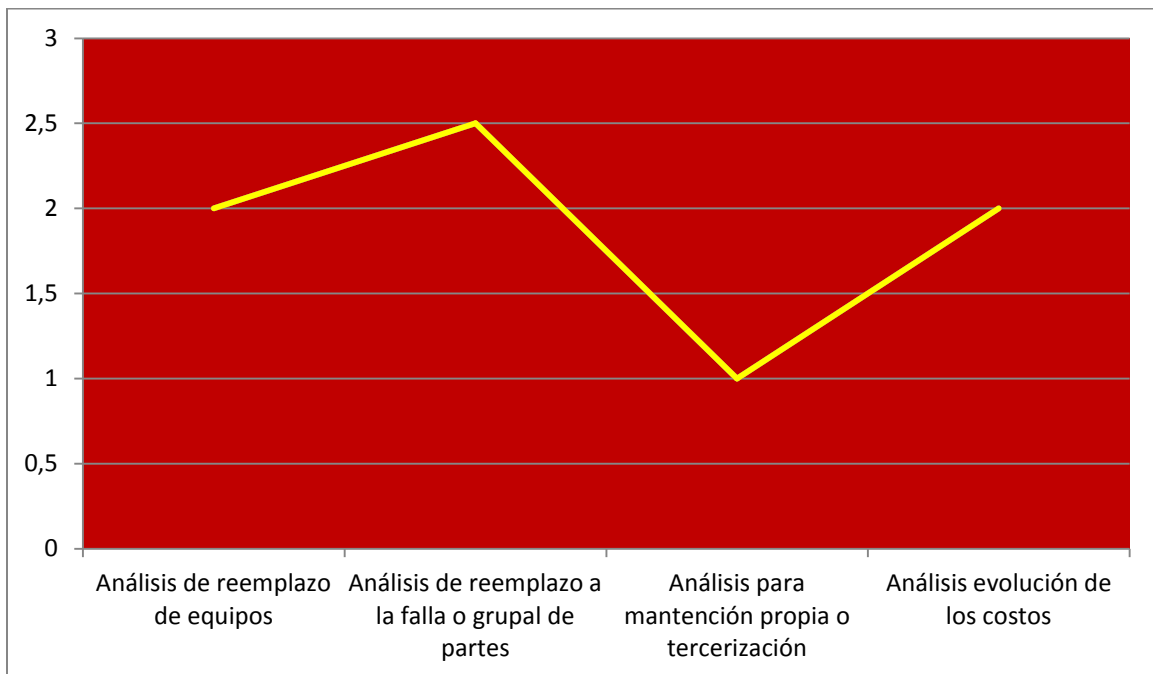


4.5.4 Antecedentes de Costos de Mantenimiento.

Tabla 5. Valores Promedio Sobre Antecedentes de Mantenimiento.

Preguntas	Aspectos Individuales Considerados	Valor	Calificación
E1,E2,E3,E7	Análisis de reemplazo de equipos	2	Aspecto regular
E4,E5,E6,E8	Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes	2.5	Aspecto regular
E9,E14,E15	Análisis para mantenimiento propia o tercerización	1	Aspecto con deficiencias
E10,E11,E12,E13	Análisis evolución de los costos	2	Aspecto regular

Gráfico 6. Detalle de Antecedentes de Costos de Mantenimiento

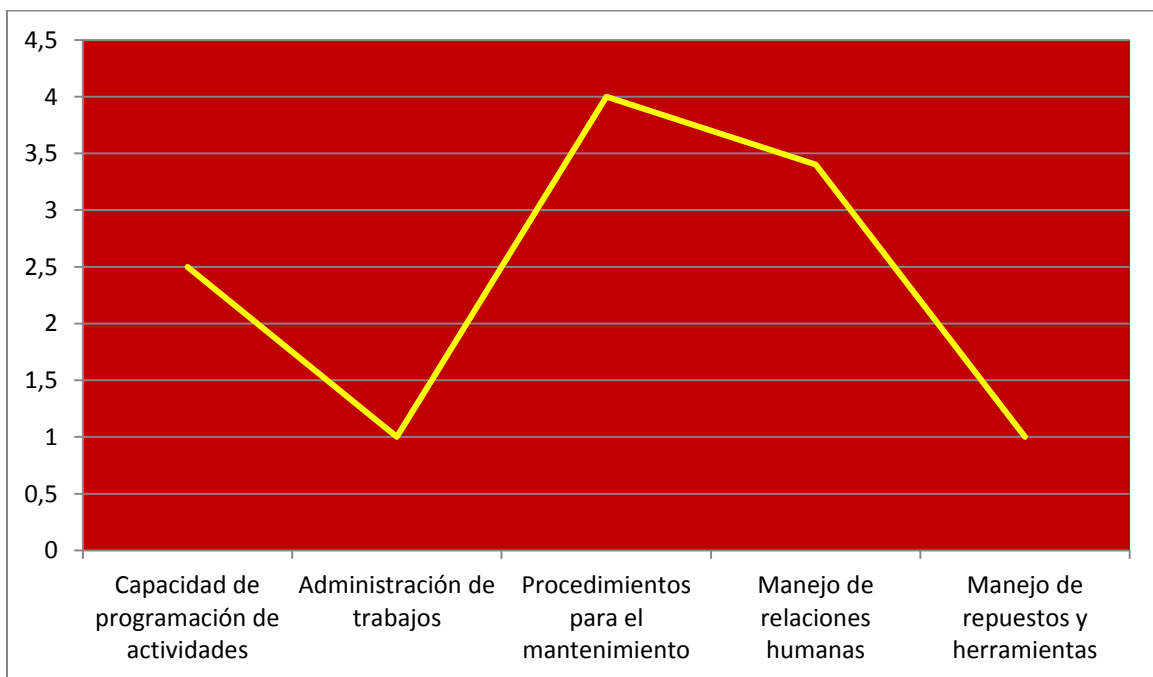


4.5.5 Efectividad de la Mantención Actual.

Tabla 6. Valores Promedio Sobre La Efectividad de la Mantención Actual.

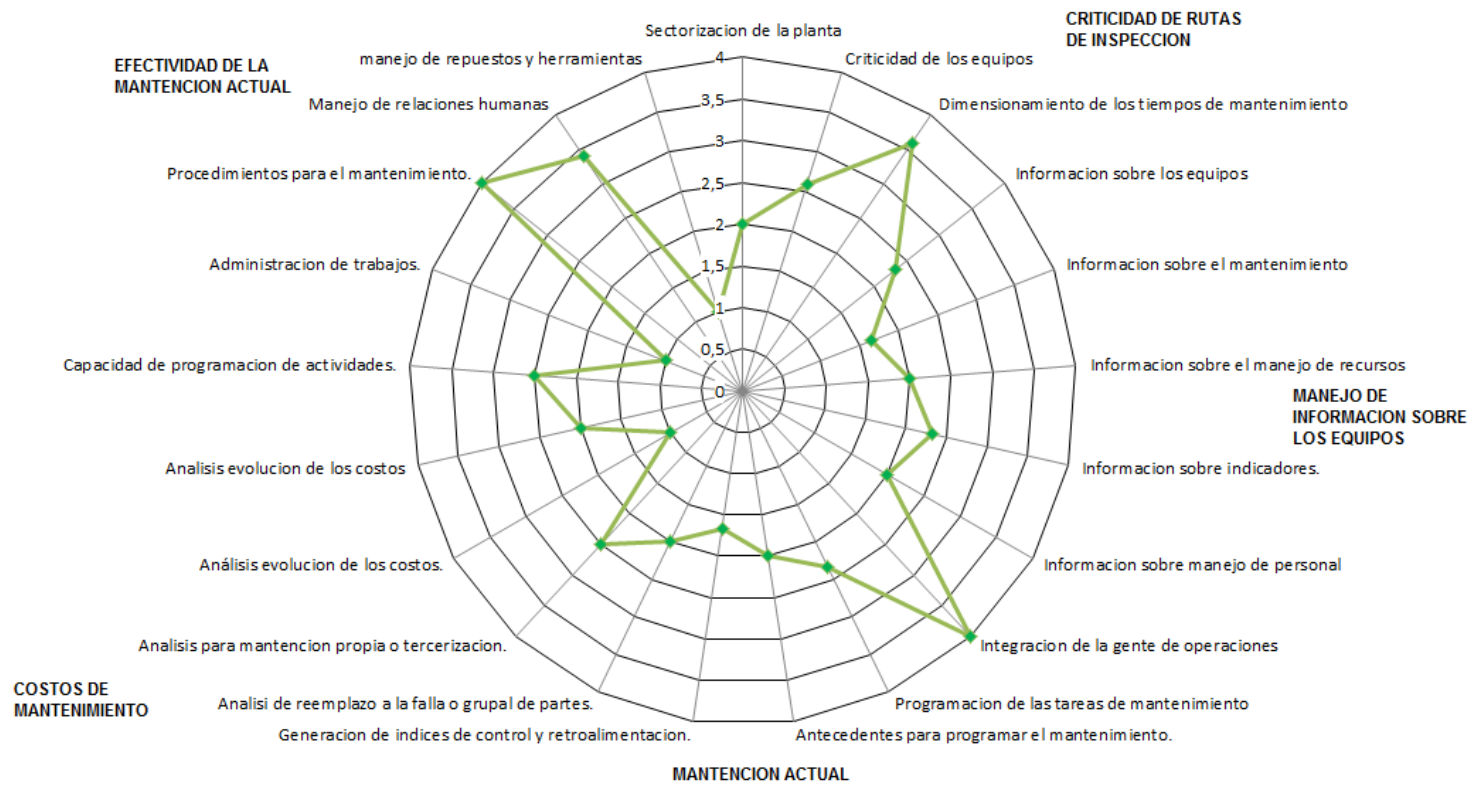
Preguntas	Aspectos Individuales Considerados	Valor	Calificación
F1,F2,F8,F9	Capacidad de programación de actividades	2.5	Aspecto regular
F3,F4,F5	Administración de trabajos	1	Aspecto con deficiencias
F6,F7	Procedimientos para el mantenimiento	4	Aspecto bien Implementado
F10,F11,F12,F13,F14	Manejo de relaciones humanas	3.4	Aspecto bien Implementado
F15,F16	Manejo de repuestos y herramientas	1	Aspecto regular

Gráfico 7. Detalle efectividad de la mantención actual.



4.6 RECOMENDACIONES.

Gráfico 8. Representación de los Resultados de la Auditoría en la División Forestal.



Con la implementación del plan de mantenimiento se quiere como meta elevar los ítems que en la gráfica radial presentan una valoración deficiente, como podemos observar, atacaremos fuertemente la mantención actual, el manejo de la información y criticidad de equipos para los ítems que tiene una buena aceptación se mantendrán en la misma calificación y/o se mejoraran.

Tabla 7. Condición Actual de la Auditoria y Propuestas de Mejora.

	CONDICION ACTUAL	PROPUESTA DE MEJORA
Criticidad de los Equipos.	Esta área de estudio tiene un valor de 2,6 es decir su aspecto es regular, no se tiene lugar específico para el almacenamiento de los equipos, ni control en el tiempo mantenimiento de estos. Solo se maneja mantenimiento correctivo.	Se generará un plan de mantenimiento preventivo con ayuda de los manuales que se poseen de los equipos y se crearan códigos de codificación para los activos con áreas de almacenamiento específica.
Manejo de información sobre los equipos.	La información de los equipos en el área forestal es de carácter regular, ya que los equipos antiguos como tractores y equipo de arado, la información de manual de uso es nula, y no se tiene registro del mantenimiento que se han realizado.	Se crearán formatos y fichas técnicas para tener un mejor control de cada una de las actividades de mantenimiento preventivo y se descargarán manuales de uso y funcionamiento de los equipos que no posean para poder realizar su respectivo mantenimiento preventivo.
Mantención Actual	El área de mantenimiento que es lo más importante para la disponibilidad de los activos en el momento de la producción presenta deficiencias, ya que no se tiene registro de las intervenciones realizadas ni se tiene programación por horas o días de trabajo de cada uno de los activos.	Se harán actividades diarias, semanales mensuales y anuales, para los equipos, para tener una disponibilidad a la hora de la producción y se manejaran indicadores de gestión de mantenimiento para la toma de decisiones, por otro lado se tendrá un programa informático donde cada una de estas actividades e intervenciones serán registradas.
Manejo de Costos	En la parte de manejo de costos la empresa solo dispone que algunas facturas que consideran representativas, aunque tratan de almacenar las facturas no se tiene un orden por maquinaria ni por intervención.	En el formato de orden de reparación se incluirá un espacio donde se podrá registrar los costos de las reparaciones y por quien fue realizada, lo cual permitirá llevar un orden de los costos de las intervenciones.
Efectividad de la Mantención Actual	Las principales falencias de la efectividad del mantenimiento se presentan en la administración y la incapacidad de programaciones de actividades, por lo cual solo optan por el mantenimiento correctivo.	En el programa informático se podrán registrar las órdenes de trabajo con el nombre de la persona que da la autorización y fecha.

5. DIAGNÓSTICO, CODIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

Este capítulo trata en sí de la parte sustancial del diseño del plan de mantenimiento preventivo que será aplicado a la empresa CUSTODIAR S.A, en el cual se estudiarán los equipos que intervienen en la parte de la sección forestal, dentro de los cuales se seleccionarán los equipos que presenten fallas constantemente por medio de un estado de criticidad de estos activos.

Enseguida se hace un estudio general de la sección forestal, para tener una visión global y realizar un diagnóstico general. Para la correcta evaluación de los activos, se es necesario hacer una codificación de estos.

5.1 DIAGNÓSTICO DE LOS EQUIPOS.

Para el diagnóstico de los activos se realizaron visitas técnicas a la ciudad de Cauca, Antioquia con el fin de tomar datos y observar detalladamente cada uno de los equipos para conocer el estado real de estos activos que intervienen en el proceso de forestación, donde se pudo observar el tiempo que se utilizan gracias a la ayuda de los operarios que nos acompañaron en la toma de datos.

Para tener una idea del estado de cada una de las máquinas, se valoró con el criterio de Bueno (B), Regular (R) y Malo (M).

Tabla 8. Diagnóstico de Equipos.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO CUSTODIAR S.A.			
DIAGNOSTICO DE EQUIPOS			
INVENTARIO	EQUIPO	NOTA	OBSERVACIONES
1	Tractor Ford 6100-01	Bueno	Reparacion total
2	Tractor Ford 6100-02	Bueno	Sin observación
3	Tractor Jhon Deere 5M	Malo	Fuera de servicio
4	Tractor New Holland 7610	Bueno	Sin observación
5	Remolque Grua 67A	Bueno	Sin observación
6	Remolque Grua R12	Bueno	Sin observación
7	Retro Hitachi ZX 210	Bueno	Sin observación
8	Maquina Aradora	Bueno	Lubricacion deficiente
9	Cabezal IGSA 6800	Bueno	Sin observación
10	Motosierras Stihl MS 660-01	Regular	Daño de empaques
11	Motosierras Stihl MS 660-02	Bueno	Sin observación
12	Motosierras Stihl MS 660-03	Bueno	Sin observación
13	Motosierras Stihl MS 660-04	Bueno	Sin observación
14	Motosierras Stihl MS 650-05	Bueno	Sin observación
15	Guadaña Stihl FS 250-01	Bueno	Sin observación
16	Guadaña Stihl FS 460-02	Bueno	Sin observación
17	Guadaña Stihl FS 460-03	Bueno	Sin observación
18	Fumigadora RoyalCondor-02	Regular	Taponamineto en la manguera
19	Fumigadora RoyalCondor-01	Bueno	Desgastada
20	Fumigadora Sthil SR 450-01	Bueno	Nuevo
21	Fumigadora Sthil SR 450-02	Bueno	Nuevo

5.2 CODIFICACIÓN PARA EQUIPOS.

Para tener un mejor orden y estudio de cada uno de los activos y/o maquinas se realiza una codificación que permite fácilmente identificarlas por los operarios, esta codificación es útil ya que se lleva un buen orden dentro de la maquinaria que posee la empresa ya que se es difícil el reconocimiento de la maquinaria solo por la marca, nombre, color, etc.

5.2.1 Abreviaturas para la Codificación 1.

La abreviatura para la codificación la tomamos de la siguiente forma

- Las tres primeras letras: Abreviatura del nombre del activo
- Dos dígitos: Consecutivo del equipo
- Dos siguientes letras: Zona donde está ubicado el equipo.

Figura 5. Abreviatura para Equipos con un Solo Nombre.

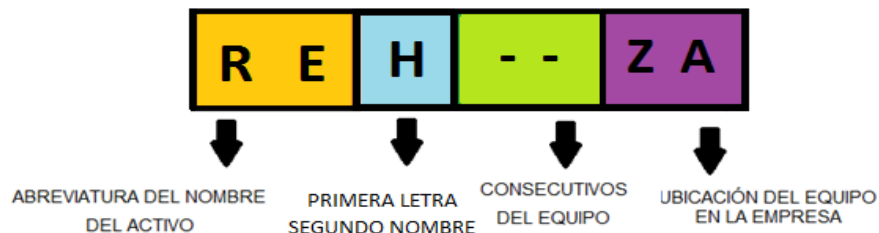


5.2.2 Abreviaturas para la Codificación 2.

La abreviatura para la codificación de equipos que tenga más de un nombre

- La primera sílaba y la inicial de la segunda: Cuando el nombre tiene dos palabras
- Las primera letra de cada palabra: Si tiene tres o más palabras el nombre
- Dos dígitos o guion: Consecutivo del equipo si llegan a repetirse
- Dos siguientes letras: Zona donde está ubicado el equipo.

Figura 6. Abreviatura para Equipos con Más de un Nombre.



Una vez planteada la codificación de los equipos tenemos:

Tabla 9. Inventario Maquinaria Pesada y Maquinaria Agrícola.

INVENTARIO MAQUINARIA PESADA, MAQUINARIA AGRICOLA			LISTA EQUIPOS
Nº	CODIGO	DESCRIPCION-MODELO	MARCA
1	TRF01	Tractor Ford 6100-01	FORD
2	TRF02	Tractor Ford 6100-02	FORD
3	TRJ	Tractor Jhon Deere 5M	JHON DEERE
4	TRN	Tractor New Holland 7610	NEW HOLLAND
5	REG01	Remolque Grua 67A	GUERRA
6	REG02	Remolque Grua R12	GUERRA
7	RETH	Retro Hitachi ZX 210	HITACHI
8	ARA	Maquina Aradora	
9	CAI	Cabecal IGSA 6800	GUERRA
10	MOS01	Motosierras Stihl MS 660-01	STIHL
11	MOS02	Motosierras Stihl MS 660-02	STIHL
12	MOS03	Motosierras Stihl MS 660-03	STIHL
13	MOS04	Motosierras Stihl MS 660-04	STIHL
14	MOS05	Motosierras Stihl MS 650-05	STIHL
15	GUS01	Guadaña Stihl FS 250-01	STIHL
16	GUS02	Guadaña Stihl FS 460-02	STIHL
17	GUS03	Guadaña Stihl FS 460-03	STIHL
18	FUR01	Fumigadora RoyalCondor-02	ROYALCONDOR
19	FUR02	Fumigadora RoyalCondor-01	ROYALCONDOR
20	FUS01	Fumigadora Sthil SR 450-01	STIHL
21	FUS02	Fumigadora Sthil SR 450-02	STIHL

5.2.3 Zonas de trabajo.

Para tener una mejor organización de la maquinaria que se tiene, se eligen zonas para una mejor comodidad, seguridad y buena distribución del espacio. Una vez elegidas las áreas, se genera una abreviatura propia de cada lugar, que se suma a la abreviatura de codificación realizada anteriormente.

Como existe maquinaria pesada que ocupa grandes espacios, por lo general CUSTODIAR. S.A. genera espacios exteriores junto a la hacienda para guardar estos equipos, por otra lado dividiremos las máquinas de corte y los accesorios (cabezal GSA) para una buena organización. Entonces tendremos:

Tabla 10. Codificación de áreas de almacenamiento.

NOMBRE DEL AREA DE ALMACENAMIENTO	ZONA
Maquinaria Pezada (exteriores)	A
Cuarto de Partes Especiales	B
Cuarto de Maquinas de Corte	C

Una vez declarados las zonas donde se almacenarán los equipos, completaremos la codificación y así se podrá tener una mejor organización en cada activo que se tenga.

Tabla 11. Inventario y Codificación por Zonas de los Activos del Área Forestal.

INVENTARIO MAQUINARIA PESADA, MAQUINARIA AGRICOLA			LISTA EQUIPOS
Nº	CODIGO	DESCRIPCION-MODELO	MARCA
1	TRF01-ZA	Tractor Ford 6100-01	FORD
2	TRF02-ZA	Tractor Ford 6100-02	FORD
3	TRJ-ZA	Tractor Jhon Deere 5M	JHON DEERE
4	TRN-ZA	Tractor New Holland 7610	NEW HOLLAND
5	REG01-ZA	Remolque Grua 67A	GUERRA
6	REG02-ZA	Remolque Grua R12	GUERRA
7	RETH-ZA	Retro Hitachi ZX 210	HITACHI
8	ARA-ZA	Maquina Aradora	
9	CAI-ZB	Cabezal IGSA 6800	GUERRA
10	MOS01-ZC	Motosierras Stihl MS 660-01	STIHL
11	MOS02-ZC	Motosierras Stihl MS 660-02	STIHL
12	MOS03-ZC	Motosierras Stihl MS 660-03	STIHL
13	MOS04-ZC	Motosierras Stihl MS 660-04	STIHL
14	MOS05-ZC	Motosierras Stihl MS 650-05	STIHL
15	GUS01-ZC	Guadaña Stihl FS 250-01	STIHL
16	GUS02-ZC	Guadaña Stihl FS 460-02	STIHL
17	GUS03-ZC	Guadaña Stihl FS 460-03	STIHL
18	FUR01-ZC	Fumigadora RoyalCondor-02	ROYALCONDOR
19	FUR02-ZC	Fumigadora RoyalCondor-01	ROYALCONDOR
20	FUS01-ZC	Fumigadora Sthil SR 450-01	STIHL
21	FUS02-ZC	Fumigadora Sthil SR 450-02	STIHL

5.3 METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE CRITICIDAD.

Para conocer la criticidad de los equipos se utilizó una matriz de frecuencia por consecuencia de falla, la matriz tiene una gama de colores los cuales señala con más intensidad los equipos más críticos en el proceso de reforestación. En un eje se representa la frecuencia de las fallas y en otro los impactos o la consecuencia de las fallas en el proceso.

Figura 7. Matriz de Criticidad.



Fuente. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmontadora de algodón.

5.3.1 Pasos a Seguir para Determinar la Criticidad.

La criticidad es un indicador que se da al multiplicar la probabilidad o frecuencia de ocurrencia de una falla por la suma de la consecuencia de la misma.

5.3.1.1 Nivel de Análisis de Criticidad.

Se debe precisar el nivel de profundidad que se quiere hacer en los activos de la empresa según los requerimientos que son: instalación, sistema, equipo o elemento.

Figura 8. Niveles de análisis para evaluar criticidad.



Fuente. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmontadora de algodón.

Información necesaria.

- Relación de las instalaciones (se refiere al tipo de instalaciones).
- Relación de sistema y equipo por instalación (se requiere a diferentes tipos de sistemas y equipos).
- Ubicación (área geográfica, región) y servicio.
- Filosofía de operación de la instalación y equipo.
- Diagramas de Flujo de Proceso (DFP).
- Registros disponibles de eventos no deseados o fallas funcionales.
- Frecuencia de ocurrencia de los eventos no deseados o las fallas consideradas en el análisis.

- Registros de los impactos en producción (% pérdida de producción debido a la falla del elemento, equipo, sistema o instalación en estudio, producción diferida y costos relacionados).
- Registros de los impactos en la seguridad de los procesos.

5.3.1.2 Definir la Criticidad.

La estimación de la frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas se realiza utilizando criterios y rangos preestablecidos:

Estimación de la frecuencia de la falla funcional: Para cada equipo puede existir más de un modo de falla, el más representativo será el de mayor impacto en el proceso o sistema. La frecuencia de ocurrencia del evento se determina por el número de eventos por año.

La siguiente tabla muestra los criterios para estimar la frecuencia.

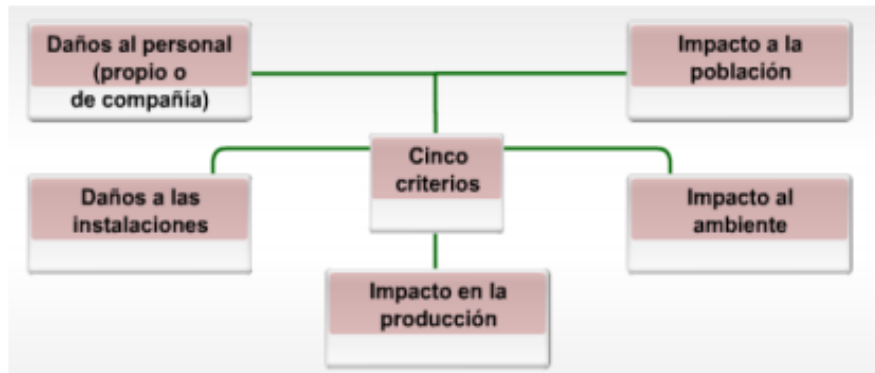
Tabla 12. Criterios para estimar la frecuencia.

Categoría	Tiempo promedio entre fallas TPEF, en años	Número de fallas por año	Interpretación
5	$TPEF < 1$	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.
4	$1 \leq TPEF < 10$	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 años, pero es poco probable que ocurra en 1 año.
3	$10 \leq TPEF < 100$	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 años, pero es poco probable que ocurra en 10 años.
2	$100 \leq TPEF < 1000$	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años, pero es poco probable que ocurra en 100 años.
1	$TPEF \geq 1000$	$0.001 \leq \lambda$	Es poco probable que ocurran en 1000 años.

Fuente. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmontadora de algodón.

Para la estimación de las consecuencias o impactos de la falla, se emplean los siguientes criterios y sus rasgos preestablecidos

Figura 9. Criterios y rasgos para estimar la consecuencia de falla.



Fuente. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmontadora de algodón.

Los daños al personal, impacto a la población y al ambiente serán categorizados considerando los criterios que se indican en la tabla Categoría de los Impactos.

Los Impactos en la Producción (IP) cuantifican las consecuencias que los eventos no deseados generan sobre el negocio. Este criterio se evaluará considerando los siguientes factores: Tiempo Promedio para Reparar (TPPR), Producción Diferida, Costos de Producción, como se explicó en el fundamento teórico para los indicadores de gestión.

Tabla 13. Categoría de los impactos de producción.

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños o enfermedades en al menos un miembro de la población.	Daños irreversibles al ambiente pero que violan regulaciones y leyes ambientales.	De 15 a 50 MM	De 15 a 50 MM
3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	De 5 a 15 MM	De 5 a 15 MM
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
1	Sin impacto en el personal de la planta.	Sin efecto en la población	Sin daños ambientales ni violación de leyes y regulaciones.	Hasta 500 mil	Hasta 500 mil

Fuente. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmontadora de algodón.

El valor ubicado en la columna Categoría se asignara a las consecuencias, y este se empleara para realizar el cálculo del nivel de criticidad. El impacto o consecuencia total de una falla se determina sumando los valores de las categorías correspondientes a cada columna o criterio multiplicado por el valor de la categoría obtenida de la tabla que determina la frecuencia de ocurrencia de falla.

5.3.1.3 Calculo del Nivel de criticidad.

Para conocer el nivel de criticidad de un sistema, maquina, instalación, se debe utilizar la siguiente formula.

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia} \times \textit{Consecuencia}$$

Ecuación 4. Ecuación de Criticidad.

Una vez se tenga los datos de criticidad, se dirige a la matriz de criticidad para encontrar el nivel de criticidad de acuerdo a los valores y jerarquías establecidos.

Figura 10. Matriz de Frecuencia por Consecuencia de la Falla.



Fuente. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmontadora de algodón.

5.3.1.4 Análisis y validación de resultados.

Los resultados obtenidos se deben analizar para poder tomar acciones para minimizar el impacto en la producción.

5.3.1.5 Uso de la metodología de análisis de criticidad. (Ejemplo)

Se realiza el estudio de metodología de criticidad al activo Motosierra Stihl HS 660

- Equipo: Motosierra Stihl HS 660
- Ubicación: Zona de elementos de corte. ZC
- Condiciones operacionales: Madura dura, bosque nativo.
- Filosofía operacional: Motosierra muy potente, resistente y robusta.
Diseñada para trabajos exigentes, como la tabla de madera dura, hasta 90 cm de diámetro de corte.

- Modo de falla representativo: Daño de empaques y las agujas en el carburador, debido a los ambientes pesados en que trabaja, polvo, suciedad etc...
- Frecuencia de ocurrencia: Aproximadamente 1 vez cada seis meses.
- Tiempo de reparación: Uno a dos días si los repuestos se tienen dentro de la empresa.
- Impacto a la población: Sin impacto.
- Impacto ambiental: Sin impacto.
- Impacto de Producción: Perdida de un 9% del corte diario de madera.
- Daños a las instalaciones: Daños en la cadena de corte debido a las pérdidas de potencia.

Selección de los criterios para estimar frecuencia.

Categoría	Tiempo promedio entre fallas TPEF, en años	Número de fallas por año	Interpretación
5	TPEF < 1	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.

Selección de impactos de producción.

En la gráfica de selección de impactos en los equipos se da el valor correspondiente al que se encuentra en la primera columna de la izquierda y después se suman para saber el valor de impacto, Entonces:

$$\text{Impacto: } 2 + 1 + 2 + 1 + 1 = 7$$

Al tener estos valores se suman y se multiplica por la frecuencia de fallas.

$$\text{Nivel de Criticidad: } = 7 \times 5 = 35$$

Ubicación en la Matriz de Criticidad.

Una vez conocido el valor de nivel de criticidad de este activo se busca la posición en la matriz de criticidad.

Frecuencia	5	25	30	35	40	45
	4	20	24	28	32	36
	3	15	18	21	24	27
	2	10	12	14	16	18
	1	5	6	7	8	9
	5	6	7	8	9	

Al ubicar la maquina en la matriz de criticidad el valor de 35 nos da en el área de color amarillo, que como se muestra en la imagen muestra que tiene una criticidad media.

Validación de resultados.

Con ayuda del manual de uso se generan los formatos de mantenimiento con sus respectivas recomendaciones que se guardaran en el sistema informático y así darle un mejor mantenimiento al equipo.

Tabla 14. Resultados de Criticidad de los Activos en el Área Forestal.

N	EQUIPO	FRECUENCIA FALLAS	DAÑOS A LA INSTALACION		IMPACTO EN PRODUCCION		DAÑOS AL PERSONAL	EFECTO POBLACION	IMPACTO AMBIENTAL	CRITICIDAD	NIVEL CRITICIDAD
			RANGO	CATEGORIA	RANGO	CATEGORIA	RANGO	RANGO	RANGO		
1	TRF01-ZA	4	1	0 a 500 mil	2	500 mil a 5MM	2	1	1	28	Bajo
2	TRF02-ZA	4	1	0 a 500 mil	2	500 mil a 5MM	2	1	1	28	Bajo
3	TRJ-ZA	5	1	0 a 500 mil	2	500 mil a 5MM	2	1	1	35	Medio
4	TRN-ZA	5	1	0 a 500 mil	2	500 mil a 5MM	2	1	1	35	Medio
5	REG01-ZA	5	1	0 a 500 mil	3	500 mil a 5MM	1	1	1	35	Medio
6	REG02-ZA	5	1	0 a 500 mil	3	500 mil a 5MM	1	1	1	35	Medio
7	RETH-ZA	5	1	0 a 500 mil	2	500 mil a 5MM	2	1	1	35	Medio
8	ARA-ZA	5	1	1 a 500 mil	2	501 mil a 5MM	2	1	1	35	Medio
9	CAI-ZB	5	1	0 a 500 mil	4	5 MM a 15MM	2	1	2	50	Alto
10	MOS01-ZC	5	1	0 a 500 mil	2	500 mil a 5MM	3	1	1	40	Medio
11	MOS02-ZC	5	1	0 a 500 mil	2	500 mil a 5MM	2	1	2	40	Medio
12	MOS03-ZC	5	1	0 a 500 mil	1	0 a 500 mil	2	1	1	30	Medio
13	MOS04-ZC	5	1	0 a 500 mil	1	0 a 500 mil	1	1	1	25	Bajo
14	MOS05-ZC	5	1	0 a 500 mil	2	500 mil a 5MM	2	1	2	40	Medio
15	GUS01-ZC	5	1	0 a 500 mil	1	0 a 500 mil	3	1	1	35	Medio
16	GUS02-ZC	5	1	0 a 500 mil	1	0 a 500 mil	1	1	2	30	Medio
17	GUS03-ZC	5	1	0 a 500 mil	1	0 a 500 mil	3	1	1	35	Medio
18	FUR01-ZC	5	1	0 a 500 mil	1	0 a 500 mil	1	1	2	30	Medio
19	FUR02-ZC	5	1	0 a 500 mil	1	0 a 500 mil	1	1	2	30	Medio
20	FUS01-ZC	5	1	0 a 500 mil	1	0 a 500 mil	1	1	1	25	Bajo
21	FUS02-ZC	5	1	0 a 500 mil	1	0 a 500 mil	1	1	1	25	Bajo

Teniendo los valores de criticidad nos disponemos a ubicar cada uno de los equipos en la matriz de criticidad con su respectivo color.

Tabla 15. Ubicación de los Activos en la Matriz de Criticidad.

Nº	CÓDIGO	DESCRIPCION-MODELO	MARCA	NIVEL
9	CAI-ZB	Cabezal IGSA 6800	GUERRA	Alto
3	TRJ-ZA	Tractor Jhon Deere 5M	JHON DEERE	Medio
4	TRN-ZA	Tractor New Holland 7610	NEW HOLLAND	Medio
5	REG01-ZA	Remolque Grua 67A	GUERRA	Medio
6	REG02-ZA	Remolque Grua R12	GUERRA	Medio
7	RETH-ZA	Retro Hitachi ZX 210	HITACHI	Medio
8	ARA-ZA	Maquina Aradora		Medio
10	MOS01-ZC	Motosierras Stihl MS 660-01	STIHL	Medio
11	MOS02-ZC	Motosierras Stihl MS 660-02	STIHL	Medio
12	MOS03-ZC	Motosierras Stihl MS 660-03	STIHL	Medio
14	MOS05-ZC	Motosierras Stihl MS 650-05	STIHL	Medio
15	GUS01-ZC	Guadaña Stihl FS 250-01	STIHL	Medio
16	GUS02-ZC	Guadaña Stihl FS 460-02	STIHL	Medio
17	GUS03-ZC	Guadaña Stihl FS 460-03	STIHL	Medio
18	FUR01-ZC	Fumigadora RoyalCondor-02	ROYALCONDOR	Medio
19	FUR02-ZC	Fumigadora RoyalCondor-01	ROYALCONDOR	Medio
1	TRF01-ZA	Tractor Ford 6100-01	FORD	Bajo
2	TRF02-ZA	Tractor Ford 6100-02	FORD	Bajo
13	MOS04-ZC	Motosierras Stihl MS 660-04	STIHL	Bajo
20	FUS01-ZC	Fumigadora Stihl SR 450-01	STIHL	Bajo
21	FUS02-ZC	Fumigadora Stihl SR 450-02	STIHL	Bajo

Podemos ver que el 71.42 % de los equipos tiene una criticidad media, el 23.8 % presenta criticidad baja y el 4.76 % que corresponde al cabezal IGSA de industrias guerra tiene una criticidad alta.

5.4 METODOLOGIA DE ANÁLISIS DE PARETO.

Para realizar el análisis de Pareto a los activos de la empresa CUSTODIAR S.A como se explica en el capítulo 3, se realizaran los siguientes pasos.

- ✓ En la visita técnica se conocieron las fallas de los activos.
- ✓ Se indago para conocer los motivos de estas fallas.
- ✓ Conocer los costos que se tiene en la reparación de los daños de la maquinaria de la empresa.
- ✓ Jerarquizar de mayor a menor en función del impacto de cada una de los activos.
- ✓ Hallar el total de los factores necesitados.
- ✓ Calcular el porcentaje total de los factores tanto el individual.

$$\% = \frac{\textit{Magnitud del factor}}{\textit{Magnitud Total de los Factores}} \times 100$$

Ecuación 5. Ecuación de Porcentaje.

5.4.1 Desarrollo del análisis de Pareto

En el análisis de la maquinaria tenemos que los factores más importantes que se hallaron son:

- Configuración electrónica: Es uno de los problemas que se presenta en los controles electrónicos se desconfiguran generando paradas en el corte de madera debido que los tableros de control no funcionan.
- Cambio de filtros: En los tractores y las retro siempre se debe tener un control en los cambios del filtro tanto de la gasolina como los del aire los filtros nos da la confiabilidad que las maquinas no van a fallar.

- Ajuste de cadena: Para un buen trabajo en el corte de madera las cadenas de cada una de las sierras debe estar bien tensionada y con un buen filo para que el trabajo sea más eficiente.
- Lubricación: Para el funcionamiento de la mayoría de los equipos se necesita tener un buen control en los procesos de lubricación especialmente en las partes móviles, y cambio de aceites cuando estos cumpla su vida de funcionamiento.
- Limpieza: Se conoce que el corte de madera genera aserrín y este es un gran enemigo en las partes hidráulicas de las máquinas, otro problema que se puede generar es suciedad en las bujías de los motores por saturación de los filtros de aire por eso es muy importante generar una buena limpieza de cada uno de los activos que se utilicen en la sección forestal de la empresa.
- Pintura de equipos: No solo el mantenimiento de los equipos es en su parte funcional, también es su parte estética, ya que la pintura no solo muestra una buena apariencia del equipo, sino también los protege del porcentaje de la humedad, corrosión y demás factores que puedan afectarlos.
- Otros: Partes como pernos, tornillos, cambio de refrigerantes en el caso de la retro por falla en el aire acondicionado, agujas de carburador y empaques.

En el transcurso del desarrollo de este proyecto hemos tomado como referencia desde el mes de Octubre del 2015 hasta el mes de Agosto del 2016 para realizar la tabla de costos de mantenimiento y con algunos datos que se tiene registrados de fechas anteriores.

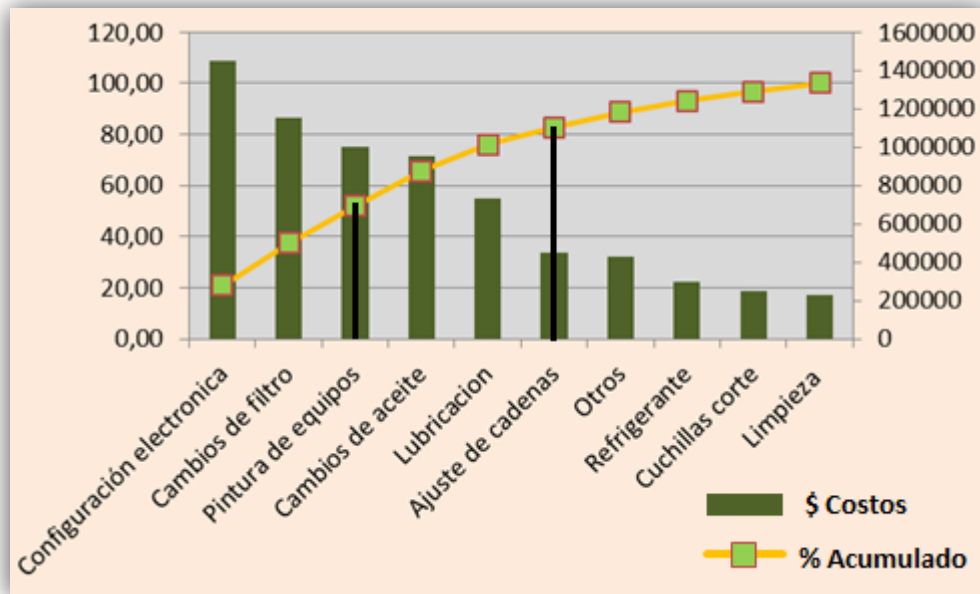
Tabla 16. Costos de Mantenimiento.

FACTORES	COSTOS \$
Configuración electronica	1450000
Cambios de filtro	1150000
Pintura de equipos	1000000
Cambios de aceite	950000
Lubricacion	730000
Ajuste de cadenas	450000
Otros	430000
Refrigerante	300000
Cuchillas corte	250000
Limpieza	230000
TOTAL	6940000

Tabla 17. Porcentaje Acumulado.

FACTORES	COSTOS \$	% ACUMULADO
Configuración electronica	1450000	20,89
Cambios de filtro	1150000	37,46
Pintura de equipos	1000000	51,87
Cambios de aceite	950000	65,56
Lubricacion	730000	76,08
Ajuste de cadenas	450000	82,56
Otros	430000	88,76
Refrigerante	300000	93,08
Cuchillas corte	250000	96,69
Limpieza	230000	100,00

Gráfico 9. Análisis de Pareto de Costos de Mantenimiento.



Como podemos observar los tres primeros criterios se encuentran dentro de la zona A que corresponde a un 30% de los ítems que generan mayores gastos en el área de mantenimiento. En los formatos de mantenimiento se verán reflejados estos puntos críticos en costos, que son los ítems importantes en el mantenimiento para el funcionamiento de los activos en relación con su costo.

6. DISEÑO DE LA DOCUMENTACION PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Con el constante crecimiento de la empresa CUSTODIAR S.A y la incursión en nuevos campos ha nacido la necesidad de crear una base de datos ordenada, como se citó en los objetivos, se diseña la base de datos para la sección forestal de la empresa, en el cual se organizará la documentación básica para poder realizar la gestión de mantenimiento teniendo en cuenta.

- Una buena organización de los datos.
- Tener un control en cada uno de las actividades que se realizan.
- Crear espacios para analizar procesos realizados a los activos.

Cada uno de los formatos tiene los datos más importantes y tendrán una imagen sobria para el fácil diligenciamiento de estos por parte de los operarios, permitiendo llevar un curso ordenado de las gestiones realizadas, direccionando a una mejora continua de los procesos de mantenimiento.

6.1 MANEJO DE DATOS PARA LA DOCUMENTACIÓN.

Para poder crear la base de datos de mantenimiento preventivo, se necesitó recopilar datos y se organizó teniendo en cuenta cuatro aspectos claves en la creación del programa.

- Aspecto Técnico.
- Mano de obra.
- Gestión del mantenimiento.
- Costos.

6.1.1 Aspecto Técnico.

En este aspecto se caracterizan los equipos y se ordena toda la documentación que se tiene de los activos teniendo en cuentas estos aspectos:

- Manuales de operación
- Dimensiones.
- Datos de recepción del equipo.
- Capacidad del equipo.

6.1.2 Gestión de mantenimiento.

Este aspecto está basado en la disponibilidad del activo y los tiempos en que se interviene para realizar el mantenimiento correspondiente.

- Tiempos para el mantenimiento.
- Tiempo de reparación y efecto de las fallas.
- Tiempo entre fallas.
- Paradas de equipos.

6.1.3 Mano de obra.

Este ítem corresponde al personal que realiza la gestión de mantenimiento de los equipos atendiendo las necesidades de la empresa.

6.1.4 Costos.

Este punto corresponde a la suma de todos los costos que se producen cuando se realiza mantenimiento a cada uno de los equipos.

Costos totales:

- Mano de obra propia.
- Subcontratación.
- Trabajos externos.
- Herramientas.
- Repuestos y materiales.
- Costos indirectos.

6.2 FORMATOS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACION DE LOS EQUIPOS.

Para el diseño de los formatos del plan de mantenimiento para la sección forestal de la empresa CUSTODIAR S.A. se tomó como base de organización los cuatro ítems citados anteriormente, los cuales nos ayudó a establecer criterios para tener una buena administración de cada uno de los activos de la sección forestal.

Para el diseño de estos formatos se tomaron como guía formatos utilizados en otros planes de mantenimiento y formatos que se encuentran en la página del SENA, haciendo un nuevo formato personalizado, considerando los aspectos más importantes y pensando en la facilidad de diligenciamiento para los operarios.



Se diseñaron 6 formatos los cuales irán anexados en el programa de mantenimiento para la empresa CUSTODIAR S.A, teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

6.2.1 Ficha Técnica de los Equipos.

Este formato detalla las características naturales del activo, como está compuesto, el funcionamiento, forma y dimensiones de este, para facilitar el reconocimiento del equipo hemos añadido un espacio en el cual se muestra una imagen del activo, lo cual es útil para los operarios.

La ficha técnica es un documento importante, ya que es la carta de presentación de cada uno de los equipos, la característica principal de este formato es que cada persona que pueda leer la ficha técnica pueda saber y reconocer el equipo, su funcionamiento, instalación y características físicas.

Tabla 18. Formato de Ficha Técnica de Maquinaria.

 CUSTODIAR FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	REMOLQUE CON GRUA	CÓDIGO	REG01-ZA
N° DE INVENTARIO	5	DIRECCIÓN	Avenida Benigno Sánchez, s/n, 3
FABRICANTE	Industrias Guerra	TELEFONOS	34 986 58 20 00
PROVEEDOR	Industrias Guerra	UBICACIÓN	Pontevedra, España
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA	Guerra	ALTURA	
MODELO	67 A	ANCHO	
PESO	1310[KG]	LARGO	6,5 [m]
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Diseñado según norma "DIN 15018" clase H1-B4. 4 cilindros de giro y doble cremallera. Sistema de giro piñón-cremallera en baño de aceite con rodamiento axial. Estructura granallada, imprimación de dos componentes y dos capas de pintura. Preinstalación para accesorios en punta (4 funciones).</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Presion maxima d etrabajo:210[bar] Angulo de rotacion: 427 O capacidad maxima de elevacion:63,3 [kNm] Momento de giro bruto: 22,6</p>			
<p>OBSERVACIONES: Fue directamente comprada en España, no tiene representacion en Colombia</p>			

6.2.2 Hoja de vida.

Este formato sirve para llevar un historial de cada uno de los mantenimiento que se le han realizado al equipo, independientemente de que clase de mantenimiento se le realice se debe consignar es este formato y así se permite llevar un orden cronológico de cada una de las intervenciones del activo, el cual nos ayudara a conocer las secuencias de la falla para poder tener una estadística de falla del equipo.

Tabla 19. Formato de Hoja de Vida.

HOJA DE VIDA DE EQUIPOS								
EQUIPO:	REMOLQUE CON GRUA		No. INVENTARIO:	5		CÓDIGO:	REG01-ZA	
DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO								
FECHA:	REALIZADO POR:	TIPO DE MANTENIMIENTO		DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO	RESPUESTOS INSTALADOS	COSTOS		
		CORRECTIVO	PREVENTIVO			MANO DE OBRA:	REPUESTOS:	
13/06/2016			X	Cambio de aceite hidraulico	Aceite ISO 46	30000	37900	
18/07/2016			X	Limpieza de deposito del aceite		30000		
25/07/2016		X		Cambio de una guia de deslizamiento	Guia de deslizamiento	60000	160000	
Observaciones:								

6.2.3 Orden de Trabajo.

Para poder tener un desarrollo ordenado de las intervenciones que se realizan a cada uno de los equipos este formato es clave ya que se lleva una secuencia detallada de cada uno de los trabajos. La orden de trabajo contiene la siguiente información:

- Numero de solicitud.
- Equipo.
- Solicitud.
- Código del equipo.
- Fecha de solicitud.
- Fecha de falla del equipo.
- Tiempos de ejecución del equipo.
Inicio, terminación y tiempo total.
- Reporte de la falla del equipo.
- Trabajos a realizar.
- Reporte de mantenimiento.
- Análisis de datos.
- Persona que realizo el trabajo.
- Autorizado por.

Tabla 20. Formato de Orden de Trabajo.

ORDEN DE TRABAJO				
FECHA DE EMISIÓN				
EQUIPO:	REMOLQUE CON GRUA	N° DE SOLICITUD:		
CÓDIGO:	REG01-ZA	N° DE INVENTARIO:	5	
FECHA DE SOLICITUD	13/06/16			
FECHA DE FALLA DEL EQUIPO	13/06/16			
TIEMPOS DE EJECUCIÓN				
INICIO		TERMINACIÓN		TIEMPO TOTAL EN HORAS
FECHA	13/06/16	FECHA	13/06/16	
HORA	10:00	HORA	14:00	
4 HORAS				
REPORTE DE LA FALLA DEL EQUIPO				
Por horas de de trabajo de la maquina es tiempo de cambiar el aceite hidraulico.				
TRABAJOS A REALIZAR				
Drenar el aceite en uso y sustituirlo por uno nuevo ISO 46 y realizar limpieza de los filtros.				
TIPO DE SOLICITUD	<input type="checkbox"/> NORMAL	TIPO DE MANTENIMIENTO	<input checked="" type="checkbox"/> PREVENTIVO	
	<input checked="" type="checkbox"/> URGENTE		<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	
REPORTE DE MANTENIMIENTO				
Se realizó el cambio del aceite sin ningun imprevisto				
ANALISIS DE DATOS				
El aceite se volvera a cambiar en las proximas 250 horas de trabajo				
REALIZADO POR			AUTORIZADO POR	

6.2.4 Ficha de Mantenimiento Preventivo.

Esta ficha incluye las actividades a las cuales cada equipo debe ser intervenido y la frecuencia con que se debe hacer como base para el mantenimiento preventivo y así de esta manera comunicarle al operador de la maquinaria. La información contenida en el formato debe ser clara y justificada para tener una buena administración del personal de mantenimiento.

Tabla 21. Ficha de Mantenimiento Preventivo.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	REMOLQUE CON GRUA	CODIGO:	REG01-ZA
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar que no existan fugas en el circuito hidráulico. • Verificar que las palancas se muevan con facilidad y retornen a su posición central. • Control en el nivel hidráulico en el depósito. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el estado de los adhesivos de advertencia e identificación. • Engrase general, casquillos, bulones, guías de deslizamiento... • Revisar el nivel de aceite en el giro. • Limpieza general de la grúa. • Comprobar posibles holguras en los brazos telescópicos. • Comprobar el par de apriete con llave dinamométrica de los tornillos de los cilindros de giro. 		
ACTIVIDAD TRIMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de filtro de la bomba de aspiración. • Cambio del aceite hidráulico. • limpieza del depósito de aceite. • Controlar la presión de servicio del sistema hidráulico. • Compruebe el par de apriete de los abarcones. 		
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Sustitución de los casquillos de los bulones • Sustitución de los casquillos de giro. 		

6.2.5 Ficha de Mantenimiento para Equipos de Alta Complejidad.

Este formato incluye unos pasos específicos para los equipos que manejan una alta complejidad, que por lo general son los que mayor valor agregado tienen, y/o manejan un papel importante en la sección forestal de la empresa.

Tabla 22. Ficha de Recomendación.

FICHA DE RECOMENDACIÓN			
EQUIPO:	REMOLQUE CON GRUA	CODIGO:	REG01-ZA
RECOMENDACIÓN 1	Antes de realizar cualquier manipulación asegurarse que el remolque este estable y que todas sus partes articuladas estén bloqueadas.		
RECOMENDACIÓN 2	Si el remolque se encuentra enganchada a algún tipo de máquina, dicha máquina debe estar apagada y completamente frenada		
RECOMENDACIÓN 3	Si el motor del vehículo debe funcionar durante un ajuste, mantener las manos, los pies y las prendas de vestir y cualquier otra parte del cuerpo lejos de las partes móviles		
RECOMENDACIÓN 4	Respecto a los locales donde se realices los trabajos de mantenimiento diremos que el barro, la nieve, el combustible o aceite derramado tiene que ser removidos para evitar accidentes.		

6.2.6 Cronograma de Mantenimiento Preventivo.

Para fácil reconocimiento de fechas de mantenimiento se asigna un color específico a la frecuencia con que se deben realizar algunas actividades de mantenimiento. Se ha realizado previamente una clasificación de los trabajos a realizar, según la frecuencia de fallas que se observó en el estudio de criticidad.

Tabla 23. . Programación de Mantenimiento.

PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO EN LA SECCION FORESTAL DE CUSTODIAR S.A																																																			
CODIGO	EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
REG01-ZA	REMOLQUE CON GRUA	Revisar que no e	ACTIVIDAD DIARIA	[Blue grid]																																															
		Verificar que las	ACTIVIDAD DIARIA	[Blue grid]																																															
		Control en el niv	ACTIVIDAD DIARIA	[Blue grid]																																															
		Engrase general,	ACTIVIDAD MENSUAL	[Orange grid]																																															
		Revisar el nivel d		[Orange grid]																																															
		Limpieza genera		[Orange grid]																																															
		Comprobar		[Orange grid]																																															
		Comprobar el	ACTIVIDAD TRIMESTRAL	[Blue grid]																																															
		Cambio de filtro		[Blue grid]																																															
		Cambio del aceit		[Blue grid]																																															
		limpieza del dep		[Blue grid]																																															
		Controlar la pres	ACTIVIDAD ANUAL	[Red grid]																																															
		Compruebe el p		[Red grid]																																															
Sustitución de lo	[Red grid]																																																		
Sustitución de lo	[Red grid]																																																		

7. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA DIVISION FORESTAL DE CUSTODIAR S.A.

Para completar el diseño del plan de mantenimiento y almacenar toda la información que se ha obtenido en este trabajo, se desarrolla un componente informático que facilitará el manejo y el archivamiento de la información, de donde se podrá generar, fichas técnicas a nuevos equipos adquiridos, ordenes de trabajo, tener un cronograma de mantenimiento anual a cada activo de la empresa que lo requiera y cada uno de los formatos que se citaron en el capítulo anterior.

El software elaborado se realizó en la plataforma ACCESS debido a que es una interfaz muy versátil y permite trabajar y modificar fácilmente lo que se requiera, y su manejo necesita licencia que es adquirida cuando se adquiere un computador ya que es una ramificación de Microsoft Office.

El software entregado a la empresa CUSTODIAR S.A les permitirá tener un control sobre el mantenimiento de los activos, lo que permite una buena funcionalidad de los equipos en las horas de trabajo logrando así una buena producción y una buena eficiencia de fábrica en la sección forestal.

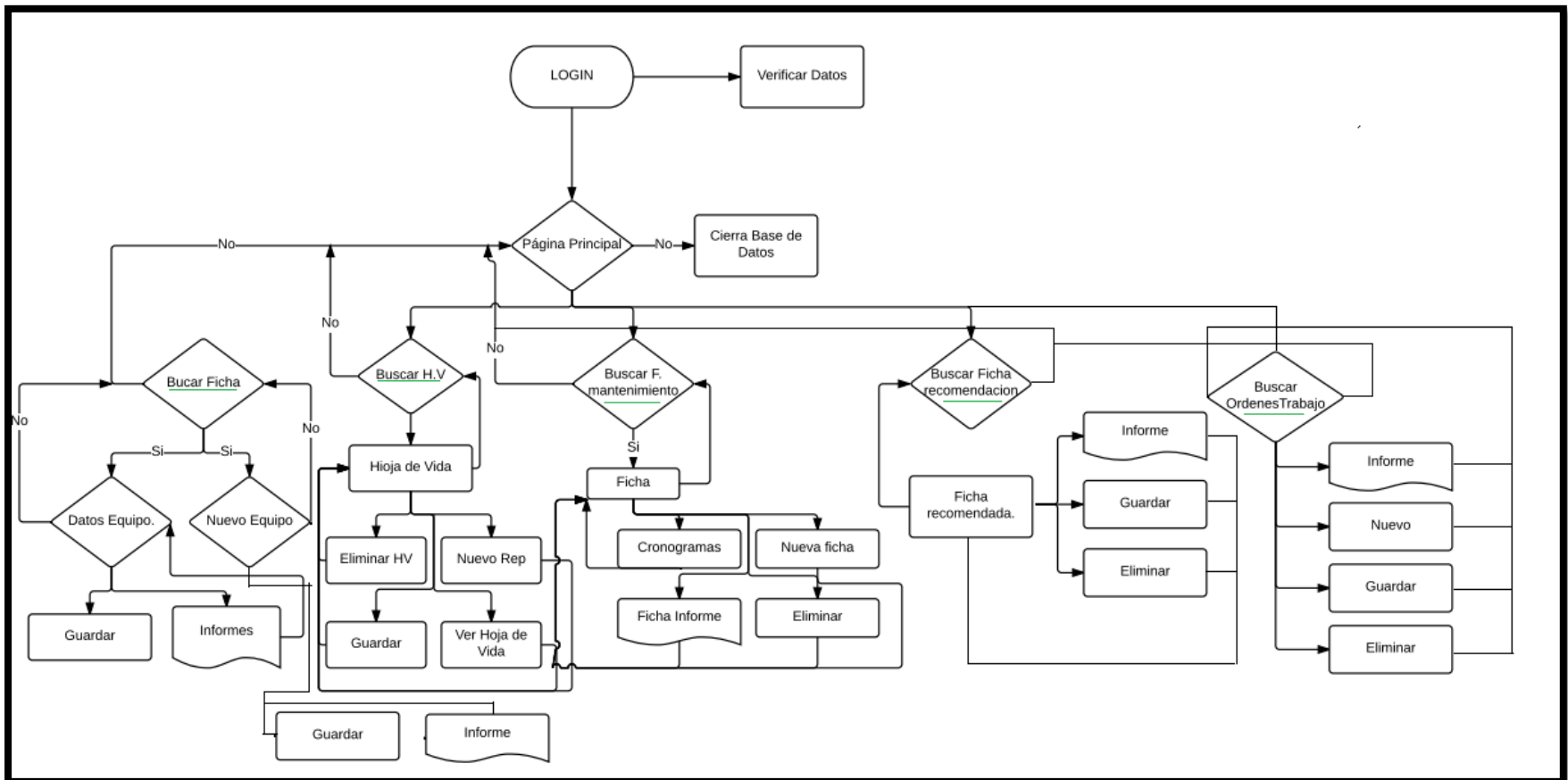
7.1 OBJETIVOS DEL SISTEMA DE INFORMACION.

El sistema de información basado en ACCESS será el pilar de este proyecto para la empresa custodiar S.A, con lo cual se busca organizar, archivar y gestionar actividades de manera efectiva.

- Organizar la información del área forestal de CUSTODIAR S.A.
- Agilizar y facilitar las ordenes de mantenimiento requerido en el área.
- Crear un inventario de los activos que intervienen y/o se adquieren en el área.

7.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE INFORMACION.

Figura 11. Diagrama de flujo del sistema de información.

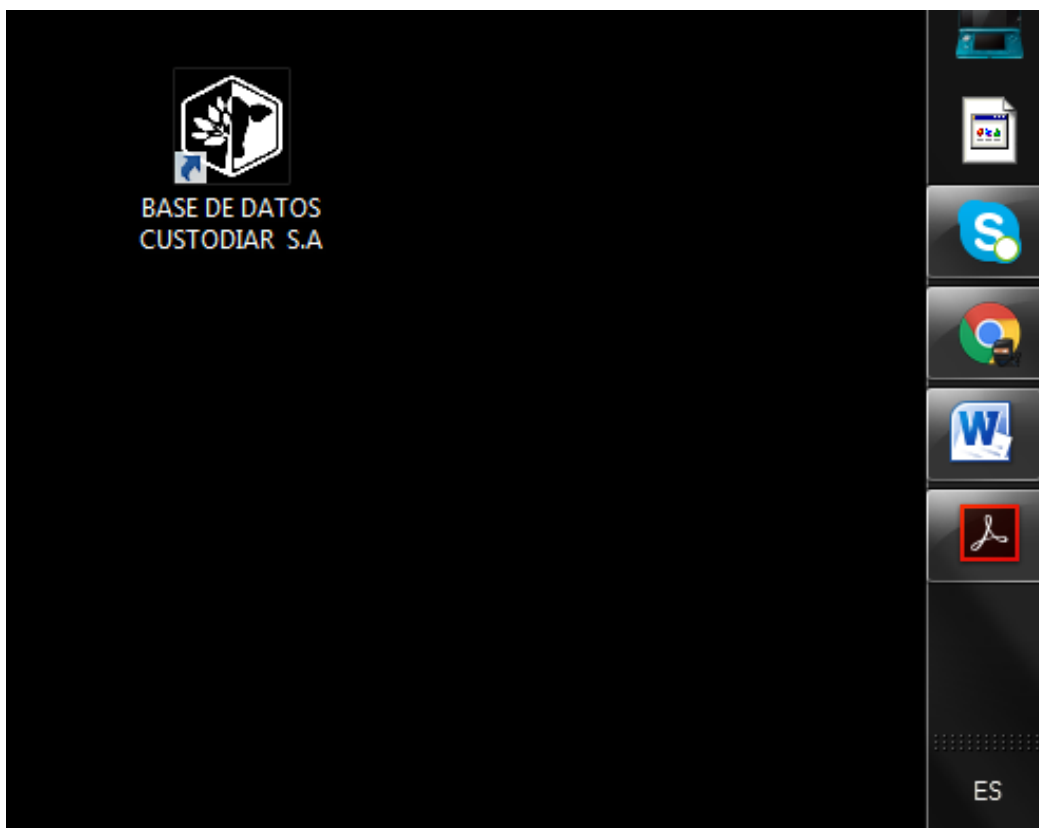


8. MANUAL DE USO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL AREA FORESTAL PARA CUSTODIAR S.A.

INICIO DE LA BASE DE DATOS

Para el inicio de la base de datos es un procedimiento sencillo, se da doble clic sobre el ícono con el logo de CUSTODIAR que se encuentra en el escritorio.

Figura 12. Acceso a la base de datos.



Al ingresar a la base de datos el usuario abrirá una ventana solicitando un usuario y una contraseña, para poder continuar.

Figura 13. Login de la base de datos.



CUSTODIAR
Innovando en el campo

USUARIO

CONTRASEÑA

Ingresar

Una vez validada la información en el login se abrirá la ventana principal de la base de datos. Ventana que permite navegar en la base de información de mantenimiento de la empresa.

Figura 14. . Inicio de la base de datos.



FICHA TÉCNICA.

Este botón nos enlaza con la base central de los equipos de la empresa, y abre un formato de búsqueda para los equipos ya registrados o para crear nuevos registros.

Figura 15. Ventana ficha técnica.



EQUIPO

CÓDIGO

Buscar equipo

Al filtrar la información de los equipos el botón equipo comunica al usuario con el formato de las fichas técnicas de los equipos.

Figura 16. Ingreso de datos ficha técnica.

CUSTODIAR
Innovando en el campo

FICHA TÉCNICA

EQUIPO	CABEZAL IGSA	CÓDIGO	CAI-ZB
N° DE INVENTARIO	9	FABRICANTE	Industrias guerra
PROVEEDOR	Industrias guerra	DIRECCIÓN	Avenida Benigno Sánchez;
TELEFONOS	34 986 58 20 00	UBICACIÓN	Pontevedra, España
MARCA	Guerra	MODELO	680A
PESO	1460 KG	ALTURA	175 cm
ANCHO	117,8 cm	LARGO	126,2 cm

INFORME

GUARDAR

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
Diámetro max de apertura rodillos: 60 cm
Diámetro max tronzado: 60 cm
Diámetro max tala: 60 cm
Tensado de la cadena y fijación de espada automática
Velocidad cadena: 42 m/s

FUNCIÓN
Maquina recomendada para su instalacion tipo excavadora de 20 T
Potencia minima de 110 kw
Caudal minimo 250 l/min
Presion 250 bar

En este formato se pueden visualizar la ficha técnica seleccionada, adicional a esto hay un botón llamado “informe” el cual abre el formato de impresión de la ficha.

Figura 17. Formato de la hoja de vida.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	REMOLQUE CON GRUA	CÓDIGO	REG02-ZA
Nº DE INVENTARIO	6	DIRECCIÓN	Avenida Benigno Sánchez,
FABRICANTE	Industrias Guerra	TELÉFONOS	34 986 38 20 00
PROVEEDOR	Industrias Guerra	UBICACIÓN	Pontevedra, España
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA	Guerra	ALTURA	
MODELO	R12YG4WD	ANCHO	220 cm
PESO		LARGO	716 cm
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>"Dotado con la tracción a las 4 ruedas 1090 ó 1090-2TM, que proporciona una fuerza de tracción de 32,8 ó 66,3 kN, y una velocidad máxima libre de arrastre de 40 Km/h." Peso máximo de carga: 12000 KG área transversal de carga: 2,8 m²</p>			
<p>FUNCION</p> <p>Presión máxima de trabajo: 210[bar] Ángulo de rotación: 427 ° capacidad máxima de elevación: 66,3 [kNm]</p>			
<p>OBSERVACIONES: No tiene representación en Colombia.</p>			

Este formato puede imprimirse directamente de la base de datos o exportarse en formato PDF para su posterior uso. En caso que se modifiquen datos en la ficha técnica hay un botón guardar que permite guardar dichos cambios.

Figura 18. Botón guardar.



Nuevo equipo

Al ingresar por el filtro de nuevo equipo este abre la ventana de ficha técnica en blanco, de tal manera el usuario puede registrar la información del equipo nuevo equipo.

Figura 19. Formato en blanco ficha técnica.

A screenshot of a web application interface for 'CUSTODIAR'. The header is dark green with a logo on the left and the text 'CUSTODIAR Innovando en el campo' and 'FICHA TÉCNICA' on the right. The main content area has a background image of a tractor in a field. It contains two columns of input fields. The left column labels are: EQUIPO, N° DE INVENTARIO, PROVEEDOR, TELEFONOS, MARCA, PESO, and ANILLO. The right column labels are: CÓDIGO, FABRICANTE, DIRECCIÓN, UBICACIÓN, MODELO, ALTURA, and LARGO. To the right of the input fields are two buttons: 'INFORME' with a document icon and 'GUARDAR' with a floppy disk icon. At the bottom, there are two large empty boxes labeled 'CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS' and 'FUNCIÓN'.

Una vez escrita la información se debe guardar la ficha para poder ver el informe y que esta se enlace a las demás ventanas de la base de datos.

HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS

Este botón nos comunica con un formato de búsqueda, el cual esta actualizado con los registros guardados en la base de las fichas técnicas.

Figura 20. Búsqueda de la hoja de vida.



EQUIPO

CÓDIGO

BUSCAR HOJA DE VIDA



EQUIPO

CÓDIGO

- CABEZAL IGSA
- FUMIGADORA
- FUMIGADORA DE MOTOR
- GUADAÑA
- MAQUINA ARADORA
- MOTOSIERRA
- REMOLQUE CON GRUA
- RETRO
- TRACTOR

Al abrirse la ventana de la hoja de vida este buscara el registro seleccionado, si aún no se ha guardado información respecto al equipo este abrirá la ventana en blanco.

Figura 21. Formato de entrada de la hoja de vida.

The screenshot displays the 'CUSTODIAR' web application interface, titled 'HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS'. The header features the company logo and tagline 'Innovando en el campo'. The main content area is set against a background image of a rural landscape. At the top, there are three dropdown menus for 'EQUIPO', 'CÓDIGO', and 'N° DE INVENTARIO'. To the right, there are three buttons: 'NUEVA HOJA DE VIDA', 'DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO', 'GUARDAR HOJA DE VIDA', and 'VER HOJA DE VIDA'. The central form is titled 'TIPO DE MANTENIMIENTO' and includes a section for selecting the maintenance type with radio buttons for 'CORRECTIVO' and 'PREVENTIVO', and a 'FECHA' input field. Below this is a large text area for 'DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO', followed by 'REPUESTOS INSTALADOS' and 'REALIZADO POR' input fields. To the right of the description field, there are three buttons: 'NUEVO REPORTE', 'GUARDAR REPORTE', and 'ELIMINAR REPORTE'. Further right, under the heading 'COSTOS', there are two input fields for 'MANO DE OBRA' and 'REPUESTOS'. A double-headed green arrow is positioned between the maintenance type selection and the report buttons.

En esta ventana se puede ver el formato para ingreso de la información de la hoja de vida de los equipos, así como la navegación a través de cada uno de los registros para cada equipo guardado, esta navegación se realiza a través de las flechas que aparecen en la ventana. Adicional a esto se encuentra una serie de botones que permiten que el usuario pueda guardar cada una de las modificaciones realizadas a los registro. Es importante que cada vez que se modifique se guarde la información antes de ver el formato de la hoja de vida ya

que esta no actualiza sola. A diferencia de los registros de fichas técnicas en esta ventana hay dos botones de nuevos registros (nuevo reporte y nueva hoja de vida) donde el primero crea un nuevo reporte para un equipo seleccionado y el segundo crea un formato en blanco para registrar un nuevo equipo.

En el formato de las hojas de vida este permite realizar la impresión y su exportación a PDF.

Figura 22. Formato de salida de la hoja de vida.

HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS							
EQUIPO	CABEZAL IGSA	N° DE INVENTARIO	9		CÓDIGO	CAI-ZB	
DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO							
FECHA	REALIZADO POR	TIPO DE MANTENIMIENTO		DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO O CORRECTIVO	REPUESTOS INSTALADOS	COSTOS	
		CORRECTIVO	PREVENTIVO			MANO DE OBRA	REPUESTOS
10/10/2016		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lavar			
10/10/2016		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lavar			
10/10/2016		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lavar			
OBSERVACIONES:							

Para finalizar tenemos el botón de eliminar reporte, que elimina el reporte que se está visualizando en el momento.

INDICADORES DE GESTIÓN

En esta ventana podemos encontrar los indicadores de los equipos, donde cada uno de los botones comunica con su respectivo indicador. Donde estará filtrado para cada equipo a un tiempo de un año.

Disponibilidad del equipo

Formato que permite ver la evolución del equipo a través de un año. Evolución medida en los tiempos de operación del equipo y los tiempos de falla.

Además en él se visualiza el grafico que permite ver las etapas críticas del equipo. Momentos donde no su productividad esta frenada.

Figura 23. Disponibilidad.



CUSTODIAR

Innovando en el campo

DISPONIBILIDAD DE
LOS EQUIPOS

EQUIPO

CÓDIGO

Nº DE INVENTARIO

AÑO


$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Donde:
 T_o : Tiempo total de operación.
 T_p : Tiempo total de paradas.

MESES	Tp	To		
ENERO	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<p style="text-align: center; margin: 0;">GRAFICA DE DISPONIBILIDAD</p> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 200px; margin: 10px 0;"></div>
FEBRERO	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
MARZO	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
ABRIL	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
MAYO	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
JUNIO	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
JULIO	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
AGOSTO	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
SEPTIEMBRE	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
OCTUBRE	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
NOVIEMBRE	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	
DICIEMBRE	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	

Matenibilidad

Figura 24. Matenibilidad.



CUSTODIAR

Innovando en el campo

MANTENIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

EQUIPO

CÓDIGO

N° DE INVENTARIO


AÑO

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NT_{FALLAS}}$$

Donde:
TTF : Tiempo total de fallas.
NT_{FALLAS} : Horas de fallas detectadas.


MESES	TTF	NTF	%TPPR
ENERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
FEBRERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
MARZO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ABRIL	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
MAYO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
JUNIO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
JULIO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
AGOSTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEPTIEMBRE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
OCTUBRE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NOVIEMBRE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DICIEMBRE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

GRAFICA DE MANTENIBILIDAD



Confiabilidad

Figura 25. Confiabilidad.



CUSTODIAR

Innovando en el campo

CONFIABILIDAD DE
LOS EQUIPOS

EQUIPO

CÓDIGO

Nº DE INVENTARIO

AÑO

$$TPEF = \frac{H_{Oper}}{NT_{fallas}}$$

Donde:

H_{Oper} : Horas de operación

NT_{FALLAS} : Numero de fallas detectadas

MESES	HOp	NTF	%TPEF
ENERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
FEBRERO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
MARZO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ABRIL	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
MAYO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
JUNIO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
JULIO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
AGOSTO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEPTIEMBRE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
OCTUBRE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NOVIEMBRE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
DICIEMBRE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

GRAFICA DE CONFIABILIDAD

FICHAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Una vez hecho el filtro en una nueva ventana aparecerá toda la información referente sobre el equipo, al igual con sus botones de edición de los registros.

Figura 26. Entrada al formato de mantenimiento preventivo.

The image shows a web interface for 'CUSTODIAR' with a green header. The header contains the logo, the text 'CUSTODIAR Innovando en el campo', and 'FICHA DE MANTENIMIENTO'. Below the header, there are two dropdown menus labeled 'EQUIPO' and 'CÓDIGO', and a 'BUSCAR FICHA' button. The main content area has a background image of a forest and contains several buttons: 'GUARDAR FICHA', 'ELIMINAR FICHA', 'VER FICHA', 'NUEVA FICHA', and 'INFORME DE CRONOGRAMA'. There are four large text input areas labeled 'ACTIVIDAD DIARIA', 'ACTIVIDAD SEMESTRAL', 'ACTIVIDAD MENSUAL', and 'ACTIVIDAD ANUAL'. At the bottom right of these areas are buttons for 'VER CRONOGRAMA' and 'CRONOGRAMAN ANUAL'.

En esta ventana adicional a los botones de edición podemos encontrar botones que nos permiten establecer cronogramas de mantenimiento para los equipos, donde esto abre un registro semanal para cada mes del año.

Figura 27. Cronograma de los equipos.

The image shows two parts of the CUSTODIAR interface. The left part is titled 'BUSQUEDA CRONOGRAMA' and features a search bar labeled 'CÓDIGO' and a grid of month buttons from ENERO to DICIEMBRE. The right part is titled 'CRONOGRAMA MENSUAL' and features a search bar labeled 'CÓDIGO' and a section for 'ENERO' with four columns labeled 'SEMANA 1' through 'SEMANA 4', each containing a small square checkbox.

En esta ventana es solo seleccionar la semana en la cual se programe e mantenimiento.

También podemos encontrar dos formatos de informes, uno haciendo referencia a las actividades y el otro al cronograma establecido.

Figura 28. Formato de salida de la ficha de mantenimiento preventivo.

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
EQUIPO:	CÓDIGO:
ACTIVIDAD DIARIA	
ACTIVIDAD MENSUAL	
ACTIVIDAD SEMESTRAL	
ACTIVIDAD ANUAL	

Figura 31. Formato de entrada de las fichas de recomendación de los equipos.

The image shows a web application interface for 'CUSTODIAR' with the tagline 'Innovando en el campo'. The page title is 'FICHA DE RECOMENDACIONES'. The background features a green tractor in a field. The form includes two dropdown menus for 'EQUIPO' and 'CÓDIGO', and three buttons: 'VER INFORME', 'GUARDAR FICHA', and 'ELIMINAR FICHA'. Below these are four empty text input areas labeled 'RECOMENDACIÓN 1' through 'RECOMENDACIÓN 4'.

El formato de informe de recomendaciones se maneja similar al de mantenimiento y se genera de la misma manera.

Figura 32. Formato de salida de la ficha de recomendación de los equipos

FICHA DE RECOMENDACIONES	
EQUIPO:	CÓDIGO:
RECOMENDACIÓN 1	
RECOMENDACIÓN 2	
RECOMENDACIÓN 3	
RECOMENDACIÓN 4	

También podemos encontrar opciones de eliminar el registro o guardar los cambios en los botones que están en la parte superior derecha de la ventana.

ORDENES DE TRABAJO

En el formato de busque de las ordenes varia ya que adicionalmente debemos ingresar el número de solicitud que se está buscando en la base.

Figura 33. Motor de búsqueda de las órdenes de trabajo.



CUSTODIAR
Innovando en el campo

BUSCAR ORDEN

EQUIPO

CÓDIGO

N° DE SOLICITUD

BUSCAR ORDEN

Una vez realizado el filtro se comunica con la ventana principal de las ordenes de trabajo.

Figura 34. Formato de entrada de las órdenes de trabajo.

CUSTODIAR
Innovando en el campo

ORDEN DE TRABAJO

FECHA DE EMISIÓN: 13/10/2016

Nº DE SOLICITUD:

EQUIPO:

CÓDIGO:

Nº DE INVENTARIO:

FECHA DE SOLICITUD:

FECHA DE FALLA DEL EQUIPO:

NORMAL

URGENTE

FECHA DE INICIO:

HORA DE INICIO:

FECHA DE TERMINACION:

HORA DE TERMINACION:

TIEMPO TOTAL(HORAS):

TIPO DE MANTENIMIENTO:
PREVENTIVO
CORRECTIVO

INFORME ORDEN DE TRABAJO

NUEVA ORDEN DE TRABAJO

GUARDAR ORDEN

ELIMINAR ORDEN DE TRABAJO

REPORTE DE LA FALLA DEL EQUIPO

TRABAJOS A REALIZAR

ANALISIS DE DATOS

En esta ventana se maneja el formato con sus respectivos botones los cuales le permiten realizar cambio, eliminar o generar una orden nueva, así como también se puede generar automáticamente el informe de la orden.

Formato de las órdenes

Figura 35. . Formato de salida de las órdenes de trabajo.

ORDEN DE TRABAJO				
FECHA DE EMISIÓN				
EQUIPO:		N° DE SOLICITUD:		
CÓDIGO:		N° DE INVENTARIO:		
FECHA DE SOLICITUD				
FECHA DE FALLA DEL EQUIPO				
TIEMPOS DE EJECUCIÓN				
INICIO		TERMINACIÓN		TIEMPO TOTAL EN HORAS
FECHA		FECHA		
HORA		HORA		
REPORTE DE LA FALLA DEL EQUIPO 				
TRABAJOS A REALIZAR 				
TIPO DE SOLICITUD	<input type="checkbox"/> NORMAL	TIPO DE MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/> PREVENTIVO	
	<input type="checkbox"/> URGENTE		<input type="checkbox"/> CORRECTIVO	
REPORTE DE MANTENIMIENTO 				
ANALISIS DE DATOS 				
REALIZADO PO		AUTORIZADO PO		

Este formato como todos los demás es exportable e imprimible para su posterior uso. Para finalizar la base de datos solo debemos cerrar las ventanas abiertas, ya que esto cierra automáticamente la sección abierta con el usuario y contraseña.

9. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO PARA LA DIVISIÓN FORESTAL DE LA EMPRESA CUSTODIAR S.A.⁵

Para la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la división forestal de la empresa CUSTODIAR S.A es necesario realizar un análisis técnico económico para determinar la viabilidad de este y los costos que acarrea su desarrollo, para poder llevar a cabo este análisis se necesita de información económica confidencial de la empresa, lo cual la empresa se negó a compartir información.

Con la estimación de flujos de caja ficticios proyectados pero cercanos a la realidad y autorizados por el señor Andrés Restrepo se realizó el análisis.

9.1 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor actual neto consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión y calcular su diferencia. Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir

$$VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^n \frac{Flujo}{(1+i)^n}$$

Ecuación 6. Valor Actual Neto

⁵ Tomado de: www.economipedia.com. Haciendo fácil la economía.

Flujo= Flujos de dinero en cada periodo t

I_0 = Inversión en el momento inicial.

n=Numero de periodos de tiempo.

i=Tipo de interés exigido a la inversión.

Los criterios de decisión para el VAN SON:

- $VAN > 0$: el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- $VAN = 0$: el proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- $VAN < 0$: el proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

9.2 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el Valor Actual Neto (VAN).

La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento. Pero el principal problema radica en su cálculo ya que el número de periodos dará el orden de la ecuación a resolver.

El criterio de selección será el siguiente donde "i" es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

- Si $TIR > i$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si $TIR = i$, estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a

cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.

- Si $TIR < i$, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

9.3 PLAZO DE RECUPERACION (PAYBACK)

El Payback o Plazo de Recuperación es un método estático para la evaluación de inversiones y se define como el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión.

El número de años o meses que se tarda en recuperar la inversión es crucial a la hora de decidir si embarcarse en un proyecto o no. Si los flujos de caja no son iguales habrá que ir restando a la inversión inicial los flujos de caja de cada año y si son iguales la formula será esta:

9.4 ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION DEL SISTEMA DE INFORMACION.

Para poder hacer el análisis de costos primero se debe conocer que se necesita para poder llevar a cabo con el plan de mantenimiento.

Tabla 24. Inversión del Proyecto

ITEMS	VALOR NETO
Computador, impresora	\$ 3.200.000
Programa informático	\$ 3.200.000
Personal	\$ 4.000.000
Capacitación	\$ 2.000.000
Servicios (luz, internet)	\$ 850.000
Otros	\$ 2.050.000
TOTAL	\$ 15.300.000

Al conocer la inversión inicial de este proyecto, se realiza el análisis con los tres parámetros anteriormente mencionados.

Como el flujo de caja solo del área forestal es bastante alto se espera que la inversión se recupere dentro de los primeros 5 meses una vez iniciado el proyecto y se da una tasa de descuento del 30% entonces tenemos.

Tabla 25. Datos de la Inversión.

DATOS	VALORES
Número de periodos	5
Tipo de periodo	mensual
Tasa de descuento (i)	30%

Tabla 26. Periodos Mensuales de Flujo de Caja.

DETALLE	PERIODOS MENSUALES					
	0	1	2	3	4	5
FLUJO NETO DE EFECTIVO PROYECTADO	\$ (15.300.000)	\$ 16.200.000,00	\$ 10.604.000,00	\$ 14.548.000,00	\$ 7.250.000,00	\$ 6.770.000,00

Tabla 27. Cálculo VAN, TIR, PAYBACK

No	Flujo	$(1+i)^n$	$\text{Flujo}/(1+i)^n$	VAN
0	\$ (15.300.000)		\$ (15.300.000)	
1	\$ 16.200.000	1,30	\$ 12.461.538	\$ (2.838.462)
2	\$ 10.604.000	1,69	\$ 6.274.556	\$ 3.436.095
3	\$ 14.548.000	2,20	\$ 6.621.757	\$ 10.057.852
4	\$ 7.250.000	2,86	\$ 2.538.427	\$ 12.596.278
5	\$ 6.770.000	3,71	\$ 1.823.358	\$ 14.419.636

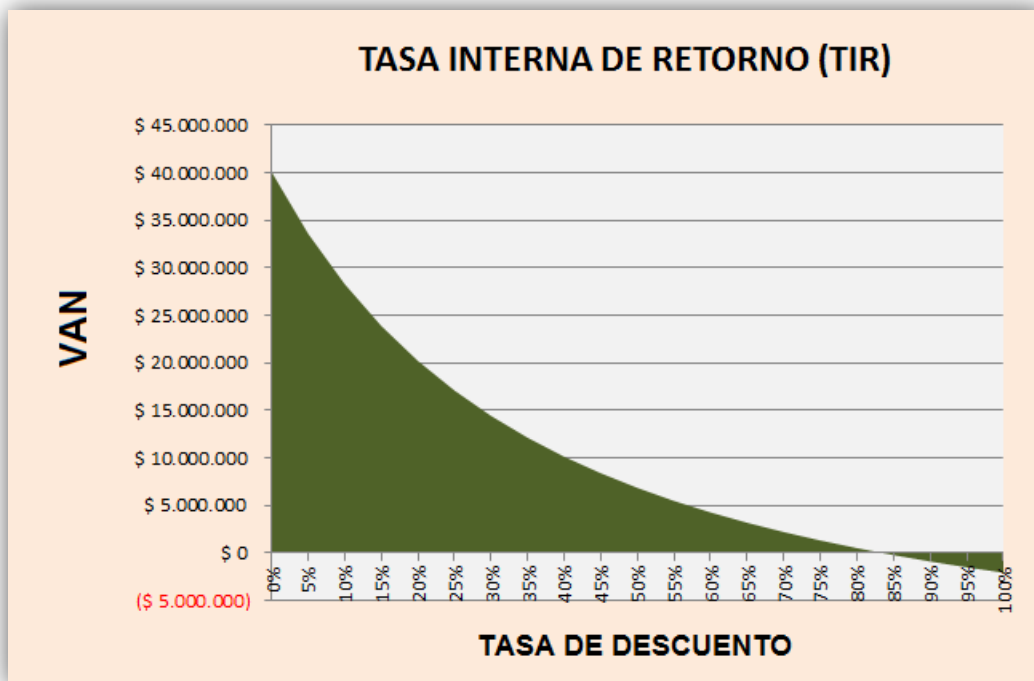
VAN	\$ 14.419.636
TIR	83%
PAYBACK	2 meses

9.4.1 Resultados del análisis de costos para CUSTODIAR S.A

El resultado obtenido en el estudio nos dice que:

- $VAN > 0$, (\$ 14.919.636) nos dice que es un valor positivo lo cual con la tasa de descuento elegida traerá beneficios.
- $TIR > i$, la tasa de rentabilidad nos da mucho mayor que la tasa de descuento, lo cual tiene muy buena aceptación
83% > 30 %
- El tiempo de recuperación de la inversión es de dos meses.

Gráfico 10. Tasa Interna de Retorno (TIR)



10. CONCLUSIONES.

- Este trabajo de tesis ayudó a crear lazos entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la empresa CUSTODIAR S.A. beneficiándose mutuamente ya que se aportó mejora en el sector agropecuario y la Universidad expandió sus conocimientos a otros departamentos del país.
- En los resultados de la auditoria de Fernando Espinosa dio como resultado una falencia en las áreas de mantención actual donde no se tiene registro de las intervenciones realizadas a ningún equipo del área y solo se maneja mantenimiento correctivo, el manejo de la información es nulo, no existen fichas técnicas ni formatos especiales para los mantenimientos realizados y criticidad de equipos.
- El análisis de criticidad definió que el 71.42 % de los equipos tiene una criticidad media donde se tiene que tener buenos protocolos de mantenimiento para que la disponibilidad de los equipos sea alta y no se generen cuellos de botella en la producción, el 23.8% presenta criticidad baja y afectan muy poco la producción en caso de falla y el 4.76 % que corresponde al cabezal IGSA de industrias guerra tiene una criticidad alta y es el único equipo de su clase presente en la empresa y se debe tener control exhaustivo en sus actividades de mantenimiento.
- En el análisis de costos de mantención que se realizó con el diagrama de Pareto resaltan tres ítems importantes que es la configuración electrónica para los equipos que la requieren como el cabezal IGSA, tractores y la retro, cambio de filtros de todos los equipos ya que es el único stock de repuestos que se tiene dentro de la empresa y pintura de los activos que aseguran un buen estado físico a los equipos..

- Se realizó un diagnóstico del área forestal de CUSTODIAR S.A. teniendo en cuenta, organización de los activos, estado de la maquinaria, horas a las que son sometidas las máquinas, documentación técnica, fallas comunes, y entrevistas con los operarios. Con esta información se pudo desarrollar el plan de mantenimiento preventivo.
- El 24% de los equipos no contaban con manual de uso y manejo, lo cual dificultó la planeación al momento de realizar los protocolos de mantenimiento, pero se logró desarrollar este trabajo con la ayuda de manuales virtuales.
- Se elaboró un inventario del 100% de los equipos que intervienen en el área forestal tanto de la maquinaria pesada como la maquinaria agrícola, que anteriormente no se tenía, y se adjudicó un área de almacenamiento para tener un orden de los activos.
- Se realizaron fichas técnicas de las máquinas citadas, formatos de órdenes de trabajo, hojas de vida, fichas de mantenimiento preventivo, fichas de recomendaciones para equipos con alta criticidad y un cronograma de mantenimiento.
- Se crearon los protocolos de mantenimiento para las maquinarias de CUSTODIAR S.A del área forestal. Donde se especifica las tareas a realizar para tener un buen funcionamiento del activo y su respectiva frecuencia que se registra en el cronograma anual de mantenimiento.
- Se desarrolló una herramienta informática en plataforma ACCESS, para registrar un historial de cada uno de los activos del área de trabajo y tener un control con lo que respecta al mantenimiento de los equipos. Se probó el programa de mantenimiento, se capacitó al personal para su fácil funcionamiento, y se hizo entrega del Plan de Mantenimiento Preventivo de Maquinaria Pesada para el Área Forestal de la empresa CUSTODIAR S.A.

- En análisis técnico económico realizado se evidenció que el plan de mantenimiento es viable porque la tasa de rentabilidad es de 83 % y está por encima 53 puntos de la tasa de descuento. lo cual significa que la implementación de este plan de mantenimiento preventivo traerá buenos beneficios a la división forestal y gracias a un alto flujo de caja la recuperación será únicamente en sus dos primeros meses una vez implementad.

11. RECOMENDACIONES.


- Para sacar el mejor provecho al diseño del plan de mantenimiento se necesita ser actualizado por alguien que tenga conocimientos en mantenimiento, para cada nuevo equipo adquirido guiarse con su correspondiente manual.
- Cada vez que se realice una actividad de mantenimiento a los equipos debe ser consignada en la base de datos, con el fin de que los datos obtenidos sean datos confiables y hacer tener un historial que sirva para llevar un buen mantenimiento.
- Al realizar algún cambio en la planta física de la empresa se debe reacomodar la codificación de zonas de los equipos para una mejor ubicación de estos.
- ACCESS es un software muy versátil y este programa se realizó con el fin de llevar un buen control en el mantenimiento de los equipos y así no afectar la producción, el cual se deja modificar para añadir más cosas deseadas.

BIBLIOGRAFÍA


- BARRINGER, H PAUL. En Using Reliability Engineering Principles for Improved Process Performance/ or Reliability Engineering Principles, ASME (Ed.). ASME Professional Development Programs, Houston, Tx.; August 4-5, 1997.
- BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento Material Docente. Lecturas y diapositivas de la asignatura ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga, Colombia: ediciones UIS. 2015.
- ECONOMIPEDIA, Haciendo fácil la economía, 2015 Copyright: Licencia Creative Commons. www.economipedia.com.
- ESPINOSA, Fernando, Auditoria para la efectividad del mantenimiento. Curicó, Chile. 2008.
- GARCIA, S. Organización y gestión integral de mantenimiento, Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2010.
- GOMEZ CESÁREO, Félix. Tecnología del mantenimiento industrial. Murcia: Servicio de publicaciones universidad de Murcia, 1998.
- MANUAL DE ADMINISTRACION, Custodiar S.A.
- PALOMINO CABALLERO, Lizeth. Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Preventivo a las Áreas de Derivados y UHT para la Planta de Bucaramanga de la Empresa Fresakaleche S.A Bucaramanga Colombia 2016.

ANEXOS

ANEXO A. FICHAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS DE LA DIVISI3N FORESTAL DE CUSTODIAR S.A.

FICHA T3CNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	TRACTOR	C3DIGO	TRF01-ZA
N3 DE INVENTARIO	1	DIRECCI3N	
FABRICANTE	FORD	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACI3N	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	FORD	ALTURA	173 [cm]
MODELO	6100	ANCHO	185 [cm]
PESO	2667 [kg]	LARGO	398 [cm]
CARACTERISTICAS T3CNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
Chassis:4x4 MFWD 4WD Cabina:Estacion de operador abierta			
FUNCI3N			
Sistemas Hidraulicos: Presion: 2100 [psi] Flujo de la bomba:9,7 [gpm] Bateria: 12Voltios			
OBSERVACIONES: El tractor fue reparado totalmente con una inversion de \$22,000,000			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	TRACTOR	CÓDIGO	TRF02-ZA
N° DE INVENTARIO	2	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	FORD	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	FORD	ALTURA	173 [cm]
MODELO	6100	ANCHO	185 [cm]
PESO	Operating:2667 [kg]	LARGO	398 [cm]
CARACTERISTICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO		
<p>Chassis:4x4 MFWD 4WD Cabina:Estacion de operador abierta</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Sistemas Hidraulicos: Presion: 2100 [psi] Flujo de la bomba:9,7 [gpm] Bateria: 12Voltios</p>			
<p>OBSERVACIONES:</p>			


FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	TRACTOR	CÓDIGO	TRJ-ZA
N° DE INVENTARIO	3	DIRECCIÓN	calle 122 N° 12G -20
FABRICANTE	Jhon Deere	TELEFONOS	
PROVEEDOR	Casa Toro John Deere	UBICACIÓN	Montería
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	Jhon Deere	ALTURA	255,0 cm
MODELO	5M	ANCHO	200,5 cm
PESO	3900 kg	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Tiene sistema de refrigeración. Cabina: Estacion de operador cerrada</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Presion hidraulica: 200 bar Caudal de la bomba: 24 l/min Circuito abierto</p>			
<p>OBSERVACIONES: Se compró y a las 300 horas de funcionamiento se presentó una fractura en uno de los piñones del bajo, costos de arreglo por parte de la garantía</p>			


FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	TRACTOR	CÓDIGO	TRN-ZA
N° DE INVENTARIO	4	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	NEW HOLLAND	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	NEW HOLLAND	ALTURA	292 cm
MODELO	7610	ANCHO	220,8 cm
PESO	4271 kg	LARGO	3916 cm
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Chasis:4x4 MFWD 4WD</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Bateria: 12 v Presion hidraulica:2500 psi Flujo de la bomba: 9,7 gpm</p>			
<p>OBSERVACIONES:</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	REMOLQUE CON GRUA	CÓDIGO	REG01-ZA
N° DE INVENTARIO	5	DIRECCIÓN	Avenida Benigno Sánchez,
FABRICANTE	Industrias Guerra	TELEFONOS	34 986 58 20 00
PROVEEDOR	Industrias Guerra	UBICACIÓN	Pontevedra, España
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	Guerra	ALTURA	
MODELO	67 A	ANCHO	
PESO	1310[KG]	LARGO	6,5 [m]
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Diseñado según norma "DIN 15018" clase H1-B4. 4 cilindros de giro y doble cremallera. Sistema de giro piñón-cremallera en baño de aceite con rodamiento axial. Estructura granallada, imprimación de dos componentes y dos capas de pintura. Preinstalación para accesorios en punta (4 funciones).</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Presion maxima d etrabajo:210[bar] Angulo de rotacion: 427 O capacidad maxima de elevacion:63,3 [kNm] Momento de giro bruto: 22,6</p>			
<p>OBSERVACIONES: Fue directamente comprada en España, no tiene representacion en Colombia</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	REMOLQUE CON GRUA	CÓDIGO	REG02-ZA
N° DE INVENTARIO	6	DIRECCIÓN	Avenida Benigno Sánchez,
FABRICANTE	Industrias Guerra	TELEFONOS	34 986 58 20 00
PROVEEDOR	Industrias Guerra	UBICACIÓN	Pontevedra, España
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	Guerra	ALTURA	
MODELO	R12YG4WD	ANCHO	220 cm
PESO		LARGO	716 cm
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>"Dotado con la tracción a las 4 ruedas 1090 ó 1090-2TM, que proporciona una fuerza de tracción de 32,8 ó 66,3 kN. y una velocidad máxima libre de arrastre de 40 Km/h." Peso maximo de carga: 12000 KG area transversal de carga: 2,8 m2</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Presion maxima de trabajo:210[bar] Angulo de rotacion: 427 O capacidad maxima de elevacion:66,3 [kNm]</p>			
<p>OBSERVACIONES: No tiene representacion en Colombia.</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	RETRO	CÓDIGO	RETH-ZA
N° DE INVENTARIO	7	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	HITACHI	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	HITACHI	ALTURA	318,0 cm
MODELO	ZX210-5B	ANCHO	319,0 cm
PESO	21900 kg	LARGO	966,0 cm
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Cuchara de retroexcavadora ISO acumulado 0,51 - 1,20 m³ Cuchara de retroexcavadora ISO acumulado 0,51 - 1,20 m³</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Presión sobre el suelo kPa: 43.9 kPa Fuerza máxima: 114 kN</p>			
<p>OBSERVACIONES: No se posee informacion el proveedor, ni manual de la maquinaria.</p>			


FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

EQUIPO	MAQUINA ARADORA	CÓDIGO	ARA-ZA
N° DE INVENTARIO	8	DIRECCIÓN	
FABRICANTE		TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA		ALTURA	
MODELO		ANCHO	170 cm
PESO	270 kg	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
Profundiad de trabajo:10 a 14 cm Numero de discos:18 Diametro de disco :18 pulgadas			
FUNCIÓN			
Acoplamiento en tres puntos Potencia acomplada: 25-30 hp			
OBSERVACIONES:			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	CABEZAL IGSA	CÓDIGO	CAI-ZB
Nº DE INVENTARIO	9	DIRECCIÓN	Avenida Benigno Sánchez,
FABRICANTE	Industrias guerra	TELEFONOS	34 986 58 20 00
PROVEEDOR	Industrias guerra	UBICACIÓN	Pontevedra, España
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	Guerra	ALTURA	175 cm
MODELO	680A	ANCHO	117,8 cm
PESO	1460 KG	LARGO	126,2 cm
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Diametro max de apertura rodillos: 60 cm Diametro max tronzado: 60 cm Diametro max tala: 60 cm Tensado de la cadena y fijacion de espada automatica Velocidad cadena: 42 m/s Potencia :45kw</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Maquina recomendada para su instalacion tipo excavadora de 20 T Potencia minima de 110 kw Caudal minimo 250 l/min Presion 250 bar</p>			
<p>OBSERVACIONES: Este accesorio forestal fue importada desde Pontevedra España junto con los remolque con grua.</p>			


FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	MOTOSIERRA	CÓDIGO	MOS01-ZC
N° DE INVENTARIO	10	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL	ALTURA	
MODELO	MS 660	ANCHO	
PESO	7,3 kg	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
Velocidad del motor:13000 rpm			
FUNCIÓN Velocidad del motor:13000 rpm Potencia: 5,2 kw Capacidad de combustible: 0,840 lt Longitud de corte: 30 pulgadas. Cilindrada:91,6 cm ³			
OBSERVACIONES: Si su trabajo es en madera dura, esta es su mejor opción.			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	MOTOSIERRA	CÓDIGO	MOS02-ZC
N° DE INVENTARIO	11	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL	ALTURA	
MODELO	MS 660	ANCHO	
PESO	7,3 kg	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Velocidad del motor:13000 rpm</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Potencia: 5,2 kw Capacidad de combustible: 0,840 lt Longitud de corte: 36 pulgadas. Cilindrada:91,6 cm3</p>			
<p>OBSERVACIONES: Si su trabajo es en madera dura, esta es su mejor opción.</p>			


FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	MOTOSIERRA	CÓDIGO	MOS03-ZC
N° DE INVENTARIO	12	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL	ALTURA	
MODELO	MS 660	ANCHO	
PESO	7,3 kg	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
Velocidad del motor:13000 rpm			
FUNCIÓN Potencia: 5,2 kw Capacidad de combustible: 0,840 lt Longitud de corte: 36 pulgadas. Cilindrada:91,6 cm ³			
OBSERVACIONES: Si su trabajo es en madera dura, esta es su mejor opción.			



FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	MOTOSIERRA	CÓDIGO	MOS04-ZC
N° DE INVENTARIO	13	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL	ALTURA	
MODELO	MS 660	ANCHO	
PESO	7,3 kg	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS	FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO		
<p>Velocidad del motor:13000 rpm</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Potencia: 5,2 kw Capacidad de combustible: 0,840 lt Longitud de corte: 36 pulgadas. Cilindrada:91,6 cm³</p>			
<p>OBSERVACIONES: Si su trabajo es en madera dura, esta es su mejor opción.</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	MOTOSIERRA	CÓDIGO	MOS05-ZC
N° DE INVENTARIO	14	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL	ALTURA	
MODELO	MS 660	ANCHO	
PESO	7,3 kg	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Velocidad del motor:13000 rpm</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Potencia: 5,2 kw Capacidad de combustible: 0,840 lt Longitud de corte: 36 pulgadas. Cilindrada:91,6 cm³</p>			
<p>OBSERVACIONES: Si su trabajo es en madera dura, esta es su mejor opción.</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	GUADAÑA	CÓDIGO	GUS01-ZC
N° DE INVENTARIO	15	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL	ALTURA	
MODELO	FS 250	ANCHO	
PESO	6,3 kg	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Cilindrada 40,2 cm³ potencia: 1,6KW</p>			
FUNCIÓN			
<p>"Sistema de encendido electrónico"  Garantiza un arranque fiable y un funcionamiento del motor sin problemas. Está totalmente encapsulado y por tanto es inmune a la humedad y la suciedad."</p>			
OBSERVACIONES:			


FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	GUADAÑA	CÓDIGO	GUS02-ZC
N° DE INVENTARIO	16	DIRECCIÓN	Carrera 1 Y 2 N 23-37
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	(4) 8399650
PROVEEDOR	ALYMAR	UBICACIÓN	Caucasia- Antioquia
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL	ALTURA	
MODELO	FS 460 C-EM	ANCHO	
PESO	8,5 kg	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
Cilindrada 45,6 cm ³ potencia: 3 cv			
FUNCIÓN			
Encendido electrónico			
OBSERVACIONES: Guadaña de gran potencia, cómoda, duradera, robusta y más ergonómica.			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	GUADAÑA	CÓDIGO	GUS03-ZC
N° DE INVENTARIO	17	DIRECCIÓN	Carrera 1 Y 2 N 23-37
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	(4) 8399650
PROVEEDOR	ALYMAR	UBICACIÓN	Caucasia- Antioquia
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL	ALTURA	
MODELO	FS 460 C-EM	ANCHO	
PESO	8,5 kg	LARGO	
CRACTERISTICAS TÉCNICAS			
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Cilindrada 45,6 cm³ potencia: 3 cv</p>			
FUNCIÓN			
Encendido electrónico			
<p>OBSERVACIONES: Guadaña de gran potencia, cómoda, duradera, robusta y más ergonómica.</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	FUMIGADORA	CÓDIGO	FUR01-ZC
N° DE INVENTARIO	18	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	RoyalCondor	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	RoyalCondor	ALTURA	52,5 cm
MODELO		ANCHO	21,5 cm
PESO		LARGO	42,5 cm
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Capacidad de tanque: 18 L Peso Neto: 6 kg</p>			
FUNCIÓN			
<p>Presion de trabajo: 40 psi</p>			
OBSERVACIONES:			


FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	FUMIGADORA	CÓDIGO	FUR02-ZC
N° DE INVENTARIO	19	DIRECCIÓN	
FABRICANTE	RoyalCondor	TELEFONOS	
PROVEEDOR		UBICACIÓN	
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	RoyalCondor	ALTURA	52,5 cm
MODELO		ANCHO	21,5 cm
PESO		LARGO	42,5 cm
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
Capacidad de tanque: 18 L Peso Neto: 6 kg			
FUNCIÓN			
Presion de trabajo: 40 psi			
OBSERVACIONES: "Buen Desempeño, Liviana y Durable. Disponibilidad de 100% de los repuestos"			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	FUMIGADORA DE MOT	CÓDIGO	FUS01-ZC
N° DE INVENTARIO	20	DIRECCIÓN	CI 31 4-47 Of 309 Edif Los
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	(57 4) 782 6662
PROVEEDOR	" Comercializadora Int	UBICACIÓN	Monteria, Cordoba
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL MARCA REGISTR	ALTURA	
MODELO	SR 450	ANCHO	
PESO	12,7	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Cilindrada 63,3 cm³ Capacidad tanque pulverizacion: 14 L potencia: 3,9 cv</p>			
<p>FUNCIÓN</p> <p>Motor STIHL 2-MIX, con menores niveles de ruido y emisiones de gases</p>			
<p>OBSERVACIONES: Máquinas potentes y versátiles: para la fumigación de productos fitosanitarios en cultivos, árboles frutales y jardines</p>			

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA			
EQUIPO	FUMIGADORA DE MOT	CÓDIGO	FUS02-ZC
N° DE INVENTARIO	21	DIRECCIÓN	Cl 31 4-47 Of 309 Edif Los
FABRICANTE	STIHL	TELEFONOS	(57 4) 782 6662
PROVEEDOR	" Comercializadora Int	UBICACIÓN	Monteria, Cordoba
CRACTERISTICAS GENERALES			
MARCA	STIHL MARCA REGISTR	ALTURA	
MODELO	SR 450	ANCHO	
PESO	12,7	LARGO	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO	
<p>Cilindrada 63,3 cm3 Capacidad tanque pulverizacion: 14 L potencia: 3,9 cv</p>			
FUNCIÓN			
<p>Motor STIHL 2-MIX, con menores niveles de ruido y emisiones de gases</p>			
<p>OBSERVACIONES: Máquinas potentes y versátiles: para la fumigación de productos fitosanitarios en cultivos, árboles frutales y jardines</p>			

ANEXO B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	TRACTOR	CÓDIGO:	TRF01-ZA
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar líquido refrigerante. •Revisar el nivel del aceite del motor. •Revisar nivel de combustible. •Realizar inspección del sistema de frenos. •Revisar la presión de los neumáticos. •Engrase de los bulones de articulación directa 		
ACTIVIDAD MENSUA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar el estado de la batería. •Revisar la tornillería de las llantas. •Cambio del aceite del motor. •Cambio del filtro del aceite del motor (o cada 100 horas) •Lubricar Arboles de dirección. •Comprobar el nivel de aceite de transmisión. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio del filtro del combustible. •Revisar a tensión de la correa del ventilador •Cambiar el filtro del sistema hidráulico. •Ajustar los inyectores de combustible. •Revisar el nivel de aceite del tren de planetarios. •Comprobación del nivel del aceite del TDM. •Lubricar los racores del eje trasero. 		
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambiar líquido refrigerante. •Cambiar el aceite de frenos. •Cambio de aceite de tren de planetarios. •Cambio del aceite del eje del TDM. 		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	TRACTOR	CÓDIGO:	TRF02-ZA
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar líquido refrigerante. •Revisar el nivel del aceite del motor. •Realizar inspección del sistema de frenos. •Ver que no hayan cables eléctricos en corto o fuera de lugar. •Engrase de los bulones de articulación directa 		
ACTIVIDAD MENSUA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar el estado de la batería. •Revisar la tornillería de las llantas. •Cambio del aceite del motor. •Cambio del filtro del aceite del motor (o cada 100 horas) •Lubricar Arboles de dirección. •Comprobar el nivel de aceite de transmisión. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio del filtro del combustible. •Revisar a tensión de la correa del ventilador •Cambiar el filtro del sistema hidráulico. •Ajustar los inyectores de combustible. •Revisar el nivel de aceite del tren de planetarios. •Comprobación del nivel del aceite del TDM. •Lubricar los racores del eje trasero. 		
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambiar líquido refrigerante. •Cambiar el aceite de frenos. •Cambio de aceite de tren de planetarios. •Cambio del aceite del eje del TDM. 		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	TRACTOR	CÓDIGO:	TRJ-ZA
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar líquido refrigerante. •Revisar el nivel del aceite del motor. •Revisar nivel de combustible. •Realizar inspección del sistema de frenos. •Revisar la presión de los neumáticos. •Engrase de los bulones de articulación directa 		
ACTIVIDAD MENSUA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar el estado de la batería. •Revisar la tornillería de las llantas. •Cambio del aceite del motor. •Cambio del filtro del aceite del motor (o cada 100 horas) •Lubricar Arboles de dirección. •Comprobar el nivel de aceite de transmisión. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio del filtro del combustible. •Revisar a tensión de la correa del ventilador •Cambiar el filtro del sistema hidráulico. •Ajustar los inyectores de combustible. •Revisar el nivel de aceite del tren de planetarios. •Comprobación del nivel del aceite del TDM 		
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambiar líquido refrigerante. •Cambiar el aceite de frenos. •Cambio de aceite de tren de planetarios. •Cambio del aceite del eje del TDM. •Revisa y cambiar si es necesario el refrigerante del aire acondicionado. 		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	TRACTOR	CÓDIGO:	TRN-ZA
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar líquido refrigerante. •Revisar el nivel del aceite del motor. •Revisar nivel de combustible. •Realizar inspección del sistema de frenos. •Revisar la presión de los neumáticos. •Engrase de los bulones de articulación directa 		
ACTIVIDAD MENSUA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar el estado de la batería. •Revisar la tornillería de las llantas. •Cambio del aceite del motor. •Cambio del filtro del aceite del motor (o cada 100 horas) •Lubricar Arboles de dirección. •Comprobar el nivel de aceite de transmisión. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio del filtro del combustible. •Revisar a tensión de la correa del ventilador •Cambiar el filtro del sistema hidráulico. •Ajustar los inyectores de combustible. •Revisar el nivel de aceite del tren de planetarios. •Comprobación del nivel del aceite del TDM 		
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambiar líquido refrigerante. •Cambiar el aceite de frenos. •Cambio de aceite de tren de planetarios. •Cambio del aceite del eje del TDM. •Revisa y cambiar si es necesario el refrigerante del aire acondicionado. 		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	REMOLQUE CON	CÓDIGO:	REG01-ZA
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar que no existan fugas en el circuito hidráulico. •Verificar que las palancas se muevan con facilidad y que retornen a su posición central. •Control en el nivel hidráulico en el depósito. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Engrase general, casquillos, bulones, guías de deslizamiento... •Revisar el nivel de aceite en el giro. •Limpieza general de la grúa. •Comprobar posibles holguras en los brazos telescópicos. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio de filtro de la bomba de aspiración. •Cambio del aceite hidráulico. •limpieza del depósito de aceite. •Controlar la presión de servicio del sistema hidráulico. •Compruebe el par de apriete de los abarcones. 		
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Sustitución de los casquillos de los bulones. •Sustitución de los casquillos de giro. 		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	REMOLQUE CON	CÓDIGO:	REG02-ZA
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar que no existan fugas en el circuito hidráulico. •Verificar que las palancas se muevan con facilidad y que retornen a su posición central. •Control en el nivel hidráulico en el depósito. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Engrase general, casquillos, bulones, guías de deslizamiento... •Revisar el nivel de aceite en el giro. •Limpieza general de la grúa. •Comprobar posibles holguras en los brazos telescópicos. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio de filtro de la bomba de aspiración. •Cambio del aceite hidráulico. •limpieza del depósito de aceite. •Controlar la presión de servicio del sistema hidráulico. •Compruebe el par de apriete de los abarcones. 		
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Sustitución de los casquillos de los bulones. •Sustitución de los casquillos de giro. 		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	RETRO	CÓDIGO:	RETH-ZA
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Engrase de pasadores de la cuchara y la junta delantera. •Comprobar el nivel de aceite del motor. •Comprobar el separador de agua. •Comprobar el nivel de aceite del sistema hidráulico. •Cambiar el filtro del aceite piloto. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Comprobar el nivel de aceite del engranaje reductor. •Limpiar el filtro de recirculación del aire de la cabina. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio de aceite del motor •Cambiar el filtro del aceite del motor. •Cambio de filtro de vaciado de la bomba. •Cambio el filtro del depósito de aceite hidráulico. •Sustituir el filtro del combustible. •Comprobación de la cantidad del refrigerante. 		
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambio del engranaje reductor del brazo de rotación. •Cambio del aceite hidráulico. •Limpieza del filtro de admisión de la bomba de alimentación. 		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	MAQUINA ARADO	CÓDIGO:	ARA-ZA
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Comprobar buena nivelación con respecto a la tierra. •Comprobar el ángulo de inclinación de los discos sean los apropiados. •Engrase diario de los rodamientos 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Lubricar las uniones de los discos de arado. •Revisar que el apriete de los discos a los desbarradores. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades.		
ACTIVIDAD ANUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Pintar con pintura anticorrosiva. 		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	CABEZAL IGSA	CÓDIGO:	CAI-ZB
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Comprobar el tensado, el filo, la sujeción y los posibles daños de la cadena de la sierra. •Compruebe la sujeción y el estado de los sensores de diámetro •Verificar que no existan fugas de aceite. •Comprobar el funcionamiento de lubricación de la cadena. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Comprobar que no se hayan aflojado los elemento de montaje •Comprobar que no se hayan dañado las mangueras hidráulicas •Comprobar que la unidad de sierra no se haya dañado y que no hayan aparecido grietas. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Compras si existen fugas en la unidad de sierra- •Tesar la cadena apretando las tuercas de los collarines •Verifique la condición de los elementos flexibles •Comprobar el apriete de las uniones atornilladas 		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	MOTOSIERRA	CÓDIGO:	MOS01-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Tener disponibilidad de cadena afilada y en buen estado. • Verificar freno de cadena. • Verificar estado del filtro de aire. • Controlar la tensión de la cadena. • Limpiar la espada e invertir la posición. • Limpiar cuerpo de la motosierra. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar componentes electrónicos. • Desarmar y verificar componentes del freno de cadena. • Vaciar y lavar tanques de carburante y lubricación. • Revisar y engrasar piñón. • Limpiar, revisar y regular bujía. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	MOTOSIERRA	CÓDIGO:	MOS02-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Tener disponibilidad de cadena afilada y en buen estado. •Verificar freno de cadena. •Verificar estado del filtro de aire. •Controlar la tensión de la cadena. •Limpiar la espada e invertir la posición. •Limpiar cuerpo de la motosierra. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar componentes electrónicos. •Desarmar y verificar componentes del freno de cadena. •Vaciar y lavar tanques de carburante y lubricación. •Revisar y engrasar piñón. •Limpiar, revisar y regular bujía. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

EQUIPO:	MOTOSIERRA	CÓDIGO:	MOS03-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Tener disponibilidad de cadena afilada y en buen estado. • Verificar freno de cadena. • Verificar estado del filtro de aire. • Controlar la tensión de la cadena. • Limpiar la espada e invertir la posición. • Limpiar cuerpo de la motosierra. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar componentes electrónicos. • Desarmar y verificar componentes del freno de cadena. • Vaciar y lavar tanques de carburante y lubricación. • Revisar y engrasar piñón. • Limpiar, revisar y regular bujía. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	MOTOSIERRA	CÓDIGO:	MOS04-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> • Tener disponibilidad de cadena afilada y en buen estado. • Verificar freno de cadena. • Verificar estado del filtro de aire. • Controlar la tensión de la cadena. • Limpiar la espada e invertir la posición. • Limpiar cuerpo de la motosierra. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar componentes electrónicos. • Desarmar y verificar componentes del freno de cadena. • Vaciar y lavar tanques de carburante y lubricación. • Revisar y engrasar piñón. • Limpiar, revisar y regular bujía. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	MOTOSIERRA	CÓDIGO:	MOS05-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Tener disponibilidad de cadena afilada y en buen estado. •Verificar freno de cadena. •Verificar estado del filtro de aire. •Controlar la tensión de la cadena. •Limpiar la espada e invertir la posición. •Limpiar cuerpo de la motosierra. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar componentes electrónicos. •Desarmar y verificar componentes del freno de cadena. •Vaciar y lavar tanques de carburante y lubricación. •Revisar y engrasar piñón. •Limpiar, revisar y regular bujía. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	GUADAÑA	CÓDIGO:	GUS01-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Limpiar el exterior del equipo, rejillas de ventilación. •Verificar que estén apretados los tornillos del equipo. •Limpiar el filtro del aire. •Revisar la cuchilla para verificar que este centrada y apretada. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambiar la grasa de la caja de engranaje. •Revisar el estado de los filtros de combustible y de la manguera de succion que se encuentra en el tanque. •Limpiar la bujía. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar todos los cables de conexión. •Controle el desgaste del embrague. •Cambiar el filtro de la gasolina. 		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	GUADAÑA	CÓDIGO:	GUS02-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Limpiar el exterior del equipo, rejillas de ventilación. •Verificar que estén apretados los tornillos del equipo. •Limpiar el filtro del aire. •Revisar la cuchilla para verificar que este centrada y apretada. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambiar la grasa de la caja de engranaje. •Revisar el estado de los filtros de combustible y de la manguera de succion que se encuentra en el tanque. •Limpiar la bujía. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar todos los cables de conexión. •Controle el desgaste del embrague. •Cambiar el filtro de la gasolina. 		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	GUADAÑA	CÓDIGO:	GUS03-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Limpiar el exterior del equipo, rejillas de ventilación. •Verificar que estén apretados los tornillos del equipo. •Limpiar el filtro del aire. •Revisar la cuchilla para verificar que este centrada y apretada. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Cambiar la grasa de la caja de engranaje. •Revisar el estado de los filtros de combustible y de la manguera de succion que se encuentra en el tanque. •Limpiar la bujía. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar todos los cables de conexión. •Controle el desgaste del embrague. •Cambiar el filtro de la gasolina. 		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	FUMIGADORA	CÓDIGO:	FUR01-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Limpiar la boquilla de aspersión de las impurezas •Lavar el diafragma. •Revisar que no hayan fugas en la manguera. •Lubricar el pistón. •Lubricar el pistón con aceite 3 en 1. •Revisar filtros de la manguera 		
ACTIVIDAD MENSUAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	FUMIGADORA	CÓDIGO:	FUR02-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Limpiar la boquilla de aspersión de las impurezas •Lavar el diafragma. •Revisar que no hayan fugas en la manguera. •Lubricar el pistón. •Lubricar el pistón con aceite 3 en 1. •Revisar filtros de la manguera 		
ACTIVIDAD MENSUAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	FUMIGADORA DE	CÓDIGO:	FUS01-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Limpiar las boquillas de las impurezas. •Lavar el diafragma. •Revisar que no hayan fugas en la manguera. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar lubricación de la bomba. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

FICHA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
EQUIPO:	FUMIGADORA DE	CÓDIGO:	FUS02-ZC
ACTIVIDAD DIARIA	<ul style="list-style-type: none"> •Limpiar las boquillas de las impurezas. •Lavar el diafragma. •Revisar que no hayan fugas en la manguera. 		
ACTIVIDAD MENSUAL	<ul style="list-style-type: none"> •Revisar lubricación de la bomba. 		
ACTIVIDAD SEMESTRAL	No se registran actividades		
ACTIVIDAD ANUAL	No se registran actividades		

ANEXO C. FICHAS DE RECOMENDACIONES

FICHA DE RECOMENDACIONES			
EQUIPO:	TRACTOR	CÓDIGO:	TRJ-ZA
RECOMENDACIÓN 1	1. Para comprobar el nivel del refrigerante del motor este debe estar frío para conocer su nivel real.		
RECOMENDACIÓN 2	2. Nunca haga funcionar el motor sin suficiente presión de aceite (luz testigo de presión de aceite)		
RECOMENDACIÓN 3	3. Usar únicamente combustible diésel		
RECOMENDACIÓN 4	5. Usar refrigerante R134a para el mantenimiento del aire acondicionado.		

FICHA DE RECOMENDACIONES			
EQUIPO:	REMOLQUE CON GRUA	CÓDIGO:	REG01-ZA
RECOMENDACIÓN 1	1. Antes de realizar cualquier manipulación asegurarse que el remolque este estable y que todas sus partes articuladas estén bloqueadas.		
RECOMENDACIÓN 2	2. Si el remolque se encuentra enganchada a algún tipo de máquina, dicha máquina debe estar apagada y completamente frenada.		
RECOMENDACIÓN 3	3. Si el motor del vehículo debe funcionar durante un ajuste, mantener las manos, los pies y las prendas de vestir y cualquier otra parte del cuerpo lejos de las partes móviles.		
RECOMENDACIÓN 4	4. Respecto a los locales donde se realices los trabajos de mantenimiento diremos que el barro, la nieve, el combustible o aceite derramado tiene que ser removidos para evitar accidentes.		

FICHA DE RECOMENDACIONES			
EQUIPO:	REMOLQUE CON GRUA	CÓDIGO:	REG02-ZA
RECOMENDACIÓN 1	1. Para el enganche del remolque al tractor este debe estar apagado antes de conectar el circuito hidráulico.		
RECOMENDACIÓN 2	2. El engrase de los casquillos se debe hacer con grasa tipo: Lítico compleja		
RECOMENDACIÓN 3	3. Antes de realizar cualquier manipulación asegurarse que el remolque este estable y que todas sus partes articuladas estén bloqueadas.		
RECOMENDACIÓN 4			

FICHA DE RECOMENDACIONES			
EQUIPO:	REMOLQUE CON GRUA	CÓDIGO:	REG02-ZA
RECOMENDACIÓN 1	1. Para el enganche del remolque al tractor este debe estar apagado antes de conectar el circuito hidráulico.		
RECOMENDACIÓN 2	2. El engrase de los casquillos se debe hacer con grasa tipo: Lítico compleja		
RECOMENDACIÓN 3	3. Antes de realizar cualquier manipulación asegurarse que el remolque este estable y que todas sus partes articuladas estén bloqueadas.		
RECOMENDACIÓN 4			

FICHA DE RECOMENDACIONES			
EQUIPO:	CABEZAL IGSA	CÓDIGO:	CAI-ZB
RECOMENDACIÓN 1	1. Apague siempre el motor antes de efectuar el mantenimiento.		
RECOMENDACIÓN 2	2. Nunca modifique el sistema hidráulico para acelerar la rotación del equipo en funcionamiento de la cadena. No sobrepase la presión recomendada por el manual		
RECOMENDACIÓN 3	Para el aceite hidráulico debe regir la norma SH 68		
RECOMENDACIÓN 4	Antes de hacer la conexión hidráulica asegúrese que la maquina base este apagada y el cabezal procesador este totalmente asegurado.		

FICHA DE RECOMENDACIONES			
EQUIPO:	MOTOSIERRA	CÓDIGO:	MOS01-ZC
RECOMENDACIÓN 1	Use únicamente piezas de repuesto STIHL para el mantenimiento.		
RECOMENDACIÓN 2	Siempre apague el motor y asegúrese que la herramienta de corte está detenida antes de hacer cualquier trabajo de mantenimiento.		
RECOMENDACIÓN 3	No pruebe nunca el sistema de encendido con el casquillo desconectado de la bujía.		
RECOMENDACIÓN 4			

ANEXO E. FOTOGRAFIAS DE LA VISITA.





