



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**REDISEÑO DE RUTAS Y LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE TRACTORES, EN UNA EMPRESA DE LA
INDUSTRIA AZUCARERA**

Carlos Eduardo Oliva Alonso

Asesorado por el Ing. Freddy Giovanni Yanes Fajardo

Guatemala, Marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDISEÑO DE RUTAS Y LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE TRACTORES, EN UNA EMPRESA DE LA
INDUSTRIA AZUCARERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

CARLOS EDUARDO OLIVA ALONSO
ASESORADO POR EL ING. FREDDY GIOVANNY YANES
FAJARDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MARZO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spinola
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Jose Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Mirando Orozco
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruíz Hernández
EXAMINADOR	Ing. Freddy Mauricio Monroy Peralta
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

REDISEÑO DE RUTAS Y LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRACTORES, EN UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA AZUCARERA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 15 de febrero de 2008.



Handwritten signature of Carlos Eduardo Oliva Alonso, consisting of stylized cursive letters.

Carlos Eduardo Oliva Alonso

Guatemala, 15 de enero del 2009

Ing. Julio Cesar Campos Paiz
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Campos:

De conformidad con la designación que se me hiciera, he realizado la asesoría del trabajo de graduación titulado REDISEÑO DE RUTAS Y LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRACTORES EN UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA AZUCARERA elaborado por el estudiante Carlos Eduardo Oliva Alonso, con carnet No. 2003-12427, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Mecánico.

Después de revisarlo, lo he encontrado de mi satisfacción, por lo que el trabajo de graduación presentado es aceptable.

El autor y el asesor de esta tesis se hacen responsables del contenido y conclusiones del mismo por su veracidad.

Por lo anterior, me permito sugerir la aprobación del mismo.

Atentamente

F. J. Y. F.

Ingeniero Mecánico Industrial
Freddy Giovanni Yanes Fajardo
Colegiado No. 8650

FREDDY GIOVANNI YANES FAJARDO
INGENIERO MECANICO INDUSTRIAL
COLEGIADO 8650



FACULTAD DE INGENIERIA

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado REDISEÑO DE RUTAS Y LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRACTORES EN UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA AZUCARERA, del estudiante **Carlos Eduardo Oliva Alonso**, recomienda su aprobación.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador de Área

Guatemala, febrero de 2009 .

/behdei



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria al Trabajo de Graduación titulado REDISEÑO DE RUTAS Y LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRACTORES EN UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA AZUCARERA. del estudiante **Carlos Eduardo Oliva Alonso**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, marzo de 2009 .

/behdei

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.065.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **REDISEÑO DE RUTAS Y LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRACTORES, EN UNA EMPRESA DE LA INDUSTRIA AZUCARERA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Eduardo Oliva Alonso**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, marzo de 2009

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS

Por permitirme salud y la oportunidad de culminar con éxito este trabajo de graduación.

MIS PADRES

Por su incondicional apoyo en todos los aspectos de mi carrera y ejemplo de vida.

MI HERMANO

Por su valioso soporte y ejemplo de éxito.

MI ESPOSA

Por motivarme en tiempos de dificultad a no perder el objetivo último del estudio.

MI ASESOR

Por facilitarme los recursos necesarios para la culminación exitosa de este trabajo aún comprometiendo obligaciones.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE ABREVIATURAS	IX
GLOSARIO	XI
ALCANCES Y LÍMITES	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1 ANTECEDENTES DEL TALLER AGRÍCOLA	
1.1 Descripción	1
1.2 Estructura organizacional	3
1.2.1 Estructura administrativa	3
1.2.2 Estructura operativa	5
1.3 Visión	8
1.4 Conductas	9
1.5 Servicios ofrecidos	9
1.6 Área geográfica de operación	10
2 TEORÍA DEL MANTENIMIENTO DE TRACTORES AGRÍCOLAS	
2.1 Generalidades del mantenimiento de tractores agrícolas en MAGRISA	13
2.2 Clasificación del mantenimiento en tractores agrícolas	17
2.2.1 Mantenimiento correctivo	17
2.2.2 Mantenimiento preventivo	18
2.2.2.1 Mantenimiento diario	20
2.2.2.2 Servicios programados	24
2.2.3 Mantenimiento predictivo	25

2.2.3.1	Análisis de vibraciones	26
2.2.3.2	Análisis de aceites lubricantes	27
2.2.3.3	Análisis por ultrasonido	27
2.2.3.4	Termografía.	28
3	GENERALIDADES DE TRACTORES AGRÍCOLAS	
3.1	Clasificación de tractores agrícolas	29
3.2	Aplicaciones de tractores agrícolas	34
3.2.1	Aplicación de tractores de potencia alta y media alta (mecanización agrícola)	34
3.2.2	Aplicación de tractores de potencia media (movimiento equipos de cosecha)	36
3.2.2.1	Tractores de cosecha corte mecanizado	37
3.2.2.2	Tractores de cosecha corte manual	37
3.2.3	Tractores de potencia media baja y baja (labores culturales)	38
3.3	Principales funciones del tractor agrícola	42
3.3.1	Toma de fuerza (TDF)	42
3.3.2	Elevador hidráulico	44
3.3.2.1	Enganche tres puntos	45
3.3.2.2	Sistema de elevador	46
3.3.3	Válvulas de control remoto	47
4	EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE PROCESOS	
4.1	Logística de mantenimiento preventivo de tractores	49
4.1.1	Diagramación	50
4.1.1.1	Diagramación logística de servicios 300, 600, 900 y 1200 horas	51
4.1.1.2	Diagramación logística mantenimientos diarios 10 y 50 horas.	60
4.1.2	Deficiencias detectadas	62
4.1.2.1	Deficiencias de logística de servicios	62

4.1.2.2	Deficiencias de logística de mantenimiento diario	67
4.2	Operativos de mantenimiento	68
4.2.1	Ejecución	68
4.2.2	Diagramación	71
4.2.2.1	Diagrama ejecución mantenimientos 10 y 50 horas tractor Mc Cormick MC135	71
4.2.2.2	Diagrama ejecución de servicios 1200 horas tractor Mc Cormick MC135	72
4.2.3	Fallas y deficiencias detectadas	72
5	ANÁLISIS DE FALLAS	
5.1	Análisis de fallas por sistema	75
5.2	Relaciones causa-efecto	84
5.2.1	Asociación falla-inadecuada operación	84
5.2.2	Asociación falla-deficiencia mantenimiento	85
5.2.3	Asociación falla-otras causas	86
6	REDISEÑO Y PROPUESTA DE MEJORA EN RUTAS Y LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
6.1	Logística de mantenimiento preventivo	89
6.1.1	Reestructuración de logística de mantenimiento en servicios 300, 600, 900 y 1200 horas	89
6.1.2	Reestructuración de logística de mantenimiento diarios 10 y 50 horas	91
6.1.3	Diagramación propuesta	93
6.2	Operativos de mantenimiento preventivo	103
6.3	Recursos requeridos para aplicación de propuestas de mejora	104
6.4	Medidas precautorias de fallo	104
6.5	Acciones adicionales	104

CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
APÉNDICES	111
1 Relación máquina-hombre talleres satélite	111
2 Implementos para labores agrícolas	112
3 Inventario de herramienta en talleres satélite	117
4 Propuesta de algoritmo para programación de servicios	120
5 Formato de recepción de tractor (Checklist)	123
6 Ruta de mantenimiento de 10 y 50 horas de tractores reestructurada	124
7 Ruta de servicios programados de 300, 600, 900, y 1200 horas reestructurado	125
8 Ruta de mantenimiento eléctrico	130

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Vista aérea de Ingenio Magdalena S.A.	2
2	Organigrama Taller Agrícola	4
3	Galera del departamento de tractores Taller Agrícola Central	6
4	Galera del taller satélite Luceros	6
5	Fachada del taller satélite Velásquez	7
6	Distribución de talleres satélites por Administración	11
7	Gráfico distribución hectáreas por tractor	15
8	Camión abastecedor de combustible y para mantenimiento	21
9	Vehículo para realizar mantenimiento móvil	22
10	Camión para mantenimiento móvil Mercedes Benz	23
11	Camión para mantenimiento móvil Toyota	23
12	Ciclo de rutas de servicio tractores	25
13	Partes básicas de un tractor agrícola	30
14	Fotografía de tractor agrícola (Mc Cormick MC135)	31
15	Tractor John Deere 7920 utilizado en labores de mecanización	34
16	Tractor John Deere 8860 articulado utilizado en mecanización	35
17	Tractor remolcando góndola en cosecha mecanizada	37
18	Tractor Vanguard remolcado jaula cañera con 30 toneladas mientras alzadora llena la misma	38
19	Tractor Mc Cormick C100, con 100 HP de potencia al volante	39
20	Tractor John Deere 6460, con 114 HP de potencia al volante	39
21	Tractor Case MC120, con 120 HP de potencia al volante	40
22	Tractor New Holland TM135, con 135 HP de potencia al volante	40
23	Tractor John Deere 7420, con 140 HP de potencia al volante	41
24	Toma de fuerza de tractor	43

25	Chapeadora acoplada a tractor por medio de toma de fuerza	44
26	Elevador hidráulico	45
27	Válvulas de control remoto	48
28	Diagrama de flujo de operaciones Taller Agrícola Central, hoja 1	51
29	Diagrama de flujo de operaciones Taller Agrícola Central, hoja 2	52
30	Diagrama de flujo de operaciones Taller Agrícola Central, hoja 3	53
31	Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite, hoja 1	54
32	Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite, hoja 2	55
33	Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite, hoja 3	56
34	Diagrama de flujo de operaciones servicios en campo, hoja 1	57
35	Diagrama de flujo de operaciones servicios en campo, hoja 2	58
36	Diagrama de flujo de operaciones servicios en campo, hoja 3	59
37	Diagramación mantenimientos 10 y 50 horas	60
38	Secuencia ejecución mantenimiento 10 y 50 horas	71
39	Secuencia ejecución mantenimiento 300, 600, 900 y 1200 horas	72
40	Gráfico de Pareto de relación falla por sistema y tiempo de paro por mecánico	77
41	Gráfico de tendencia apertura OT en período de análisis para el parque total de maquinaria analizada	81
42	Gráfica de participación horas-mecánico en maquinaria por administración	82
43	Gráfica de participación horas-mecánico en maquinaria por Marca Serie del Tractor	83
44	Gráfica de participación horas-mecánico en maquinaria por Marca Serie del Tractor. (sin incluir Mc Cormick MC120)	84
45	Diagrama de flujo de operación Taller Central modificado, hoja 1	94
46	Diagrama de flujo de operación Taller Central modificado, hoja 2	95
47	Diagrama de flujo de operación Taller Central modificado, hoja 3	96
48	Diagrama de flujo de operación Taller Satélite modificado, hoja 1	97
49	Diagrama de flujo de operación Taller Satélite modificado, hoja 2	98
50	Diagrama de flujo de operación Taller Satélite modificado, hoja 3	99
51	Diagrama de flujo de operación campo modificado, hoja 1	100

52	Diagrama de flujo de operación campo modificado, hoja 2	101
53	Diagrama de flujo de operación campo modificado, hoja 3	102
54	Subsuelo Rome Plaw de 6 ganchos	112
55	Rastra Rome Plaw para volteo	113
56	Rastra pulidora	113
57	Surqueador Super Tatu de tres surcos	114
58	Descarnador Tatu de 6 ganchos	114
59	Cultivadora Tatu para dos mesas	115
60	Rastra chinchera hechiza	115
61	Fertilizadora Super Tatu para dos mesas	116
62	Chapeadora Rino de cuchillas	116
63	Información contenida en boleta de despacho de combustible	120
64	Información contenida en sistema de maquinaria	121
65	Ejemplo de matriz simplificada de información obtenida de datos sistema gasolinera y maquinaria	121
66	Formato de recepción de tractores propuesto	123

TABLAS

I	Maquinaria responsabilidad de Taller Agrícola	3
II	Clasificación de personal Taller Agrícola	7
III	Distribución de personal Taller Agrícola Central	8
IV	Distribución de personal talleres satélites	8
V	Distribución de área por Administración	10
VI	Distribución académica del departamento tractores y talleres satélites	14
VII	Distribución hectáreas por tractor	15
VIII	Relación máquina hombre talleres satélites	16
IX	Clasificación tractores agrícola por potencia y aplicación	33
X	Cuadro resumen actividades agronomía y requerimiento de maquinaria	36
XI	Cuadro resumen actividades para movimientos de cosecha y requerimientos de maquinaria	38
XII	Cuadro resumen actividades de labores culturales y	

	requerimientos de maquinaria	42
XIII	Relación categorías-esfuerzo de tracción del enganche tres puntos	46
XIV	Relación categoría-diámetros de bulón del enganche tres puntos	46
XV	Cuadro resumen de actividades de mantenimiento preventivo 10 y 50 horas	69
XVI	Cuadro resumen de actividades de mantenimiento preventivo De 300, 600, 900 y 1200 horas.	70
XVII	Clasificación de sistemas para tractores agrícolas	75
XVIII	Cuadro resumen de relación falla por sistema y tiempo de paro por mecánico	76
XIX	OT abiertas de noviembre 2007 a octubre 2008 para el parque total de maquinaria analizada	79
XX	% OT abiertas de noviembre 2007 a octubre 2008 para el parque total de maquinaria analizada	80
XXI	Cuadro de participación horas-mecánico en maquinaria por Administración	81
XXII	Cuadro de participación horas-mecánico en maquinaria por Marca-Serie Tractor	83
XXIII	Subsistemas eléctricos analizados	86
XXIV	Relación Máquina-Hombre Talleres Satélite	111
XXV	Tabla listado de herramienta en talleres satélite	117
XXVI	Tabla listado de herramientas unidades móviles de mantenimiento	118
XXVII	Ruta de mantenimiento 10 y 50 horas propuesto	124
XXVIII	Ruta de servicio 300 horas propuesta	125
XXVIX	Ruta de servicio 600 horas propuesta	126
XXX	Ruta de servicio 900 horas propuesta	127
XXXI	Ruta de servicio 1200 horas propuesta	128
XXXII	Ruta de mantenimiento eléctrico propuesta	130

LISTA DE ABREVIATURAS

(Ha)	Hectárea
(HP)	Caballo de potencia
(Hrs)	Horas
(OT)	Orden de trabajo
(CT)	Cabina de taller
(TC)	Taller central
(rpm)	Revoluciones por minuto

GLOSARIO

Administración	Conjunto de fincas en una zona geográfica particular con objeto de establecer un mayor control, generalmente cuentan con un mínimo de 2,500 Ha.
Administrador	Persona que tiene bajo su cargo todas las fincas ubicadas en una administración en particular.
Alzadora	Máquina especialmente diseñada para levantar caña quemada cortada y aplicada en chorras desde el suelo, para cargar jaulas que transportan la materia prima al ingenio.
Cabina de taller	Departamento que tiene a su cargo la apertura y cierre de órdenes de trabajo, cuenta con dos digitadores, dos computadoras con acceso a sistema informático, y un radio base.
Cañal	Extensión de tierra destinada al cultivo de caña de azúcar.
Caña de azúcar	Planta gramínea originaria de la India, con tallo leñoso, hojas largas y flores purpúreas en panoja piramidal.

Cinta dimond	Cinta entre uno y dos centímetros de ancho y largo variable en donde se puede escribir utilizando una máquina dimera, se utiliza para indicar el próximo servicio de un tractor.
Chasis	Estructura de metal fabricada especialmente para soportar carga distribuida a lo largo de la misma y soportada por un tándem de ejes con neumáticos.
Chorra	Caña cortada y limpiada en su punta en ambos extremos se le quitan las hojas y raíces para luego ser alineada transversalmente a los surcos en su parte central.
Cosechadora	Máquina especialmente diseñada para cortar caña verde o ya quemada desde su raíz, limpiándola y seccionándola en trozos de 1 pie hasta 2 pies. La carga directamente sobre las jaulas, gansos o carretones, para luego ser transportada como materia prima al ingenio.
Horómetro	Instrumento de medición ubicado en la maquinaria que permite determinar las horas efectivas de trabajo de la misma.
Ingenio	Fábrica industrial en donde se transforma la materia prima de caña cortada del campo en azúcar para venta o exportación.
Labor cultural	Labor agrícola que se ejecuta sobre el cultivo con objeto de obtener los rendimientos esperados.

Mecanización de tierra	Labores ejecutadas sobre la tierra a fin de preparar la misma para la siembra de un cultivo.
Noria	Agujero cavado en un sector particular de finca con profundidad mayor a 3 metros con objeto de ubicarla como fuente de agua para riego.
Orden de trabajo	Documento que indica la necesidad de trabajo sobre un máquina y que contiene los datos básicos para su ubicación, operación y del problema, es indispensable para comenzar ejecución de trabajo y retirar repuestos de bodega.
Potencia	Medida de la rapidez con la que se realiza un trabajo.
Ruta de mantenimiento	Guía en la cual se establece las actividades a seguir para la ejecución de mantenimiento sobre una máquina en particular.
Supervisor	Persona que tiene a su cargo la tarea de asignación de trabajos, recursos y verificación de la calidad de los mismos sobre la maquinaria a su cargo.

ALCANCES Y LÍMITES

1. El período de análisis fue el transcurrido entre el 01-11-2007 al 30-10-2008.
2. El análisis fue realizado sobre 76 tractores de 96 tractores totales, con potencia medida al volante en el rango 100 a 140 HP propiedad de la empresa Maquinaria Agrícola S.A. (MAGRISA), no incluyendo la maquinaria adquirida iniciado el período de análisis.
3. El análisis fue realizado sobre el comportamiento de 7 Administraciones de un total 8, excluyendo la Administración de Retalhuleu, quien posee maquinaria adquirida iniciado el período de análisis, siendo éstas: *Santa María, Baganvilia, Velásquez, Agropesa, Taxisco, Chiquimulilla, Barranquilla.*
4. El análisis fue realizado sobre el departamento de tractores del Taller Agrícola Central y 7 Talleres Satélites de un total de 9, siendo éstos: *Margaritas, Luceros, Velásquez, Líbano, San Bartolo, Salamares, Barranquilla*, excluyendo los talleres que iniciaron operaciones posterior a ese período.

RESUMEN

Los primeros dos capítulos hacen referencia descriptiva tanto de las actividades generales de la empresa objeto de estudio, su estructuración logística y operativa, niveles jerárquicos, recursos disponibles, áreas operativa, así como las generalidades concretas referidas a las actividades de mantenimiento tal y cual se desarrolla dentro de ésta y su asociación a los aspectos teóricos en dicha materia.

El tercero de los capítulos presenta a grandes rasgos teoría relacionada con los tractores (maquinaria objeto de estudio) y las distintas clasificaciones de la misma, enfatizando en la utilizada a nivel de ingenios en Guatemala, así mismo presentando una breve descripción de las aplicaciones y principales funciones de éstos.

El cuarto y quinto de los capítulos constituye el análisis y las evaluaciones del presente trabajo, ahondando en aspectos tanto logísticos como operativos, en los diferentes sistemas de los tractores, determinando las principales áreas con oportunidad de mejora en dichos aspectos.

El sexto capítulo presenta propuestas para el desarrollo de las áreas de oportunidad establecidas en los dos capítulos anteriores.

OBJETIVOS

General

Disminuir el tiempo de paro en maquinaria, mediante la readecuación de las rutas, planes y logística de mantenimiento preventivo que permita garantizar la ejecución apropiada del mismo en tractores de 100 a 140 HP responsabilidad del departamento de Taller Agrícola de la empresa Maquinaria Agrícola S.A. (MAGRISA), en función de los resultados obtenidos del análisis de fallas.

Específicos:

1. Identificar los elementos de la estructura organizacional del taller en cuestión, a fin de identificar el contexto en que se llevan a cabo los procesos.
2. Analizar el registro de fallas en tractores sujeto de análisis, haciendo uso del principio de Pareto, a fin de identificar el 20% de fallas responsables del 80% del tiempo de paro.
3. Realizar diagramación de proceso logístico de mantenimiento.
4. Determinar asociación de falla a prácticas inadecuadas de mantenimiento preventivo y otras causas.
5. Rediseñar los aspectos logísticos y operativos (rutas de mantenimiento) referentes a inciso anterior.

6. Proporcionar los lineamientos necesarios para la implementación de los cambios propuestos.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad resulta de interés observar cómo algunas empresas dedicadas al sector de maquinaria agrícola encauzan esfuerzos en la adecuación de procedimientos relacionados con el mantenimiento, con el fin de avanzar en la escalera y posicionarse en escalones tales como predictivo y proactivo realizando para el efecto inversiones en análisis periódicos de lubricantes así como en instrumentos que permitan la captura de información relacionada a temperaturas, vibraciones, entre otros, en un claro intento por evolucionar en el ramo con el fin de disminuir los tiempos de paro en maquinaria y por ende ser más competitivos en el sector.

Lo anterior tiene lógica si se atiende al hecho que la rentabilidad de una máquina disminuye en proporción al tiempo en que ésta se encuentra en paro, sin embargo cabe notar también que en algunas empresas pese a sus esfuerzos el paro de maquinaria por fallas asociadas al mantenimiento de las mismas aún sigue produciéndose y en varias de ellas su posición en la escalera es claramente el correctivo.

El mantenimiento correctivo de maquinaria agrícola es quizá el común denominador de la industria pese a las prácticas tradicionales de mantenimiento preventivo a las cuales son sujeto la maquinaria en cuestión. Son múltiples y variadas las causas responsables de dicho fenómeno que afecta a centenas de máquinas de decenas de miles de quetzales en la agroindustria azucarera de Guatemala, desde la competencia del operador, pasando por la dispersión, llegando a la inadecuada e ineficiente ejecución del mantenimiento.

Es el último de los aspectos mencionados en donde el profesional de Ingeniería Mecánica tiene la posibilidad de influir positivamente, participando del diseño de rutas y planes de mantenimiento adecuados a las circunstancias propias y especiales de operación en la región así como del desarrollo logístico para garantizar la ejecución apropiada del mismo.

El presente trabajo de graduación tiene como intención principal mostrar al lector tanto el análisis completo de las diferentes fallas presentadas en tractores de 100 a 140 HP propiedad de la empresa Maquinaria Agrícola S.A. (MAGRISA), la cual tiene como una de sus responsabilidades brindar soporte logístico y de maquinaria agrícola a Ingenio Magdalena S.A., relacionándolas a prácticas de mantenimiento preventivo, así como propuestas de readecuación operativa y logística con fin de disminuir los tiempos de paro por fallas relacionadas a prácticas inadecuadas de mantenimiento.

Asimismo y en menor medida que al lector se le facilite la comprensión del tema objeto de estudio, se presentan generalidades relacionadas tanto a la estructura organizacional de la empresa en cuestión, así como una breve descripción tanto de las características como la teoría relacionada a los tractores objeto de estudio.

1. ANTECEDENTES DEL TALLER AGRÍCOLA.

1.1 Descripción.

Taller Agrícola es una división de la empresa Maquinaria Agrícola S.A. (MAGRISA), responsable de la maquinaria agrícola de la empresa y cuya función principal es brindar garantía de la continuidad operativa de maquinaria de su propiedad en arrendamiento a empresas de Ingenio Magdalena S.A., mismas que constituyen el soporte sobre los que descansan las operaciones de producción de caña de azúcar, granos, y mantenimiento de caminos, a través del desarrollo logístico y de ejecución de los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo de la flota que garantice la disponibilidad de la misma.

Se constituye como división a la vez que MAGRISA lo hace como empresa en 1976 dada la necesidad de Ingenio Magdalena S.A. de separar los procesos de mayor envergadura con el fin de incrementar la productividad y efectividad de los mismos en cuanto a la administración de los recursos de la empresa así como el desarrollo de las ventajas que ello refiere en materia financiera y fiscal, sin embargo es hasta 1983 en que traslada sus talleres y oficinas al kilómetro 99.5 carretera a Sipacate interior finca Baganvilla, La Democracia, Escuintla en donde se ubica hoy día.

Figura 1. Vista aérea de Ingenio Magdalena S.A.



En la actualidad Taller Agrícola es responsable de 1009 máquinas al servicio de las empresas antes mencionadas, de las cuales 595 son motrices y 414 no lo son.

Posee en propiedad un parque de maquinaria que abarca desde cosechadoras para caña, pasando por alzadoras mecánicas, implementos agrícolas, equipos de arrastre y riego, maquinaria pesada, hasta tractores para diversas aplicaciones, (ver tabla I).

Por su naturaleza de servicio, área de operación, diversidad y volumen de maquinaria bajo su responsabilidad, Taller Agrícola soporta sus actividades en 156 colaboradores distribuidos 11 departamentos siete de los cuales son especializados ubicándose en las instalaciones centrales y los cuatro restantes se encuentran regionalizados.

Tabla I. Maquinaria responsabilidad de Taller Agrícola.

Clasificación	Tipo de Máquina	Cantidad
Maquinaria Motriz	Tractores	274
Maquinaria Motriz	Maquinaria pesada	65
Maquinaria Motriz	Equipo de riego	215
Maquinaria Motriz	Cosechadoras	18
Maquinaria Motriz	Alzadoras	23
	<i>Subtotal</i>	<i>595</i>
Maquinaria No Motriz	Implementos agrícolas	358
Maquinaria No Motriz	Equipo de arrastre	30
Maquinaria No Motriz	Tanques	26
	<i>Subtotal</i>	<i>414</i>
	<i>Gran Total</i>	<i>1009</i>

Haciendo uso de 42,311 Ha de tierra destinadas a cultivos diversos, la caña de azúcar ocupa lugar preponderante, cultivándose a su vez maíz, sorgo, maicillo entre otros granos así como pasto para alimentación de 3,000 cabezas de ganado propiedad de la empresa en el país.

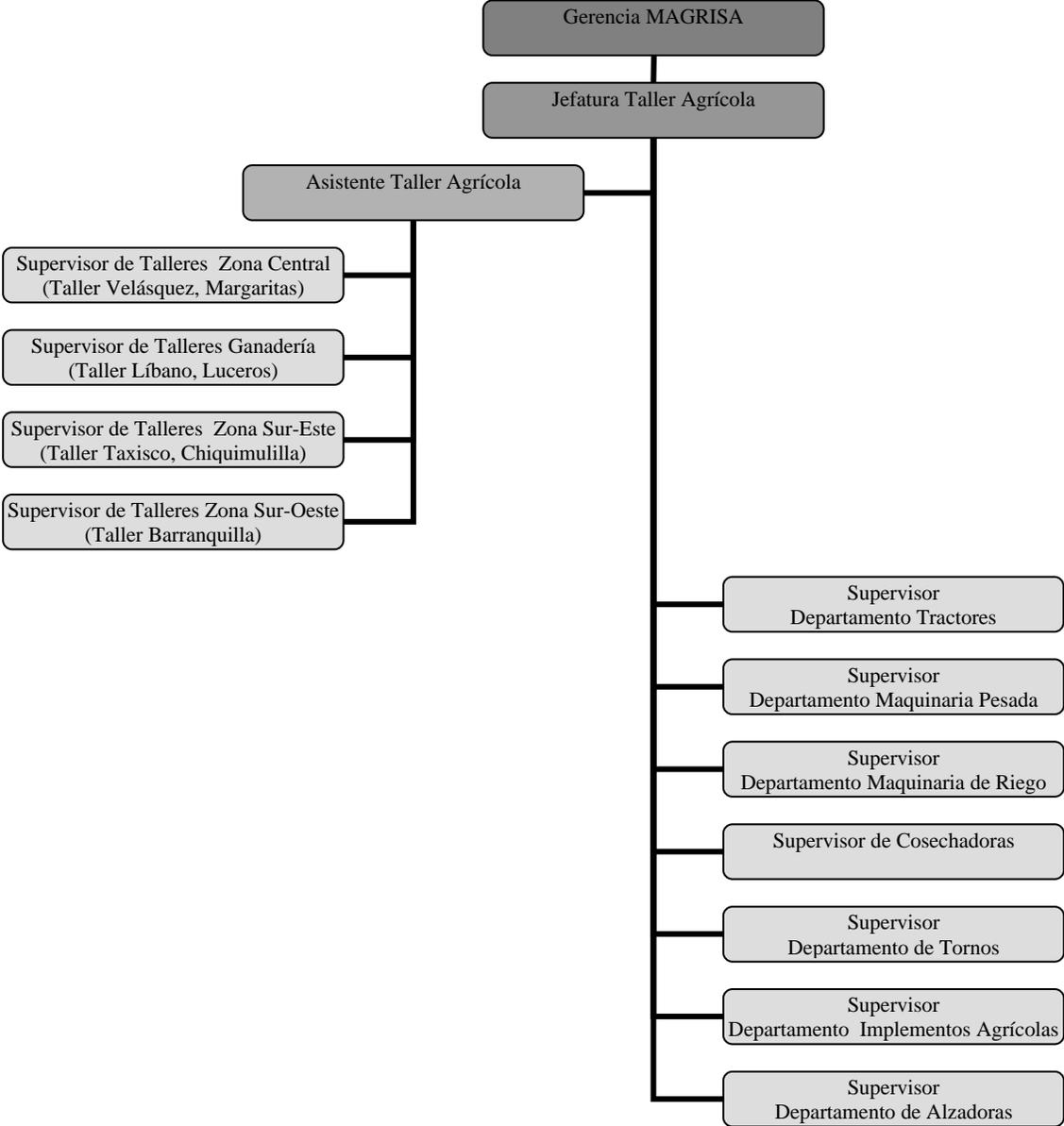
1.2 Estructura organizacional.

1.2.1 Estructura administrativa.

En lo que refiere a su estructura organizacional, Taller Agrícola se encuentra definida por cuatro niveles jerárquicos principales, (ver figura 2).

Los cargos de Gerencia, Jefatura y Asistente están ocupados por profesionales en ingeniería, mientras que los de supervisión son ocupados por técnicos especialistas en las respectivas áreas de responsabilidad.

Figura 2. Organigrama Taller Agrícola.



A rasgos generales las atribuciones de los diferentes cargos son las siguientes:

- Gerencia de MAGRISA: Coordina las operaciones de la división fijando metas y estrategias para el correcto funcionamiento de la operación, reporta directamente a la Gerencia de Operaciones.
- Jefatura Taller Agrícola: Coordina las operaciones de los departamentos agrícolas especializados, reporta directamente a la Gerencia.
- Asistente Taller Agrícola: Coordina las operaciones de los departamentos agrícolas regionalizados, reporta directamente a la Jefatura.
- Supervisores de Departamento: Coordinan la ejecución de los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria bajo su cargo atendiendo a las normativas y prioridades establecidas por la Jefatura de Taller, los supervisores a cargo de departamentos especializados reportan directamente a la Jefatura de Taller y aquellos a cargo de los departamentos regionalizados reportan directamente al Asistente de Taller.

1.2.2 Estructura operativa.

Taller Agrícola soporta sus actividades en siete departamentos especializados (ver figura 2) ubicados en sus instalaciones de taller central con un supervisor especialista para cada departamento y nueve talleres regionalizados (también llamados Talleres Satélites o periféricos) a cargo de cuatro supervisores asociados a las cuatro zonas en que se clasifica el área de operación a manera de satisfacer los requerimientos de las diferentes Administraciones, contando los primeros con infraestructura de taller formal y los segundos con una infraestructura bastante menor, en ambos casos éstos se encuentra equipados y cuentan con los recursos necesarios para atender el volumen del parque de maquinaria asignada.

Figura 3. Galera del departamento de tractores Taller Agrícola Central.



Figura 4. Galera taller satélite Luceros.



Figura 5. Fachada taller satélite Velásquez.



En cuanto a la estructura organizacional operativa refiere laboran un total de 156 colaboradores en cargos de tres tipos para cada uno de los cuales existe cuatro clasificaciones posibles (ver tabal II), en todos los casos reportan directamente al supervisor de departamento o de taller satélite.

Tabla II. Clasificación del personal de Taller Agrícola

	Mecánicos	Soldadores	Pilotos de Mantenimiento	Total
Primera R1.	-	-	-	-
Segunda R3.	-	-	-	-
Tercera R3.	-	-	-	-
Ayudantes	-	-	-	-
Total	-	-	-	-

En general Taller Agrícola distribuye sus recursos como muestran figuras siguientes:

Tabla III. Distribución de personal Taller Agrícola Central.

Departamento Especializado	No. De Talleres	Cantidad de Colaboradores	
		Supervisores	Personal Operativo
Tractores	1	1	16
Maquinaria Pesada	1	1	16
Maquinaria de Riego	1	2	22
Cosechadoras	1	1	16
Tomos	1	1	11
Implementos Agrícolas	1	1	20
Alzadoras	1	1	10
<i>Total</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>111</i>

Tabla IV. Distribución de personal Talleres Satélites.

Departamento Regionalizado	No. De Talleres	Cantidad de Colaboradores	
		Supervisores	Personal Operativo
Talleres zona central	4	1	12
Talleres ganadería	1	1	5
Talleres zona sur-este	2	1	5
Talleres zona sur-oeste	2	1	11
<i>Total</i>	<i>9</i>	<i>4</i>	<i>33</i>

1.3 Visión.

Taller Agrícola define su visión como: “*Ser la mejor opción de servicio para sus clientes, de empleo para sus colaboradores y de inversión para sus accionistas*”.

1.4 Conductas.

Existen cuatro conductas o principios en los que se soporta la filosofía de trabajo de Taller Agrícola:

- Mantener el orden y limpieza en todas las actividades que se realicen.
- Realizar toda tarea o trabajo mejor que nadie.
- Operar al menor costo, reducir gastos siempre que sea posible.
- Brindar soluciones efectivas a los requerimientos de maquinaria de sus clientes internos.

1.5 Servicios ofrecidos.

Tal y como se ampliará en capítulo dos, Taller Agrícola ofrece básicamente los servicios de mantenimiento (preventivo y correctivo) de la maquinaria a su cargo con el fin de garantizar la continuidad operativa de la misma, así como el soporte logístico que permita la consecución exitosa de la responsabilidad antes definida ofreciendo respaldo a las operaciones de los usuarios de las mismas.

En cuanto al soporte logístico, éste refiere a todas aquellas actividades se realizan generalmente a través de departamentos especializados para garantizar la continuidad operativa de la maquinaria en las distintas zonas de trabajo, tales como abastecimiento de combustible, servicios y mantenimientos preventivos/correctivos en campo, entre otros.

1.6 Área geográfica de operación.

Taller Agrícola opera sobre un área total de 42,311 Ha, distribuidas en cuatro zonas geográficas y ocho administraciones, en donde Ingenio Magdalena concentra sus operaciones.

El área operativa se extiende por la zona sur del país desde el departamento de Retalhuleu hasta Chiquimulilla.

A fin de cubrir eficientemente los requerimientos de maquinaria en las zonas de cultivo (ver tabla IV) se cuenta con nueve talleres satélites en las diferentes áreas de operación ubicados en cuatro zonas.

En la tabla a continuación se presenta el desglose de las hectáreas efectivas de operación para cada Administración y su relación con las zonas de Taller Agrícola.

Tabla V. Distribución de área por administración.

Zona	Administración	Área en Ha.
Centro	Buganvilia	9,750.21
	Santa María	9,583.57
	Velásquez	6,560.80
	<i>Subtotal</i>	<i>25,894.58</i>
Ganadería	Agropesa	7,481.72
	<i>Subtotal</i>	<i>7,481.72</i>
Sur-Este	Taxisco	1,617.20
	Chiquimulilla	2,674.59
	<i>Subtotal</i>	<i>4,291.79</i>
Sur-Oeste	Barranquilla	3,369.93
	Retalhuelu	1,273.19
	<i>Subtotal</i>	<i>4,643.12</i>
	<i>Gran total</i>	<i>42,311.21</i>

2. TEORÍA DEL MANTENIMIENTO DE TRACTORES AGRÍCOLAS.

2.1 Generalidades del mantenimiento de tractores agrícolas en MAGRISA.

Un tractor agrícola se encuentra sujeto a las mismas actividades de mantenimiento de las que por lo regular son sujetas las máquinas motrices autopropulsadas, siendo su grado de aplicabilidad dependiente a la gestión de mantenimiento por parte del responsable directo de dicha máquina, no obstante en la actualidad en lo que refiere a la industria azucarera del país los tipos de mantenimiento proporcionados a éstas máquinas son claramente preventivos y correctivos.

A fin de que al lector se le facilite la comprensión de lo referente a la clasificación de los diferentes tipos de mantenimiento que se expondrán en apartados posteriores dentro de éste capítulo y el peso de cada uno de ellos dentro de las actividades diarias de la empresa objeto de estudio, es importante conozca tanto las actividades realizadas por la maquinaria analizada, aspecto que se tratará en capítulo tres, así como de las principales variables que determinan que la maquinaria sea sujeta a un tipo de mantenimiento o a otro.

En general las condiciones de operación a las que se someten los tractores agrícolas en la industria azucarera son severas, tanto en lo que respecta a las jornadas de trabajo que se extienden en general de seis a ocho horas por día y en algunos caso hasta 18 horas por día, en turnos simples o dobles, como a la naturaleza de las actividades que realizan las cuales son ejecutadas bajo condiciones severas de operación.

El ritmo de trabajo permanece relativamente constante en los meses que van de enero a abril, período en el que se concluye completamente las del ciclo correspondiente a Zafra, e intermitentes en los meses posteriores a ellos.

Existen dos agentes principales responsables de la condición operativa del tractor: el usuario y el mecánico pues en ambos descansa el cuidado del mismo tanto desde el punto de vista de adecuada utilización así como de ejecución de las rutas de mantenimiento definidas, cabe destacar sin embargo que pese la importancia de éstos dentro de las actividades mencionadas, menos del 10% son operadores con educación formal superior a sexto primaria y menos del 35% son profesionales especialistas en mecánica con instrucción formal, (ver tabla VI).

Tabla VI. Distribución académica del departamento tractores y talleres satélites.

	Depto. Tractores	Talleres satélites	Total
Primero Primaria	0	2	2
Sexto Primaria	4	15	19
Secundaria	6	3	9
Diversificado	1	1	2
Técnico	5	12	17

Lo anterior sugiere dificultades tanto en la ejecución adecuada de las rutinas de mantenimiento dadas las competencias técnicas de los que intervienen así como incompatibilidades entre métodos de operación y uso del tractor actualmente ejecutados y las que demandan máquinas con avances en tecnología tales como aquellos tractores de nueva adquisición que incorporan entre otros nuevos sistemas de embragues, cajas, controles electrónicos, etc ..., situación que deviene de las condiciones actuales de oferta de mano de obra calificada en la región resultado de la realidad sociocultural del país, obligando a la captación de personal con competencias limitadas con intención de desarrollarlos dentro de la empresa lo cual genera severos costos de aprendizaje como resultado de la participación del personal en las actividades antes mencionadas.

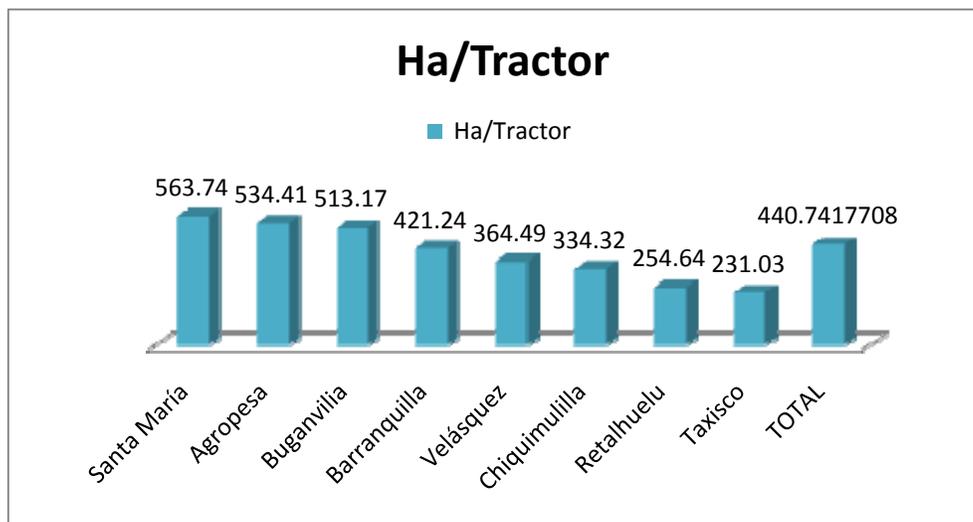
Otras de las variables importantes que determinan la ejecución adecuada de las actividades de mantenimiento son: la dispersión de maquinaria y la relación máquina-hombre en los diferentes puntos estratégicos.

Como se menciona en capítulo uno, en la actualidad existen 42,311 Ha destinadas a cultivo y se cuenta con 96 tractores con potencia entre 100 y 140 HP, para ejecución de labores culturales, (ver tabla VII y figura 7).

Tabla VII. Distribución hectáreas por tractor.

Administración	Área (Ha)	Área (m2)	Tractores Totales	Ha/Tractor	m2/Tractor
Santa María	9,583.57	95,835,700.00	17	563.74	5,637,394.12
Agropesa	7,481.72	74,817,200.00	14	534.41	5,344,085.71
Buganvilia	9,750.21	97,502,100.00	19	513.17	5,131,689.47
Barranquilla	3,369.93	33,699,300.00	8	421.24	4,212,412.50
Velásquez	6,560.80	65,608,000.00	18	364.49	3,644,888.89
Chiquimulilla	2,674.59	26,745,900.00	8	334.32	3,343,237.50
Retalhuelu	1,273.19	12,731,900.00	5	254.64	2,546,380.00
Taxisco	1,617.20	16,172,000.00	7	231.03	2,310,285.71
TOTAL	42,311.21	423,112,100.00	96	440.7417708	4,407,417.71

Figura 7. Gráfico distribución hectáreas por tractor.



De lo anterior se deduce la necesidad existente de traslado tanto de los tractores a puntos estratégicos como de mecánicos hacia la ubicación del tractor lo que representa una variable importante si se atiende tanto a los costos de traslado como a los tiempos implícitos de los mismos los cuales por definición no representan actividad productiva para la empresa.

Asimismo, es importante considerar la relación máquina-hombre que existe por parte de los talleres asociados a las distintas Administraciones, lo que determina la capacidad de atención que tiene para cada una de las máquinas a su cargo, (ver tabla VIII).

Tabla VIII. Relación máquina hombre talleres satélites.

Relacion Máquina-Hombre

	Mecánica	Soldadura	Total
Libano-Ganaderia	28.00	53.50	38.20
Luceros	9.00	17.50	17.67
Velásquez-San Patricio	12.50	56.50	37.75
Barranquilla	15.00	26.00	20.50
Retalhuelu	10.50	29.00	16.67
San Bartolo	22.00	31.00	31.00
Chiquimulilla	21.00	31.00	26.00
Margaritas	6.33	38.00	19.00
Gran Total	17.14	34.77	24.71
Total Continuo	15.86	20.23	17.32

Debe atenderse a que los datos anteriores son resultado de considerar no solamente los tractores objeto de estudio sino el parque de maquinaria completo de la Administración en cuestión (ver apéndice uno) cuyos mantenimientos se encuentran relacionados a los talleres en cuestión.

2.2 Clasificación del mantenimiento en tractores agrícolas.

2.2.1 Mantenimiento correctivo.

Sinónimo de reparación hace referencia a todas aquellas actividades que se realizan sobre la maquinaria, que por su naturaleza no pudieron preverse y que causan deterioro prematuro y paro no programado de la misma, se clasifica en no planificado y planificado.

En el mantenimiento correctivo no planificado, la corrección ha de hacerse con premura a fin de reducir daños posteriores en la maquinaria y evitar el incremento de los costos no solo de reparación sino a su vez por paro de la misma.

Por lo regular resulta normativa en dos casos particulares: para equipos electrónicos en los que resulta difícil predecir la falla y en equipos de antigüedad considerable por obvia razones, por lo que desde el punto de vista de costos pudiese ser justificado.

En el mantenimiento correctivo planificado, se sabe con anticipación aquello que ha de hacerse de manera en que llegado el momento se disponga del personal, repuestos, y equipo necesario para la ejecución de dicha reparación.

Ello puede ser el producto de tomar la decisión de detener un equipo hasta que se produzca cierta acumulación de trabajos sobre la máquina para justificar su paro “programado” a fin de aprovechar para realizar las tareas que se tienen pendientes.

En el caso concreto de los tractores objeto de estudio existen principalmente tres departamentos que intervienen o pueden hacerlo al momento de una reparación, uno de los cuales es el principal y el resto de apoyo.

- Departamento de tractores y talleres periféricos. (Principal)
- Departamento de electromecánica. (De apoyo)
- Departamento de llantera. (De apoyo)

2.2.2 Mantenimiento preventivo.

Según **P.V. Arnal Atares** en su libro “**Tractores y Motores Agrícolas**”, el mantenimiento preventivo es:

“La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario, teniendo como propósito prever fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.”

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.”

Refiere pues a todas aquellas actividades que se realizan con el objetivo de prevenir daños en maquinaria producto del deterioro normal de los elementos de ésta a través de procedimientos previamente establecidos para cada tipo de maquinaria en el tiempo según indicaciones del fabricante, conforme a la programación anticipada de los mismos.

Obteniendo a través de éste las siguientes ventajas:

- Confiabilidad de los equipos dado que operan en mejores condiciones de seguridad,
- Disminución de tiempos muertos y paradas no programadas,
- Incremento de la duración de la vida útil de los equipos,
- Disminución de existencias en bodega, por tanto disminución de costos,
- Uniformidad de carga de trabajo para personal,

desarrollándose (el mantenimiento preventivo) a lo largo de cuatro fases medulares que son:

- Inventario técnico para cada máquina,
- Elaboración de procedimientos técnicos a efectuar periódicamente,
- Control de frecuencias, e indicación exacta de fecha a efectuar trabajo,
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

En caso concreto de los tractores objeto de estudio éste tipo de mantenimiento se divide en dos: mantenimiento de 10 y 50 horas (diario) y mantenimientos de 300, 600, 900 y 1200 horas (servicios programados), siendo responsabilidad directa de coordinar y supervisar la ejecución del mantenimiento compartida entre el supervisor del departamento de tractores para aquellos que se encuentren en la zona central y los supervisores de los talleres de zona para aquellos que se encuentren fuera de ésta.

2.2.2.1 Mantenimiento diario.

Es aquel que se realiza en intervalos que van de 10 a 50 horas según ruta de mantenimiento establecida, cuya ejecución es compartida entre el usuario asignado a la máquina y personal de taller, tiene como finalidad identificar de manera temprana mediante inspección visual, actividades básicas de verificación de indicadores específicos y ejecuciones simples de engrase y limpieza, problemas incipientes en los tractores con objeto de programar medidas correctivas posteriores que impidan el paro no programado siendo su ejecución compartida entre el mecánico y el operador del tractor.

En cuanto a la logística de ejecución, tal y como se detalla en capítulo cuatro, este tipo de mantenimiento puede realizarse tanto en las instalaciones de taller como en campo siendo el segundo de los casos el más común, sin embargo como se menciona con anterioridad, es la cantidad de maquinas y la magnitud del área de operación lo que dificulta la actividad de mantenimiento.

Desde el punto de vista logístico, dado que el abastecimiento de combustible es una actividad interna de la empresa y atendiendo al hecho de que los tractores necesitan ser abastecidos de combustible, existen siete gasolineras ubicadas en distintos puntos del área de operación a fin de abastecer de combustible a los tractores y otra maquinaria, sin embargo la mayoría de ellos opera de manera continua en determinadas épocas del año lo que representa tiempos de traslado importantes hacia las gasolineras.

A fin de evitarlo, se cuenta con nueve camiones de abastecimiento de combustible especialmente adquiridos para dicho fin a los cuales se les ha provisto y adaptado sistemas de engrase que funcionan mediante flujo neumático de aire provisto por compresores que propician el funcionamiento de las pistolas que despachan el combustible con objeto de proporcionar mantenimiento diario.

Con lo anterior se incrementa valor a las actividades realizadas por el piloto de dicho camión, por tanto éste no solo tiene bajo su responsabilidad la ejecución de despacho sino también la de mantenimiento diario.

Figura 8. Camión abastecedor de combustible y para mantenimiento.



Diariamente los camiones de abastecimiento de combustible recorren una ruta preestablecida en los caminos que conducen al interior de las diversas fincas y mediante comunicación vía radio las persona que tiene a su cargo la ejecución de labores de los tractores se comunican con el piloto para solicitar el abastecimiento indicando la ubicación de los mismos, con lo que se aprovecha para realizar dicho mantenimiento.

Para las máquinas que por la naturaleza de sus actividades se abastecen de combustible en gasolineras fijas (en donde no se ejecuta mantenimiento), o en horarios fuera de la jornada laboral de los camiones de abastecimiento, pero cuyo mantenimiento deba realizarse en campo, se cuentan con unidades móviles de mantenimiento a las que diariamente se les programa la ruta de trabajo en virtud de las cargas de operación (No. máquinas/hectárea), y según comunicación vía radio del usuario con el supervisor encargado.

Figura 9. Vehículo para realizar mantenimiento móvil.



Figura 10. Camión para mantenimiento móvil Mercedes Benz.



Figura 11. Camión para mantenimiento móvil Toyota.



Estas unidades móviles son piloteadas por un mecánico especialista en tractores, quien ofrece garantía del trabajo realizado.

Para aquellos tractores cuyas actividades se realicen en las cercanías del taller central o a uno de los talleres periféricos, dicho mantenimiento se ejecuta en éstas instalaciones por parte del personal encargado.

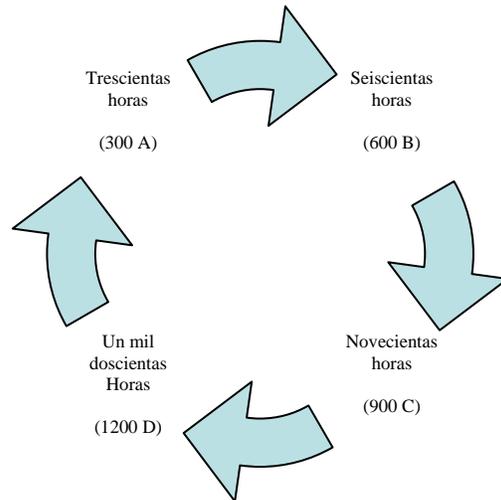
2.2.2.2 Servicios programados.

Son aquellos que se ejecutan en intervalos de 300 horas según ruta de mantenimiento establecida, y dado que las actividades que se realizan requieren conocimiento técnico, su ejecución es responsabilidad del mecánico asignado al sector en donde el tractor se encuentre operando.

En su mayoría dichas actividades de mantenimiento se ejecutan en el área de taller ya sea central o un uno de los talleres periféricos, tal y como se describe en capítulo cuatro, no obstante aquellos servicios que deban llevarse a cabo en campo, son realizados generalmente por las mismas unidades móviles de mantenimiento mencionadas en apartado anterior.

Cabe mencionar que este tipo de servicio recibe el nombre de programado no por la calendarización del mismo, sino mas bien porque su programación esta dada por la suma de trescientas (300) horas máquina posterior a su último servicio, según se indica en cinta dimo que se coloca al tractor al concluir el mismo, por lo que se les conoce como servicio A (300 hrs.), B (600 hrs.), C(900 hrs.), y D(1200hrs.), siendo éste último siempre y necesariamente ejecutado en instalaciones de uno de los talleres creados para dicho fin.

Figura 12. Ciclo de rutas de servicio tractores.



2.2.3 Mantenimiento Predictivo.

Es el mantenimiento que permite predecir el punto futuro de falla del elemento de una máquina, de tal forma que pueda ser remplazado con forme a planificación previa “justo” antes de que dicho componente falle, maximizando notablemente el tiempo de vida útil de dicho componente.

En la actualidad este tipo de mantenimiento no se encuentra desarrollado como tal en tractores agrícolas dentro de la empresa en cuestión, pudiendo existir tan solo desarrollo parcial del mismo a través de ciertas prácticas aisladas como lo es el muestreo de aceites lubricantes, pero que no responden a un programa de gestión de mantenimiento de éste tipo.

Para el efecto debe de medirse ciertos parámetros fundamentales para determinar ese “momento justo” previo a la falla de un componente, a través de técnicas desarrolladas en éste tipo de mantenimiento las cuales se mencionan en líneas posteriores.

2.2.3.1 Análisis de vibraciones.

Se enfoca básicamente en la identificación de amplitudes de las vibraciones detectadas en el elemento de una máquina, determinación de causas y la corrección de los posibles problemas que ello representa.

Siendo las consecuencias de las vibraciones mecánicas el aumento en los esfuerzos y las tensiones, y en general daños por fatiga de los componentes así como ruidos entre otros.

Los parámetros principales de la vibración son la frecuencia, el desplazamiento, la velocidad, la aceleración y la dirección a efectos de las razones más comunes de vibración:

- Por desequilibrado.
- Por desalineamiento.
- Por excentricidad.
- Por problemas en cojinetes.
- Por problemas en engranajes.

2.2.3.2 Análisis de aceites lubricantes.

A través de éste es posible determinar si los aceites utilizados en una máquina posee algún contaminante líquido (generalmente agua) o sólido (residuos metálicos), lo que permite establecer desgastes en elementos específicos de la máquina en contacto con dicho lubricante (generalmente el motor o la transmisión), mediante el muestreo del mismo.

A través de la aplicación adecuada de éste método y de su análisis en intervalos de tiempos específicos es posible reducir costos, determinar bajo condiciones de operación específicas la vida útil de ciertos componentes de la máquina, aprovechar al máximo el lubricante utilizado, minimizar inventarios en bodega, etc...

Por lo general, los resultados de dichos análisis muestran la cantidad presente de hierro, cromo, molibdeno, aluminio, cobre, estaño y plomo, agentes que producen desgaste en los elementos de máquina así como determinar la cantidad presente de contaminantes tales como agua, hollín, silicio, sodio, combustible o productos de oxidación, nitración y sulfatos.

2.2.3.3 Análisis por ultrasonido.

Estudia las ondas de baja frecuencia permitiendo la determinación de fricción en máquinas rotativas, detección de fugas en fluidos, entre otros.

Este tipo de análisis se realiza por lo general en máquinas que giran a velocidades mayores a 300 rpm, complementando así el análisis por vibraciones mecánicas.

2.2.3.4 Termografía

Técnica que permite a distancia y sin necesidad de contacto medir y visualizar imágenes de temperatura en un punto preciso de la máquina, permitiendo así medir la energía radiante emitida por objetos.

Dado que en general la mayoría de fallas mecánicas y/o eléctricas se encuentran precedidas de un cambio importante de la temperatura del elemento sujeto de falla, la técnica de termografía resulta ser de importancia para predecir dichos eventos.

El análisis mediante cámaras termográficas permite monitorear principalmente:

- Instalaciones eléctricas.
- Motores eléctricos, o generadores.
- Reductores, frenos, y embragues mecánicos, entre otros.

3. GENERALIDADES DE TRACTORES AGRÍCOLAS.

3.1 Clasificación de tractores agrícolas.

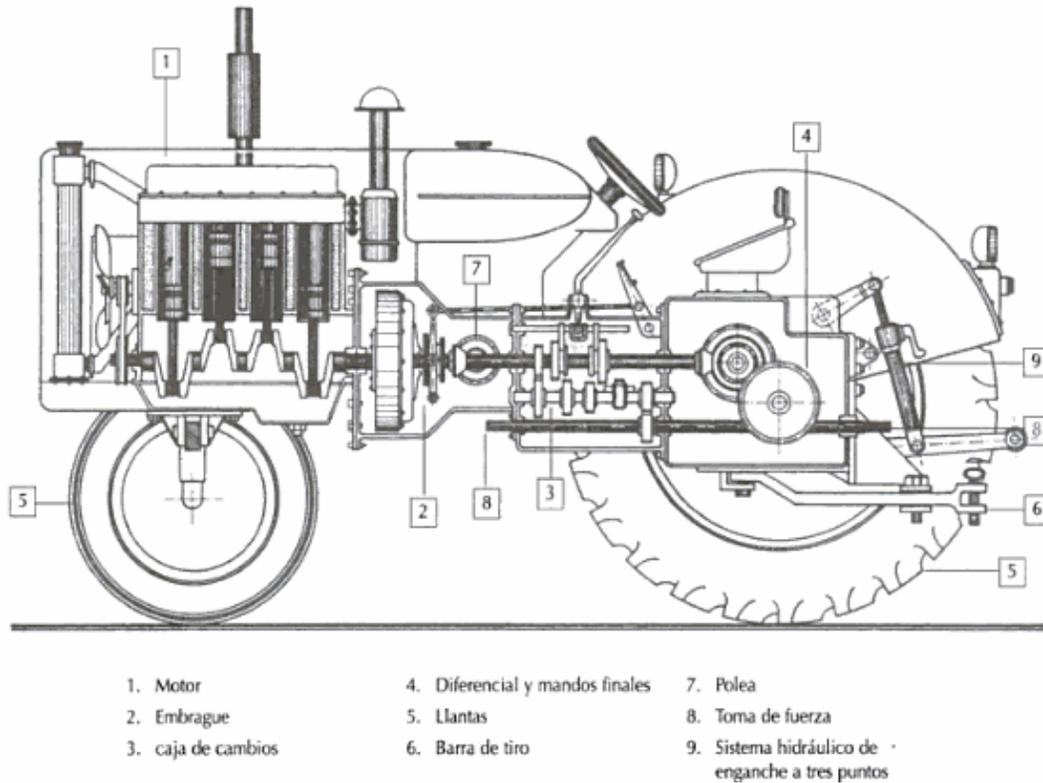
Un tractor agrícola es una máquina automotriz con capacidad de desplazamiento, remolque, arrastre, empuje, elevación y accionamiento de otras máquinas llamadas implementos agrícolas utilizados en actividades de agricultura.

Aunque existen tractores con banda o cadenas, para labores agrícolas los tractores poseen ruedas neumáticas de las cuales hoy día ambos pares, tanto delanteros como traseros pueden ser motrices con simple instrucción de activación en el tablero de control, siendo por lo regular las traseras de mayor tamaño que las delanteras.

En general el tractor agrícola consta de las mismas partes, sistemas y subsistemas que una máquina automotriz básica con capacidad de desplazamiento propio tales como:

- Chasis
- Motor
- Transmisión
- Dirección
- Frenos

Figura 13. Partes básicas de un tractor agrícola.



Fuente: Alvarado Chávez, “Álvaro en su Maquinaria y Mecanización Agrícola”, página 18

No obstante, la característica principal de un tractor agrícola y lo que en general le diferencia de otras máquinas automotrices, radica en tres componentes fundamentales que se ampliarán en apartado 3.3 del presente capítulo, pilares operativos de la funcionalidad de éste tipo de máquina:

- Toma de fuerza (TDF)
- Elevador hidráulico
- Válvula de control remoto o selectivas

Figura 14. Fotografía de tractor agrícola (Mc Cormick MC 135)



No existe un lineamiento claro que establezca la clasificación de éste tipo de maquinaria, por lo que distintos autores difieren en los aspectos que consideran para ésta, por ejemplo **Napoleón Murillo García** establece en su libro “**Tractores y maquinaria agrícola**” una clasificación simplista de éstos:

- De propósitos generales
- Articulados
- De oruga

Mientras que **Armando Alvarado Chávez** en su libro “**Maquinaria y mecanización Agrícola**” establece una clasificación más compleja en virtud de sus características físicas:

- Tractores de oruga
- Tractores de surcos
- Tractores de gran espacio libre
- Tractores de servicio
- Tractores universales
- Tractores para huertos
- Tractores monocultores
- Tractores de patinaje lateral
- Tractores de doble transmisión con llantas delanteras pequeñas
- Tractores de doble transmisión con llantas delanteras y traseras iguales

Así como **Pedro Arnal Atares** en su libro “**Tractores y motores agrícolas**” los clasifica por su rodaje como:

- De banda
- De rueda

y por su uso

- De servicio,
- Universales
- De transporte

Sin embargo, por lo general los ingenios de Guatemala, dada su aplicación (que se asumen siempre de ruedas) suelen clasificar los tractores agrícolas principalmente por su capacidad de ejecutar las diferentes labores agrícolas, siendo la ejecución de la labor agrícola determinada por dos factores relevantes: la potencia y la funcionalidad para la labor.

Así pues la potencia determina la capacidad de ejecutar una labor en dependencia a las características del terreno y del implemento agrícola a utilizar, y la funcionalidad la posibilidad de ejecución de dicha labor dados los requerimientos técnicos de activación y manejo del implemento agrícola en cuestión.

Según su potencia y aplicación la clasificación de los tractores agrícolas en la empresa objeto de estudio es la siguiente:

Tabla IX. Clasificación tractores agrícolas por potencia y aplicación.

Clasificación	Potencia (HP)	Actividad Principales Usuales
Potencia Alta	241-330	Mecanización Agrícola
Potencia Media-Alta	171-240	Mecanización Agrícola
Potencia Media	141-170	Movimiento de equipo de cosecha
Potencia Media-Baja	101-140	Labor Cultural
Potencia Baja	80 - 100	Labor Cultural

Debe atenderse al hecho de que la potencia es medida al volante del motor y no a la barra de tiro o al toma de fuerza, donde se produce en general una reducción del 15% por pérdidas en el sistema.

Asimismo debe observar el lector que la clasificación anterior es tan solo apreciación particular de la empresa en cuestión, pues ciertamente técnicamente es posible ejecutar cualquier labor agrícola con un solo tractor, sea este de alta o baja potencia una vez se posea el implemento adecuado para la capacidad del mismo, sin embargo ésta clasificación se encuentra sujeta a las características de los implementos agrícolas que generalmente se utilizan en las actividades de cultivo y cosecha de los ingenios del país.

3.2 Aplicaciones de Tractores Agrícolas.

3.2.1 Aplicación de tractores de potencia alta y media alta (Mecanización agrícola).

Son aquellos destinados a preparación de tierras con fin de siembra y/o renovación de cañales, por su naturaleza suelen ser tractores con potencias mayores o iguales a ciento setenta (170) HP cuya variación se encuentra en dependencia a la carga que le proporcione el implemento agrícola (ver apéndice dos), y con funcionalidad requerida de elementos de barra de tiro, elevador hidráulico y válvulas de control remoto.

Figura 15. Tractor John Deere 7920 utilizado en labores de mecanización agrícola.



Figura 16. Tractor John Deere 8860 articulado utilizado en labores de mecanización agrícola.



Las labores para las cuales se utilizan principalmente éstos tractores son:

- Subsolado: su finalidad es reducir la compactación del suelo, eliminando las capas impermeables y preparar la profundidad de siembra a través de la penetración de ganchos entre 30 y 40 cm que conforme el avance rompen el mismo. Mediante ésta labor se mejora la ventilación y filtración de agua así como el drenaje interno.
- Volteo o rastra: como su nombre lo indica su función es “voltear” (revolver) el suelo una vez realizada la labor de subsolado con fin de prepararlo para la siembra eliminando malezas, y raíces, asimismo elimina los terrones de tierra.

- **Pulido:** su finalidad es reducir el diámetro de grano en el suelo a fin de facilitar la siembra y el proceso de absorción de nutrientes en la semilla.
- **Surqueo:** su finalidad es la realización de “surcos” que permitan la colocación de la semilla en el suelo, la profundidad del surco para la siembra de caña de azúcar es en general de 25 cm y su calidad es en dependencia a la labor de subsuelo, en distancias largas debe tomarse en cuenta las características o “curvas de nivel” del terreno en cuestión.

Tabla X. Cuadro resumen actividades agronomía y requerimientos de maquinaria.

Labor	Implemento Utilizado	Potencia requerida al volante del tractor (HP)	Componentes Requeridos en tractor
Subsolado	Subsuelo de 5 o 6 ganchos	Potencia \geq 240 HP	Elevador hidráulico
Volteo	Rome Plaw de 20 discos por 36 in	Potencia \geq 340	Válvulas de control remoto Barra de tiro
Pulido	Rastras de 36 discos por 24 in	Potencia \geq 240	Válvulas de control remoto Barra de tiro
Surqueo	Surqueador de tres cuerpos	Potencia \geq 240	Enganche tres puntos Válvulas de control remoto

3.2.2 Aplicación de tractores de potencia media (Movimiento equipos de cosecha).

Por su naturaleza éstos se dividen en: tractores de cosecha de corte mecanizado y tractores de cosecha de corte manual.

3.2.2.1 Tractores de cosecha de corte mecanizado.

Su función es el traslado de las góndolas de llenada de caña en los distintos frentes de cosecha a la vez que se produce el avance de las máquinas cosechadoras de caña, trasladando el producto a ubicación de trasiego de manera en facilitar la descarga del mismo a través de funciones específicas.

Figura 17. Tractor remolcando góndola en cosecha mecanizada.



3.2.2.2 Tractores de cosecha de corte manual.

Su función es el traslado de jaulas una vez cargadas por las máquinas alzadoras mecánicas desde el punto de llenado (pante) hasta el acople con la máquina de traslado final, generalmente un cabezal de remolque.

Figura 18. Tractor Vanguard remolcando jaula cañera con 30 toneladas mientras alzadora llena la misma.



Tabla XI. Cuadro resumen actividades para movimientos de cosecha y requerimientos de maquinaria

Labor	Implemento Utilizado	Potencia requerida al volante del tractor (HP)	Componentes Requeridos en tractor
Traslado de Gódnola	Góndolas de 2 ejes, 20 ft de largo y 20 ton de tara.	$135 \geq \text{Potencia} \leq 140$	Barra de tiro Válvulas de control remoto
Traslado de Jaulas	Jaulas de 2 ejes, 40 ft de largo, y 35 ton de tara.	$135 \geq \text{Potencia} \leq 150$	Barra de tiro

3.2.3 Tractores de potencia media baja y baja (Labores culturales).

Representan el grueso del parque de maquinaria objeto de estudio en el presente trabajo y son los destinados a la ejecución de aquellas labores culturales propias del cultivo de la caña de azúcar, que permite incrementos de productividad dado la característica intensiva de ésta, por la naturaleza de las labores labor estos requieren potencias bajas-medias para la ejecución, (ver apéndice dos).

Figura 19. Tractor Mc Cormick C 100, con 100 HP de potencia al volante.



Figura 20. Tractor John Deere 6460, con 114 HP de potencia al volante.



Figura 21. Tractor Case MC 120, con 120 HP de potencia al volante.



Figura 22. Tractor New Holland TM 135, con 135 HP de potencia al volante.



Figura 23. Tractor John Deere 7420, con 140 HP de potencia al volante.



Las labores para las cuales se utilizan generalmente éstos tractores son principalmente (Ver implementos utilizados en apéndice dos):

- Descarne: su función es romper raíces en la cepa para promover el crecimiento de la planta y a su vez oxigenar el suelo.
- Cultivo: su función es cortar cepa excedida en la mesa y eliminar maleza (aporque), agregar tierra a la mata de caña para eliminar maleza periférica (desaporque).
- Chincheo: su función es controlar la plaga de chinche salivosa a través de su exposición a los rayos solares.

- Fertilización: su función es agregar al cultivo los nutrientes requeridos para su óptimo desarrollo.
- Chapeo: su función cortar pasto en extensiones de tierra previo las labores de mecanización a fin facilitar la ejecución de las mismas.

Tabla XII. Cuadro resumen actividades de labores culturales y requerimientos de maquinaria.

Labor	Implemento Utilizado	Potencia requerida al volante del tractor (HP)	Componentes Requeridos en tractor
Descame	Descamador de 4 o 6 ganchos	$120 \geq \text{Potencia} \leq 140$	Elevador hidráulico
Cultivo	Cultivadora de 16 discos por 20 in	$100 \geq \text{Potencia} \leq 120$	Elevador hidráulico
Chincheo	Rastra Sanitaria de 40 discos por 20 in lisos.	$100 \geq \text{Potencia} \leq 120$	Válvulas de control remoto Barra de tiro
Fertilización	Fertilizadoras de 3 tolvas por 8 quintales	$120 \geq \text{Potencia} \leq 140$	Elevador hidráulico Válvulas de control remoto
Chapeo	Chapeadoras de dos cuchillas	$100 \geq \text{Potencia} \leq 120$	Toma de fuerza Barra de Tiro

3.3. Principales funciones del tractor agrícola.

3.3.1 Toma de Fuerza (TDF).

Forma parte del sistema de transmisión del tractor y tiene por objetivo proporcionar movimiento y fuerza a los mecanismos internos de algunos implementos agrícolas, pudiendo utilizarse indistintamente con el tractor en posición de parqueo o de marcha, pese a que existen máquinas con TDF delantero y/o trasero, en general la mayoría de tractores agrícolas esta dotado tomas de fuerza traseros.

Figura 24. Toma de fuerza de tractor.



Con el fin de evitar inconvenientes en los acoples TDF - Implemento agrícola, las medidas del TDF se encuentran estandarizadas, tanto en longitud, diámetro, número y tamaño de estrías, así como la velocidad de rotación que puede ser de quinientos 540 r.p.m. con seis estrías o un 1000 r.p.m. con 21 estrías, con el objetivo de que los fabricantes de implementos agrícolas puedan calcular los sistemas para su correcto funcionamiento.

En lo que refiere al principio de funcionamiento, el toma de fuerza utiliza el movimiento del motor pudiendo recibirlo ya sea de manera dependiente, semidependiente, o independiente, siendo en los tractores modernos ésta última la más común, no obstante en todos los casos el toma de fuerza dispone de un sistema de conexión con el movimiento del motor, desde un embrague constituido por un collarín desplazable que permita o interrumpa el movimiento hasta un embrague multidisco.

Figura 25. Chapeadora acoplada a tractor por medio de toma de fuerza.



3.3.2 Elevador Hidráulico.

Se utiliza con el fin de acoplar implementos agrícolas que deban encontrarse suspendidos o semisuspendidos, permitiendo al tractor colocar al implemento en posición de trabajo o de traslado mediante elevación o descenso del mismo.

En lo que refiere a sus componentes, el elevador hidráulico de un tractor se divide en dos partes, aquellos elementos que permiten asegurar o “enganchar” el implemento agrícola al tractor llamado enganche tres puntos y los mecanismos que permiten el ascenso y descenso del mismo.

Figura 26. Elevador hidráulico.



3.3.2.1 Enganche tres puntos.

Compuesto por dos brazos de tiro rígidos y unidos al tractor mediante rótulas por uno de sus extremos, permite el acoplamiento del implemento en el otro de sus extremos por medio de otra rótula, siendo el tercer punto una barra que va unida mediante una rótula al bastidor del tractor y que en su extremo opuesto lleva otra rótula para fijar el implemento, dicha barra es conocida en también con el nombre de muñeco por el parecido que presenta a aquellos de concreto con el mismo nombre.

Posee también dos brazos de levantamiento mas corto que los primeros unidos a un eje sobre el que actúa el cilindro de levante, uniendo éstos brazos se encuentran tensores de levantamiento destinados a variar la altura de los brazos de tiro mediante su alargamiento o acortamiento, tradicionalmente a través del roscado de los mismos.

Debido al esfuerzo que realiza el tractor los enganches tres puntos se clasifican en tres categorías distintas, conforme a la siguiente tabla:

Figura XIII. Relación categorías-esfuerzo de tracción del enganche tres puntos.

Categoría	Esfuerzo de Tracción (ET)
I	$ET \geq 11,270 \text{ N}$
II	$11,270 \text{ N} < ET \leq 24,990 \text{ N}$
III	$ET \geq 24,990$

Asimismo es en virtud de su categoría que se determina el diámetro de los bulones u ojos al final de los brazos de tiro y del tercer punto según se muestra:

Figura XIV. Relación categoría-diámetros de bulón del enganche tres puntos.

Categoría	Diámetro en milímetros (mm)	
	Bulón Tercer Punto	Bulón Brazos de Tiro
I	19	22
II	25.4	28
III	31.75	36.58

3.3.2.2 Sistema de Elevador.

Es un dispositivo que permite al operador del tractor agrícola fundamentalmente:

- Controlar la posición en altura del implemento respecto del suelo,
- Controlar la carga que el implemento ejerce sobre el tractor,
- Controlar la profundidad del implemento por debajo del suelo,

- Trabajar en posición flotante para aquellos implementos que deban mantenerse suspendidos,
- Regular la velocidad de descenso del implemento,

siendo sus partes principales que componen un elevador hidráulico son principalmente:

- Cáster de aceite para depositar aceite del elevador, generalmente es el mismo que el de la transmisión.
- Bomba que aspira el aceite del cárter empujándolo a la tubería.
- Válvula de descarga con facultad de limitar la presión máxima a la que está el aceite en el circuito.
- Cilindro, en el que se aloja el émbolo de levante.
- Bulón de empuje que transmite el movimiento del émbolo a la biela.

3.3.3 Válvulas de control remoto.

El control remoto se lleva a cabo, mediante pistón comunicado al sistema hidráulico del tractor, conectado a dispositivos de distribución generalmente mangueras flexibles y un mando a fin de poder accionar el cilindro a voluntad del operador desde la cabina.

Así pues, el trabajo se realiza mediante cilindros hidráulicos conectados al tractor por medio de mangueras hidráulicas de alta presión. Estas mangueras se acoplan al tractor mediante llamados acoples rápidos.

Un sistema de control remoto está formado principalmente por:

- Tuberías por donde ingresa el aceite proveniente de la válvula de control,

- El cuerpo del acople, el cual es empujado hacia adentro mediante un resorte,
- Cono del acople, localizado dentro del cuerpo presionado por un resorte,
- Válvula situada en el interior del cono presionada por un resorte.

Figura 27. Válvulas de control remoto.



4. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE PROCESOS.

4.1. Logística de mantenimiento preventivo de tractores.

En general, tal y como se hace referencia en capítulo dos los tractores bajo análisis se encuentran sujetos a dos tipos de mantenimiento preventivo: diarios (10 y 50 horas) y servicios (300, 600, 900, 1200 horas).

Previo a ahondar en el tema es importante que note el lector la existencia de una diferencia entre *logística de mantenimiento y operación de mantenimiento*, ambos aspectos fundamentales del mantenimiento preventivo y que se analizarán por separado, el primero en el presente apartado y el segundo en apartado 4.2 de éste capítulo.

La logística de mantenimiento preventivo refiere a todos aquellos procesos, procedimientos y mecanismos que facilitan la posibilidad de la ejecución propia de las actividades del mantenimiento con independencia de la ejecución misma, es decir no considerando si ésta es adecuada y/o eficiente o no, mas sí enfatizando en aquellos aspectos que garantizan la posibilidad de la misma, relacionados con información, localización, control, asignación, traslados, distribución de maquinaria entre otros.

Dada las características de operación de la empresa objeto de estudio, la logística de mantenimiento preventivo considera factores tales como trabajos dentro de instalaciones principales (taller central) o secundarias (talleres satélites) así como trabajos en campo derivados de las ubicaciones propias de la maquinaria, las distancias existentes a la infraestructura más cercana, los tiempos de traslado y la naturaleza de las actividades productivas de éstas que pudiesen o no ser críticas imposibilitando traslados aún éstos sean programados.

En virtud de lo anterior en lo posterior se analizará de forma separada la logística de mantenimiento para actividades en taller central, talleres satélites y actividades en campo, aún estas presenten similitudes entre sí.

Asimismo dadas las diferencias entre los dos distintos tipos de mantenimiento preventivo (diarios y servicios), en materia de frecuencias, recursos, etc., éstos se analizarán también de forma separada.

4.1.1 Diagramación.

A continuación se presenta la diagramación del mantenimiento preventivo al que son sujetos los tractores objeto de estudio desde el punto de vista logístico atendiendo a las variables antes definidas, iniciando por las actividades de servicio, que por su complejidad se separan en tres partes:

- Servicios realizados en taller agrícola central,
- Servicios realizados en talleres satélites,
- Servicios realizados en campo.

En lo que refiere a los mantenimientos diarios, dada la similitud entre los diferentes casos posibles y la relación existente entre cada uno de ellos, se presenta un solo diagrama simplificado del proceso en el que se muestra las relaciones entre los entes principales que intervienen.

4.1.1.1 Diagramación logística de servicios 300, 600, 900 y 1200 horas.

Figura 28. Diagrama de flujo de operaciones Taller Agrícola Central, hoja 1

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER AGRÍCOLA CENTRAL**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Tractores	Método: Actual
Servicio: Servicios programados	Hoja: 1-3
Tipo: 300, 600, 900 y 1200 horas	Fecha: Noviembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin: Entrega Taller Central

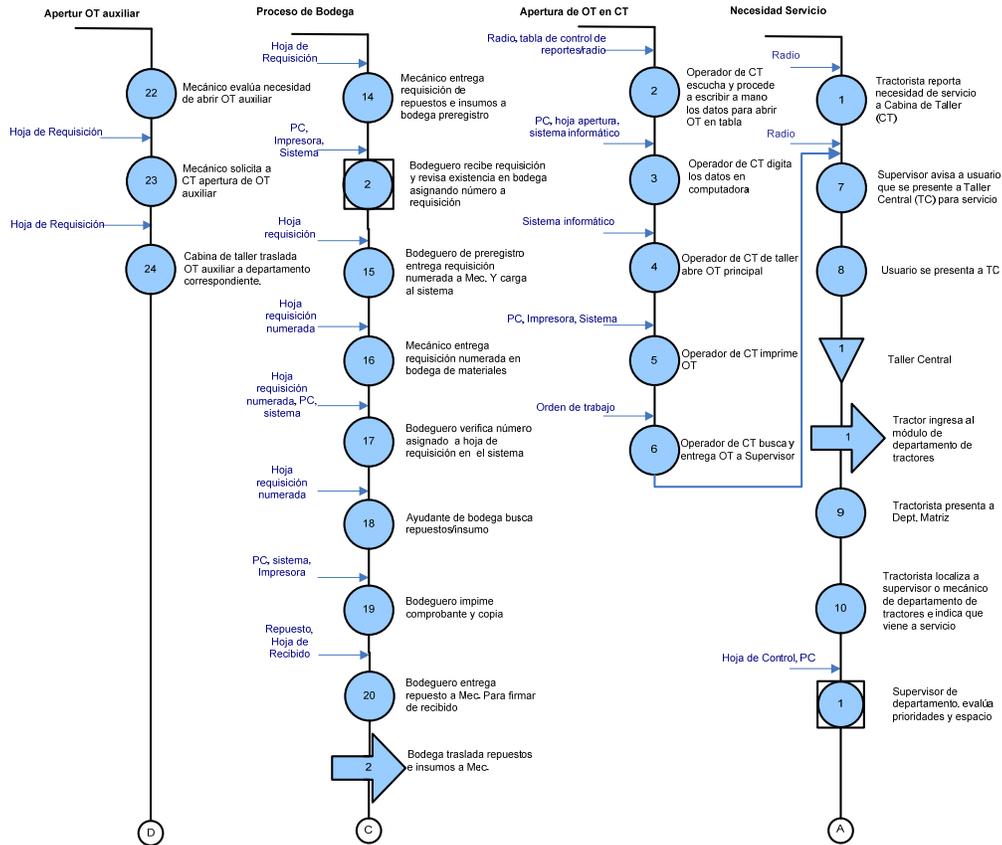


Figura 29. Diagrama de flujo de operaciones Taller Agrícola Central, hoja 2

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER AGRÍCOLA CENTRAL**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Tractores	Método: Actual
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 2-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Noviembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin:Entrega Taller Central

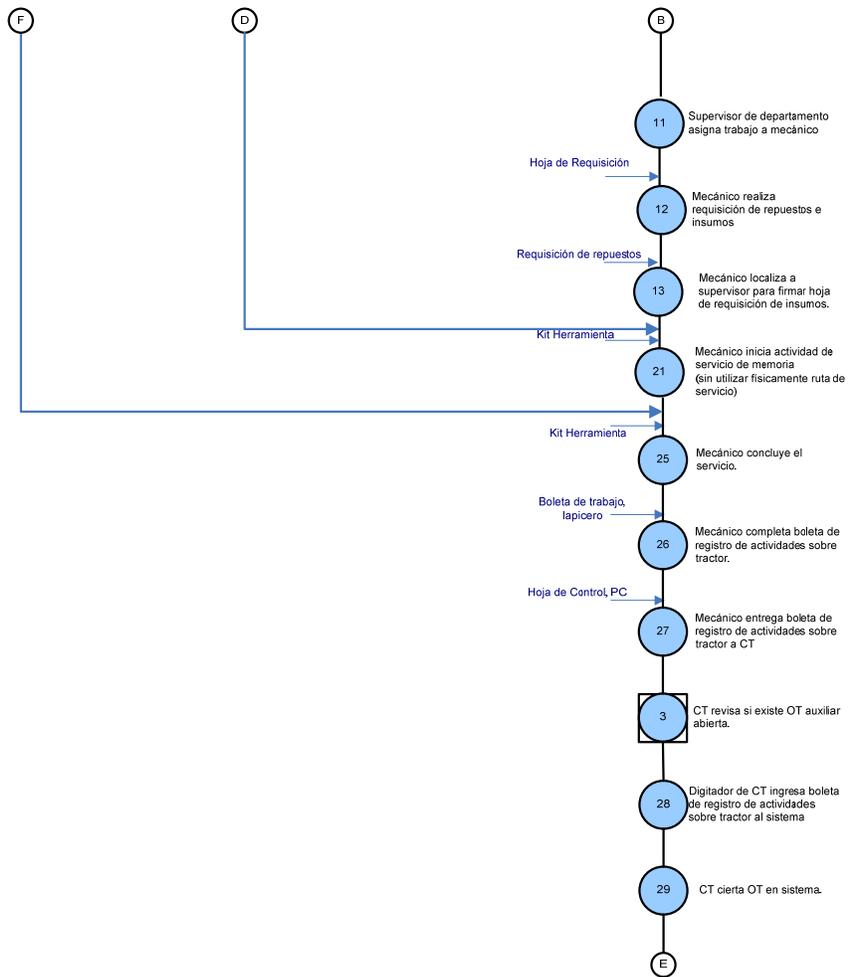
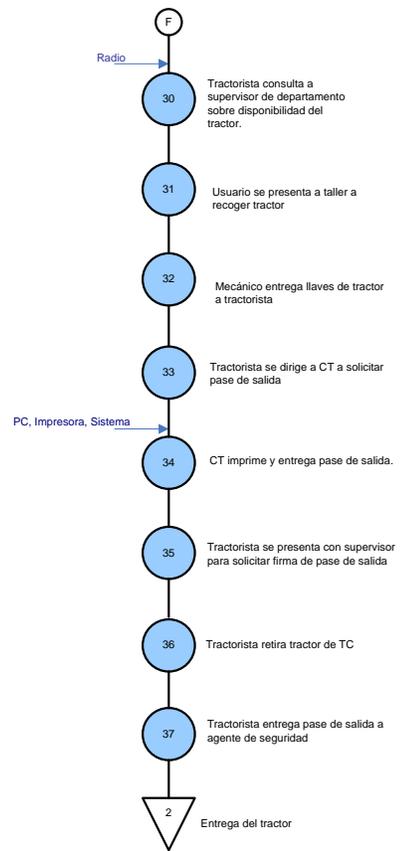


Figura 30. Diagrama de flujo de operaciones Taller Agrícola Central, hoja 3

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER AGRÍCOLA CENTRAL**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Tractores	Método: Actual
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 3-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Noviembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin:Entrega Taller Central



ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	37
Combinada	◻	3
Inspección	□	0
Transporte	➔	2
Almacenaje	▽	2
TOTAL		44

Figura 31. Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite, hoja 1

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER SATÉLITE**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Taller Satélite	Método: Actual
Servicio: Servicios programados	Hoja: 1-3
Tipo: 300, 600, 900 y 1200 horas	Fecha: Noviembre 2008
Inicio: Solicitud de servicio a Taller Satélite	Fin: Cierre de OT en Taller Central

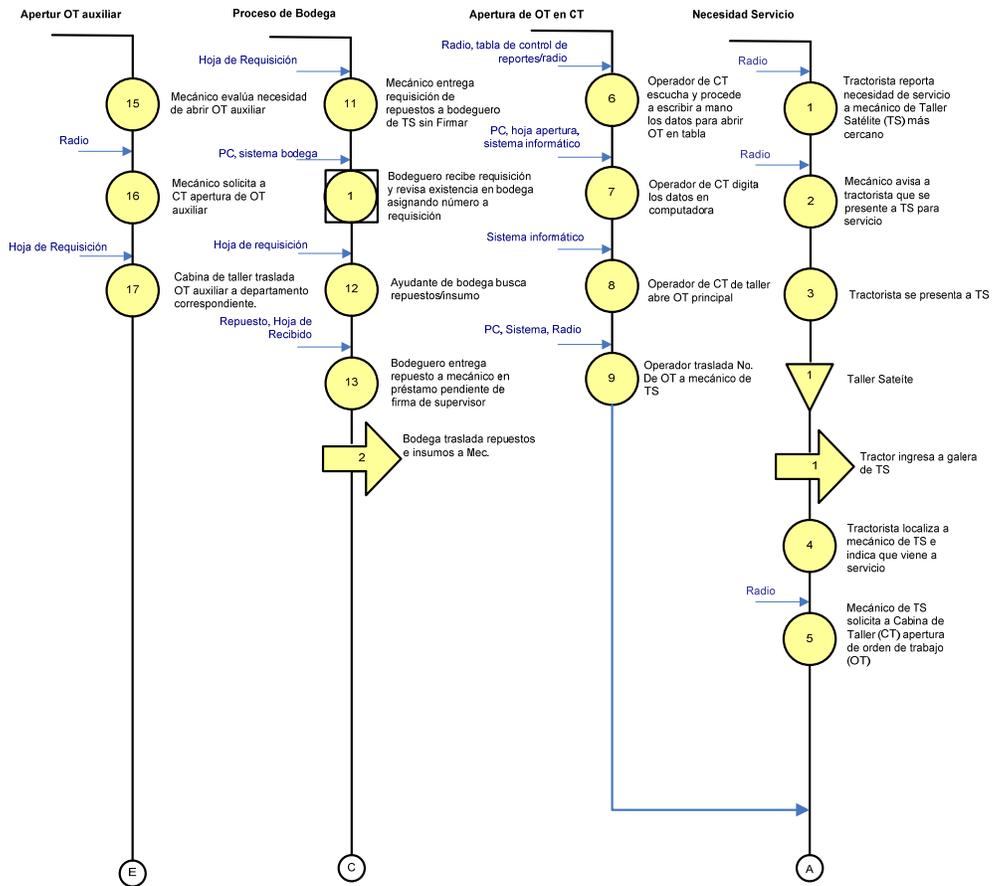


Figura 32. Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite, hoja 2

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER AGRÍCOLA SATÉLITE**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Taller Satélite	Método: Actual
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 2-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Noviembre 2008
Inicio: Solicitud de Servicio a Taller Satélite	Fin: Cierre de OT en Taller Central

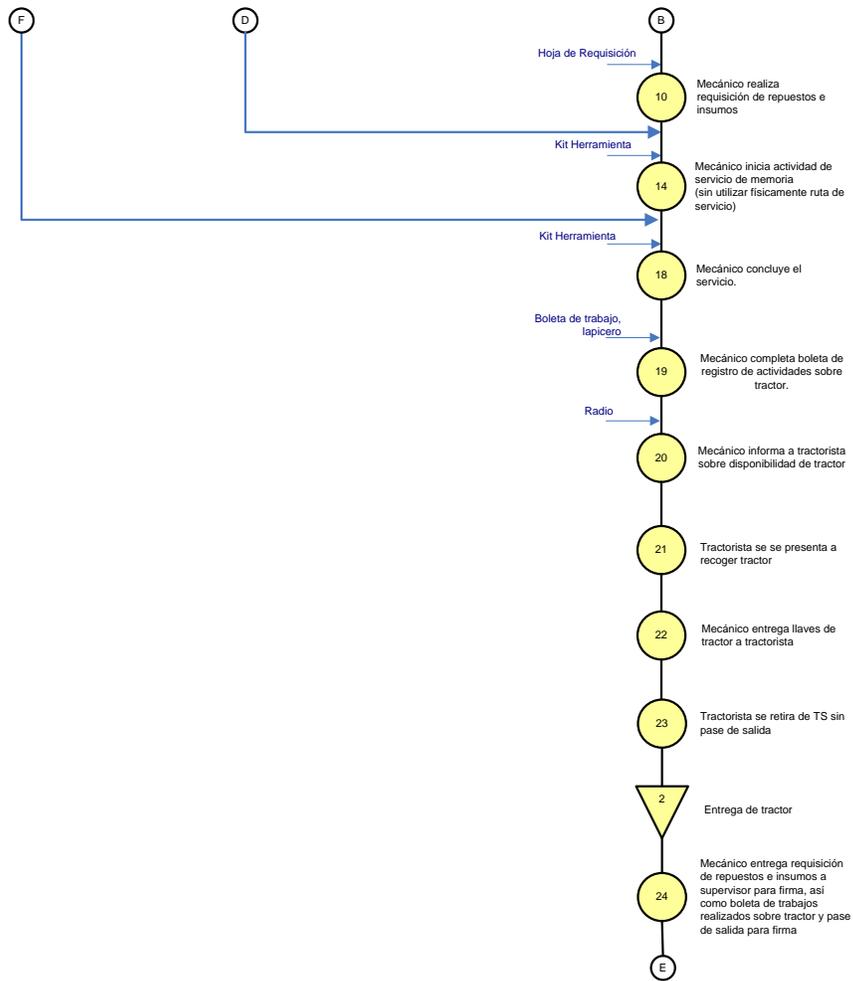
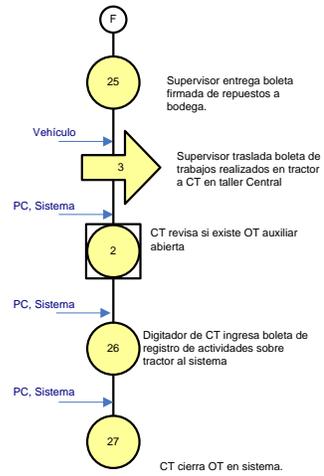


Figura 33. Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite, hoja 3

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER AGRÍCOLA SATÉLITE**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Taller Satélite	Método: Actual
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 3-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Noviembre 2008
Inicio: Solicitud de Servicio a Taller Satélite	Fin: Cierre de OT en Taller Central



ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	27
Combinada	◻	2
Inspección	□	0
Transporte	➔	3
Almacenaje	▽	2
TOTAL		34

Figura 34. Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite, hoja 1

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIOS EN CAMPO**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Taller Satélite/Taller Central	Método: Actual
Servicio: Servicios programados	Hoja: 1-3
Tipo: 300, 600, 900 y 1200 horas	Fecha: Noviembre 2008
Inicio: Solicitud de servicio a Cabina de Taller	Fin: Cierre de OT en Cabina de Taller

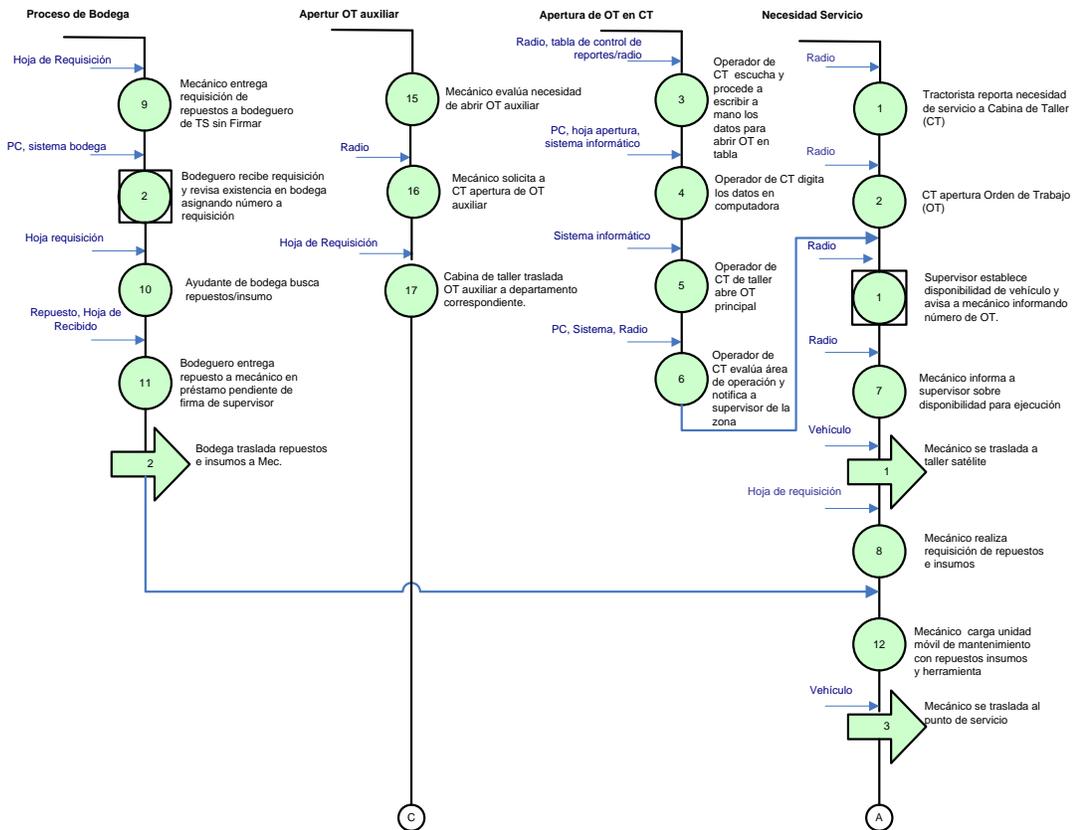


Figura 35. Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite, hoja 2

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO EN CAMPO**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Taller Satélite/Taller Central	Método: Actual
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 2-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Noviembre 2008
Inicio: Solicitud de Servicio a Cabina de Taller	Fin: Cierre de OT en Cabina de Taller

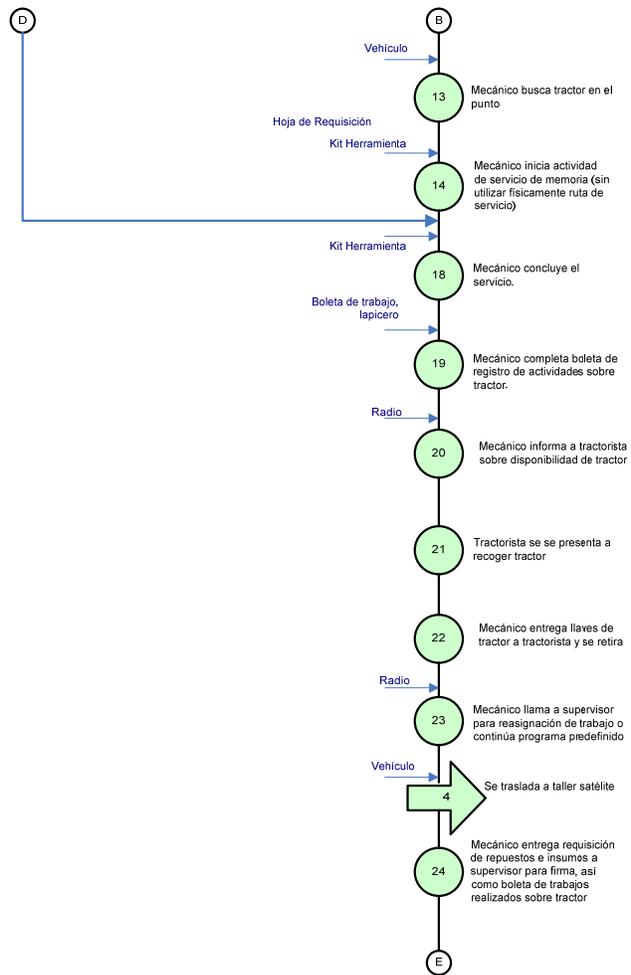
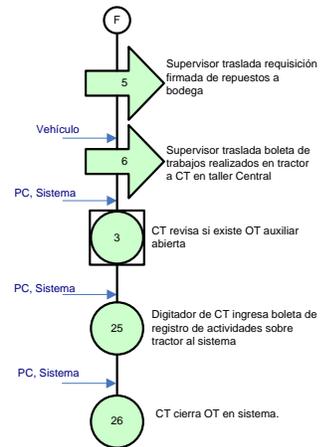


Figura 36. Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite, hoja 3

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO SERVICIO EN CAMPO**

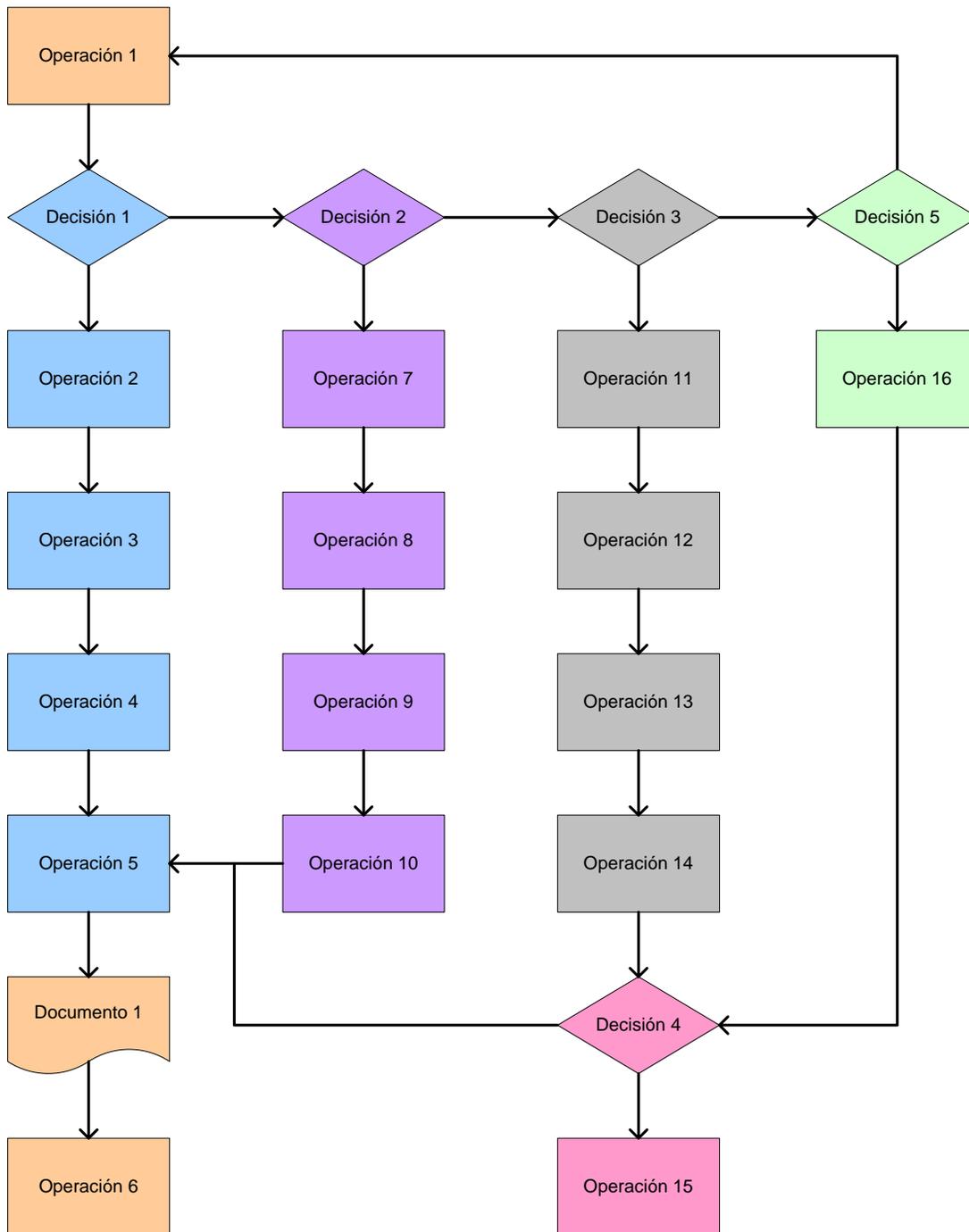
Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Taller Satélite/Taller Central	Método: Actual
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 3-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Noviembre 2008
Inicio: Solicitud de Servicio a Cabina de Taller	Fin: Cierre de OT en Cabina de Taller



ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	26
Combinada	◻	3
Inspección	□	0
Transporte	➔	6
Almacenaje	▽	0
TOTAL		35

4.1.1.2 Diagramación logística mantenimientos diarios 10 y 50 horas.

Figura 37. Diagramación mantenimientos diarios 10 y 50 horas.



- Operación 1. Tractor necesita ser atendido.
- Decisión 1. Tractor ingresa a taller central o taller satélite
- Operación 2. Tractorista ingresa a taller.
- Operación 3. Tractorista localiza a mecánico y solicita mantenimiento.
- Operación 4. Mecánico evalúa disponibilidad de espacio e indica área de parqueo.
- Operación 5. Mecánico ejecuta rutina de mantenimiento de 50 horas (de memoria).
- Documento 1. Mecánico llena registro físico de mantenimiento en tractor.
- Operación 6. Mecánico entrega tractor a tractorista.
- Operación 7. Tractorista se retira del área y mecánico continúa labores.
- Decisión 2. Tractorista solicita mantenimiento de 50 horas a supervisor.
- Operación 7. Supervisor evalúa nivel de “urgencia” de mantenimiento.
- Operación 8. Supervisor evalúa disponibilidad de vehículo de mantenimiento y ruta.
- Operación 9. Supervisor asigna trabajo de mantenimiento a unidad móvil.
- Operación 10. Unidad móvil de mantenimiento se traslada y ubica al tractor.
- Decisión 3. Camión abastecedor despacha de combustible al tractor.
- Operación 11. Camión desarrolla su ruta preestablecida y encuentra al tractor.
- Operación 12. Piloto abastece de combustible al tractor.
- Operación 13. Piloto revisa registro físico de mantenimiento del tractor.
- Operación 14. Piloto revisa horómetro de trabajo del tractor.
- Decisión 4. Le toca mantenimiento.
- Operación 15. Piloto se retira y continua su ruta.
- Decisión 5. Se encuentra en ruta establecida de unidad de mantenimiento móvil.
- Operación 16. Unidad móvil desarrolla su ruta establecida y encuentra el tractor.

4.1.2 Deficiencias detectadas.

4.1.2.1 Deficiencias de logística de servicios.

A. Para operación uno de taller central, operación uno y dos de taller satélite, operación uno, combinado uno y traslado uno de trabajo en campo.

El tractorista reporta a taller la necesidad de servicio en su máquina a través de comparar el marcaje del horómetro de la misma y el número impreso en la cinta dimond pegada en su tablero.

Éste procedimiento representa una de las mayores deficiencias del sistema dado lo siguiente:

- Condiciona el nivel de “urgencia” de la ejecución de servicio a la cantidad de horas previas con las que reporte la necesidad de servicio y su relación a las horas de trabajo diario.
- Condiciona la programación anticipada de los servicios en la maquinaria lo que genera inconvenientes en aspectos tales como:
 - Espacios de trabajo en instalaciones físicas.
 - Disponibilidad de vehículos para ejecución de servicios.
 - Disponibilidad de materiales e insumos en bodega para ejecución de servicios, lo cual genera alto impacto a medida que las distancias del tractor en cuestión se incrementan respecto de la bodega central de maquinaria, lo que conlleva a uno de dos eventos necesariamente: el desabastecimiento de insumos y repuestos en las bodegas satélites o el incremento en costo de oportunidad resultado de almacenamiento de materiales e insumos (sobre stock) con objeto de garantizar su disponibilidad.

- Existe la posibilidad de que no se realice el reporte previo al cumplimiento de las horas de servicio programado.

B. Para traslado uno de taller central y traslado uno de taller satélite.

Ingresar el tractorista a las instalaciones de taller, dado que no existe espacio asignado para su estacionamiento genera desorden en las instalaciones.

C. Para operación 11 de taller central, operación cuatro de taller satélite y operación siete de trabajo en campo.

En el momento en que el tractorista se presenta con el supervisor para entregar llaves del tractor para su servicio no se efectúa recepción formal de la máquina, es decir no se realiza evaluación de su estado previo a su ingreso, asimismo no se informa al usuario la hora de entrega.

En el caso del taller satélite y trabajos en campo, al igual que apartado anterior no se efectúa recepción formal de la máquina, sino que a su vez dada las actividades propias del supervisor, su área de operación y la cantidad de talleres bajo su responsabilidad por lo regular no se encuentra presente al momento de ingresar el tractor al taller.

D. Para operación 10 de taller satélite.

El mecánico depende de la rapidez con que cabina de taller una vez abierta la orden de trabajo para el servicio del tractor traslade vía radio el número al mecánico para llenar requisición de repuestos en bodega.

F. Para combinado uno de taller central.

La evaluación “in situ” de los espacios y prioridades de trabajo es una deficiencia resultante de la operación uno.

G. Para operación 12 de taller central, operación 11 de taller satélite y operación 14 de trabajo en campo.

Cuando el supervisor asigna el servicio al mecánico, no asigna tiempo de entrega del mismo en función de la estandarización de tiempos de las rutas de servicio, ni como resultado inspección inicial de tractor en operación de recepción. Lo anterior imposibilita mecanismos de control de avance de actividades que permitan revaloración de espacios de trabajo, disponibilidad de personal y de equipo.

En el caso del taller satélite no existe supervisor que asigne la ejecución formal del servicio sino que es el quien se asigna a sí mismo esta labor, lo que pudiese suscitar problemas en apreciación formal de prioridades de trabajo en el parque de maquinaria dada las actividades de la Administración quienes por lo regular mantienen estrecha comunicación con el supervisor de zona no así con los mecánicos de taller.

En caso de trabajo en campo además de lo anterior es impráctico la asignación de tiempos de trabajo.

H. Para operación 13 de taller central, operación 11 de taller satélite y operación 14 de trabajo en campo.

Pese a que existen rutas de servicio establecidas, en la ejecución el mecánico las realiza de memoria, con lo que se corre el riesgo de obviar una alguna de las actividades.

Asimismo no existe proceso de inspección por parte del supervisor durante el proceso de servicio con lo que se corre el riesgo de ejecuciones inadecuadas.

I. Para operación 17 de taller central, operación 15 de taller satélite, y operación ocho de trabajo en campo.

En la actualidad no se encuentra documentado la relación existente entre los diferentes tipos de insumos y repuestos en cualidad y cantidad requeridos para la ejecución de los diferentes tipos de servicios por lo que el mecánico debe de escribirlos todos en hoja de requisición y realizar averiguaciones de números de parte de los mismos previo a su traslado a bodega.

J. Para operación 17 a traslado dos de taller central, operación 15 a traslado dos de taller satélite y de operación ocho a traslado dos de trabajo en campo.

Resultado de que los servicios no son programados, no es posible que el departamento de bodega anticipe la carencia de uno de los insumos para la ejecución del mismo, asimismo aún éstos se encuentre disponibles incrementa el tiempo de búsqueda y agrupación de los mismos.

En caso del taller satélite la situación se agrava dado que durante el proceso de solicitud e repuestos e insumos no hay supervisor que valide la necesidad de los mismos.

K. Para operación 26, 27 y 29 de taller central, operación 29, 20, y 25 de taller satélite, operación 28, 29 y 24 de trabajo en campo.

Posterior a éstas operaciones no existe verificación por parte del supervisor en lo referente ejecución contra reporte de labores e insumos utilizados, así como evaluación de calidad de trabajo y cumplimiento de tiempos.

En caso del taller satélite y trabajo en campo la situación se agrava dada la ausencia del supervisor durante todo el proceso de servicio.

En todos los casos no se realiza ejecución de mantenimiento al sistema eléctrico del tractor.

L. Para traslado cuatro y cuatro de taller satélite, traslado cinco y seis de trabajo en campo.

Es posible que dicho traslado se vea condicionado por las actividades que deba de ejecutar el supervisor de zona, durante éste procedimiento es posible que sucedan extravíos de documentación.

M. Para operación 29 de taller central, operación 26 de taller satélite y operación 25 de trabajo en campo.

Es hasta el momento en que el digitador de cabina de taller ingresa boletas de registro de actividades al sistema (cierre de OT) , que es posible para el administrador de maquinaria visualizar (a través de sistema) la disponibilidad de la máquina en cuestión, si se atiende al volumen de cierres de digitadas por día existe la posibilidad que dicha visualización sea efectiva varios días después de entregado el tractor.

N. Para operación 31 de taller central, y operación 21 de taller satélite.

Dado que no se establece tiempo de entrega al tractorista, se le dificulta a éste la programación de actividades productivas dado que debe de estar al pendiente de la entrega de su máquina.

Ñ. Para operación 33 de taller central, y operación 23 de taller satélite, operación 23 de taller satélite.

De la misma forma en que no existe definido operación de recepción de tractor por parte de taller tampoco existe operación de entrega formal del tractor en donde se indique al usuario el estado en que se entrega el mismo (lo que permite controles futuros), y se detalle las actividades realizadas sobre la misma y el costo estimado.

4.1.2.2 Deficiencias de logística de mantenimiento diario.

En todos los casos es posible, ya sea que el operador se presente a instalaciones de taller o solicite el mantenimiento respectivo, o este se encuentre dentro de la ruta de trabajo de las unidades abastecedoras de combustible o móviles de mantenimiento puede notarse las siguientes deficiencias principales en el proceso:

- No se apertura OT para éste tipo de mantenimiento por lo que no queda registro en sistema para su seguimiento
- No es posible verificar si el operador ejecuta las actividades de mantenimiento asignadas a su persona en ruta dado que no ésta no se supervisa por mecánico asignado quien se limita a ejecutar sus labores.
- El único documento que acredita si la máquina ha recibido su mantenimiento en tiempo y en donde se programa la nueva rutina de mantenimiento es la boleta física ubicada dentro del tractor, por lo que si se extravía se pierde secuencia del mismo y para la cual no existe procedimiento de almacenamiento definido.
- No existe supervisión durante la ejecución de las rutinas de éste tipo de mantenimiento.

- No existe programación de mantenimiento por máquina para las unidades móviles, predefinidas por lo que si no se les encuentra en ruta por cualquier causa, el mantenimiento de éstas se obvia, así mismo si se traslada maquinaria dentro del perímetro de ruta si no se da aviso a éstas se obvian también.
- Dado el proceso establecido existe alta probabilidad de que no se ejecuten las rutinas de mantenimiento en tiempo establecido y dicho suceso no sea de conocimiento de los responsables de maquinaria de manera inmediata.
- No se sigue ruta de mantenimiento para ejecución del mantenimiento.

4.2 Operativos de mantenimiento.

Los aspectos operativos refieren a todos aquellos agentes (físicos, materiales, personales, etc.) relacionados con la ejecución propia de las actividades de mantenimiento preventivo a los cuales son sujetos los tractores objeto de estudio, atendiendo a aspectos específicos tales como los tiempos y calidad de ejecución.

4.2.1 Ejecución.

En lo que refiere a la ejecución propia del mantenimiento, debe el lector considerar 4 aspectos fundamentales:

- Instalaciones,
- Vehículos de mantenimiento,
- Herramienta y equipo,
- Procedimientos de trabajo.

todos determinantes en la adecuada ejecución de las actividades, entendiéndose por adecuada aquella actividad que cumple con el estándar previamente definido de la cual se obtiene los resultados esperados.

En general, la empresa objeto de estudio posee tanto las instalaciones adecuadas para la ejecución de las actividades de mantenimiento, los vehículos indicados para el traslado de los técnicos por las diferentes áreas de operación tomando en consideración accesos complicados y el manejo dentro de fincas, y en todos los casos la herramienta y equipo necesario para la ejecución de dichas actividades (ver apéndice tres) por lo que el presente apartado no se profundiza al respecto.

No obstante es en lo que refiere a los procedimientos de trabajo, en donde existe potencial de mejora. Al respecto tal y como se hace mención en capítulo dos existen definidas rutas de mantenimiento preventivo específicas que indican las diferentes actividades de mantenimiento preventivo a ejecutar sobre los tractores e indican los intervalos a transcurrir para su ejecución, para las diferentes tractores objeto de estudio.

Tabla XV. Cuadro resumen de actividades de mantenimiento preventivo 10 y 50 horas.

No.	Actividad	Responsable	Intevalos
1	Revisión de papelería.	Operador	10 hrs.
2	Revisión estado y tensión de faja.	Operador	10 hrs.
3	Revisión de nivel de aceite de motor.	Operador	10 hrs.
4	Revisión nivel de refrigerante y tapón.	Operador	10 hrs.
5	Limpiar prefiltro del depurador	Operador	10 hrs.
6	Revisión restrictor de aire	Operador	10 hrs.
7	Sopleteo de radiador	Operador	10 hrs.
8	Revisión de nivel del hidráulico	Operador	10 hrs.
9	Revisión de luces	Operador	10 hrs.
10	Revisión de bornes de batería.	Operador	10 hrs.
11	Revisión indicadores de tablero	Operador	10 hrs.
12	Revisión neumáticos	Operador	10 hrs.
13	Vaciar sedimento filtro de combustible.	Mecánico	50 hrs.
14	Revisión juego del pedal del embrague	Mecánico	50 hrs.
15	Engrase de enganche de 3pts.	Mecánico	50 hrs.
16	Engrase de cruces de eje cardan	Mecánico	50 hrs.
17	Engrase de eje delantero (pasadores y charnelas)	Mecánico	50 hrs.
18	Reapretar tomillo de lanza y halador.	Mecánico	50 hrs.
19	Revisión funcionamiento de restrictor	Mecánico	50 hrs.

Tabla XVI. Cuadro resumen de actividades de mantenimiento preventivo de 300, 600, 900 y 1200 horas.

No.	Descripción de actividad	TIPO DE SERVICIO							
		No. 300 hrs	No. 600 hrs	No. 900 hrs	No. 1200 hrs	No. 300 hrs	No. 600 hrs	No. 900 hrs	No. 1200 hrs
1	Revisión de papelería	1	X	1	X	1	X	1	X
2	Verificar indicadores de tablero	2	X	2	X	2	X	2	X
3	Revisión de luces general	3	X			3	X		
4	Cambiar aceite y filtro de motor	4	X	3	X	4	X	3	X
5	Revisión de filtro de aire			4	X				
6	Revisión nivel hidráulico y transmisión	5	X	5	X	5	X		
7	Revisión/Cambiar refrigerante	6	X	6	X	6	X	4	X
8	Verificar tensión de fajas	7	X	7	X	7	X	5	X
9	Calibrar válvulas de motor							6	X
10	Cambio de filtros de admisión							7	X
11	Cambio de filtros de combustible			8	X			8	X
12	Torquear múltiple de admisión y escape							9	X
13	Revisión de tubos y mangueras de admisión	8	X	9	X	8	X	10	X
14	Revisión de cargadores de motor			10	X			11	X
15	Verificar fuga de aceite, agua y combustible	9	X	11	X	9	X	12	X
16	Cambio de aceite hidráulico y de transmisión							13	X
17	Limpieza de striner o maya de succión del hidráulico							14	X
18	Cambio de filtros hidráulicos y transmisión							15	X
19	Drenar sedimento a tanque de combustible	10	X	12	X	10	X	16	X
20	Verificar cojinetes de charnelas							17	X
21	Engrase tren delantero	11	X	13	X			18	X
22	Engrase de enganche 3 puntos.	12	X	14	X	11	X		
23	Cambio grasa y/o aceite de bufas							19	X
24	Revisión/Cambio de aceite a tren delantero	13	X	15	X	12	X	20	X
25	Revisión/Cambio de aceite mandos finales	14	X	16	X				
26	Verificar funcionamiento de sistema hidráulico y PTC	15	X	17	X	13	X	21	X
27	Verificar convergencia	16	X	18	X			22	X
28	Medir profundidad de llantas							23	X
29	Verificar convergencia							24	X
30	Ajuste espárragos de ruedas	17	X	19	X	14	X		
31	Ajuste de tornillos de barra de tiro	18	X	20	X	15	X		
32	Verificar ajuste de capo			21	X			25	X
33	Programar servicio con cinta dimond	19	X	22	X	16	X	26	X
34	Pulir y lustra vidrios y capó							27	X

4.2.2 Diagramación.

A fin de establecer relación entre las actividades de mantenimiento preventivo y con objeto de que el lector se forme una idea clara de dichas actividades se presenta en apartados posteriores diagramación (secuencia fotográfica) de las actividades definidas en las rutas de mantenimiento de las que es sujeta un tractor en la actualidad en la empresa objeto de estudio, dada su similitud entre una los tractores analizados y para evitar repeticiones innecesarias se muestra solamente el servicio más completo (1200 horas) y los mantenimientos de 10 y 50 horas para el tractor Mc Cormick MC135, según lo presentado en apartados 4.2.2.1 y 4.2.2.2., para lo que se le solicitó a uno de los mecánicos responsables ejecutar simulación de movimientos si estuviese ejecutando rutinas de mantenimientos.

4.2.2.1 Diagrama ejecución mantenimientos 10 y 50 horas tractor Mc Cormick MC 135.

Figura 38. Secuencia ejecución mantenimiento 20 y 50 horas



4.2.2.2 Diagrama ejecución de servicios 1200 horas tractor Mc Cormick Mc135.

Figura 39. Secuencia ejecución mantenimiento 300, 600, 900 y 1200 horas



4.2.3 Fallas y deficiencias detectadas.

Después de analizadas las rutas de mantenimiento preventivo se observaron las siguientes deficiencias comunes tanto en las que refieren al mantenimiento de 10 y 50 horas así como a los servicios de 300, 600, 900 y 1200 horas:

- No existen tiempos establecidos tanto para las actividades definidas en las rutas de mantenimiento como para la totalidad de ellas, esto imposibilita al supervisor encargado asignar tiempos de entrega de maquinaria.
- Las rutas de mantenimiento no se encuentra elaboradas de manera tal que facilite la ejecución de cada una de las actividades en donde puede apreciarse la carencia de un orden lógico de ejecución.
- No existe asociación tanto entre cantidad y tipo de repuesto a en las rutas de mantenimiento, imposibilitando preparar por anticipado al departamento de bodega éstos, así mismo incrementa los tiempos necesarios en la elaboración de requisiciones de materiales a mecánicos que no se encuentren familiarizados con la maquinaria y limita el control por parte del supervisor en la adecuada utilización de los insumos requeridos.
- No existe definición de la herramienta a utilizar en cada una de las actividades de mantenimiento lo que incrementa el tiempo de ejecución dada la necesidad por parte del mecánico de gestionar la adquisición de herramienta y/o equipo específico que dado el momento no contenga su caja de herramientas.
- Pudo notarse que al carecer de supervisión en éste tipo de actividades (como se menciona en apartado 4.1), se incrementa el riesgo de que el mecánico responsable de la ejecución obvie uno o varios de los pasos establecidos en las rutas de mantenimiento al momento de realizarla no se apoya en documento escrito de la misma.

5. ANÁLISIS DE FALLAS.

5.1 Análisis de fallas por sistema.

Se presenta a continuación resumen detallado de las fallas a nivel de sistema que presentaron los tractores objeto de estudio en el período de análisis, para el efecto se tomaron en consideración 1,249 OT abiertas por reparación.

Previo a ello, debe hacerse del conocimiento del lector que a fin de llevar a cabo lo antes expuesto, se tomó como referencia la clasificación utilizada en la empresa objeto de estudio que consta de 25 sistemas principales mismos que se presentan en tabla XVII.

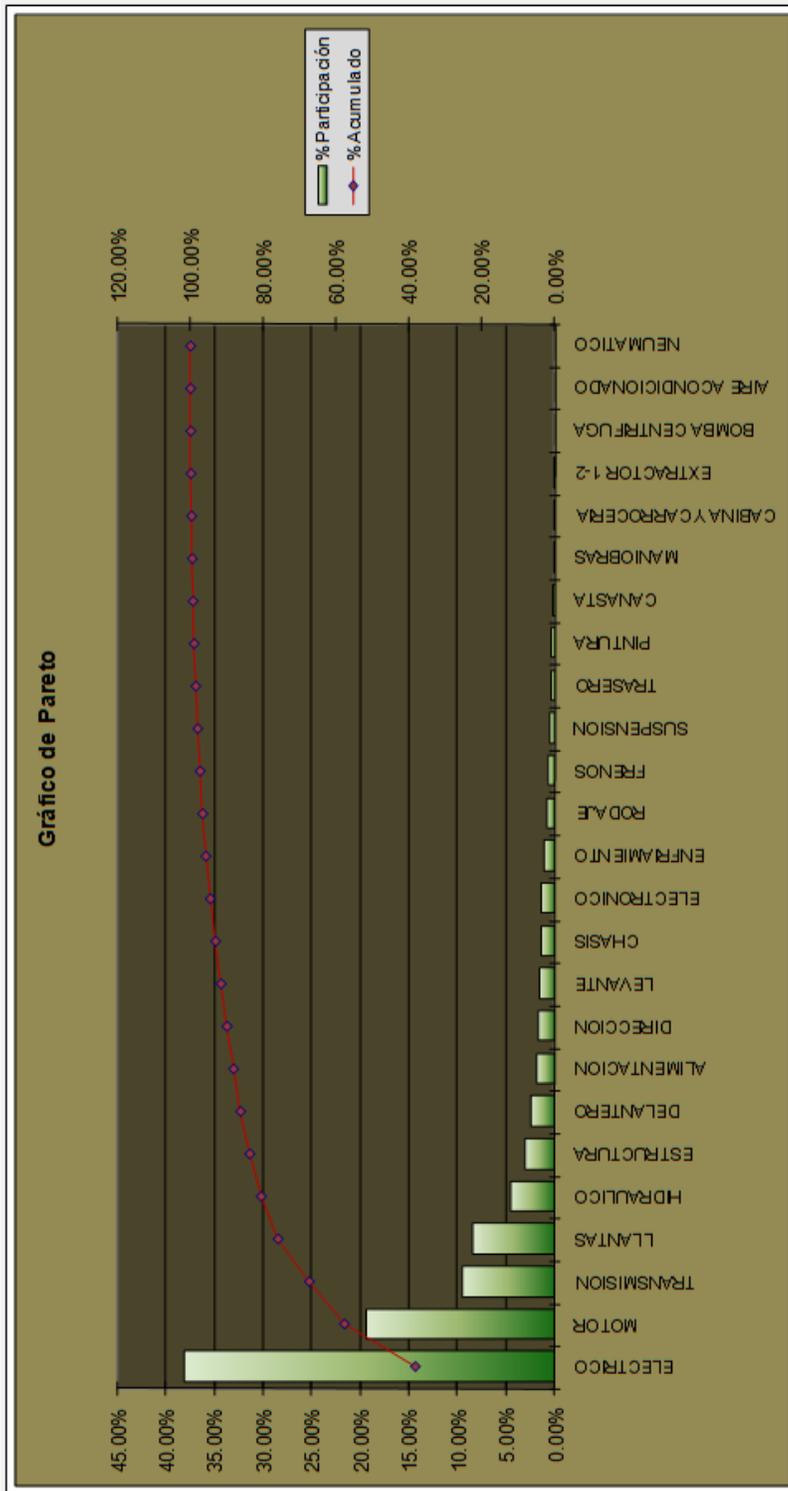
Tabla XVII. Clasificación de sistemas para tractores agrícolas.

No.	SISTEMA	No	SISTEMA
1	AIRE ACONDICIONADO	14	FRENOS
2	ALIMENTACION	15	HIDRAULICO
3	BOMBA CENTRIFUGA	16	LEVANTE
4	CABINA Y CARROCERIA	17	LLANTAS
5	CANASTA	18	MANIOBRAS
6	CHASIS	19	MOTOR
7	DELANTERO	20	NEUMATICO
8	DIRECCION	21	PINTURA
9	ELECTRICO	22	RODAJE
10	ELECTRONICO	23	SUSPENSION
11	ENFRIAMIENTO	24	TRANSMISION
12	ESTRUCTURA	25	TRASERO
13	EXTRACTOR 1-2		

Tabla XVIII. Cuadro resumen de relación falla por sistema y tiempo de paro por mecánico.

SISTEMA	Horas-Mecánico Totales	Máquinas totales con OT abierta	Horas por máquina	% Participación	% Acumulado	% Participación de OT
ELECTRICO	3,339.98	74	45.13	38.22%	38.22%	46.97%
MOTOR	1,701.75	71	23.97	19.47%	57.69%	4.39%
TRANSMISION	842.63	59	14.28	9.64%	67.34%	3.03%
LLANTAS	751.90	65	11.57	8.60%	75.94%	18.93%
HIDRAULICO	404.83	57	7.10	4.63%	80.57%	2.72%
ESTRUCTURA	274.58	47	5.84	3.14%	83.72%	2.30%
DELANTERO	221.50	17	13.03	2.53%	86.25%	3.35%
ALIMENTACION	168.25	31	5.43	1.93%	88.18%	3.97%
DIRECCION	159.08	39	4.08	1.82%	90.00%	1.15%
LEVANTE	141.83	22	6.45	1.62%	91.62%	1.36%
CHASIS	129.17	37	3.49	1.48%	93.10%	2.51%
ELECTRONICO	128.00	27	4.74	1.46%	94.56%	0.84%
ENFRIAMIENTO	108.75	32	3.40	1.24%	95.81%	2.62%
RODAJE	76.00	19	4.00	0.87%	96.68%	1.36%
FRENOS	61.58	16	3.85	0.70%	97.38%	1.26%
SUSPENSION	57.50	13	4.42	0.66%	98.04%	0.10%
TRASERO	43.75	11	3.98	0.50%	98.54%	0.63%
PINTURA	43.25	8	5.41	0.49%	99.03%	0.52%
CANASTA	24.50	8	3.06	0.28%	99.32%	0.52%
MANIOBRAS	18.33	3	6.11	0.21%	99.53%	0.31%
CABINA Y CARROCERIA	17.25	4	4.31	0.20%	99.72%	0.52%
EXTRACTOR 1-2	13.75	3	4.58	0.16%	99.88%	0.31%
BOMBA CENTRIFUGA	5.00	3	1.67	0.06%	99.94%	0.10%
AIRE ACONDICIONADO	4.50	3	1.50	0.05%	99.99%	0.21%
NEUMATICO	1.00	1	1.00	0.01%	100.00%	
TOTAL GENERAL	8,738.68	670	13.04			100.00%

Figura 40. Gráfico de Pareto de relación falla por sistema y tiempo de paro por mecánico.



De la tabla XVIII y figura 40 puede observarse que en la actualidad los sistemas que demandan el 80% de horas hombre durante el período de análisis son los sistemas eléctrico, motor, transmisión, llantas e hidráulico dado los porcentajes mostrados en la columna de “horas por máquina”, sin embargo al relacionarlo con el porcentaje de participación del número de ordenes de trabajo abiertas en el período para cada sistema, observamos que en el caso del sistema de motor, transmisión e hidráulico, no representan el grueso de las mismas, no así el sistema eléctrico y llantas mismos que poseen el mayor porcentaje de participación en cuanto a éste rubro refiere.

De lo anterior se infiere que pese a que los fallos en sistema de motor, transmisión e hidráulico son poco frecuentes, los tiempos de paro consecuencia de éstos son prolongados, no así el caso del sistema eléctrico y llantas en donde se aprecia precisamente lo contrario, es decir dado que el porcentaje de participación en tiempos de mecánica invertidos es alto, al serlo también el porcentaje de solicitud de reparaciones para dicho sistemas, los tiempos de trabajo sobre los mismos disminuyen.

Evaluando el comportamiento de requerimiento de reparaciones del parque de maquinaria objeto de estudio a lo largo del período definido (ver tablas XIX, XX y figura 41), puede apreciarse que las cargas de trabajo operativas se encuentra en los meses de enero, febrero, marzo y abril, período durante el cual la demanda de reparaciones se incrementa desde un 100% hasta un 400% respecto del resto de meses, lo cual concuerda con el incremento de las cargas de trabajo de cultivo resultado de la cosecha de los cañales al cumplirse los tiempos permisibles de ejecución de labor cultural en relación al incremento del área cosechada si se atiende a que el período de Zafra da inicio en el mes de noviembre.

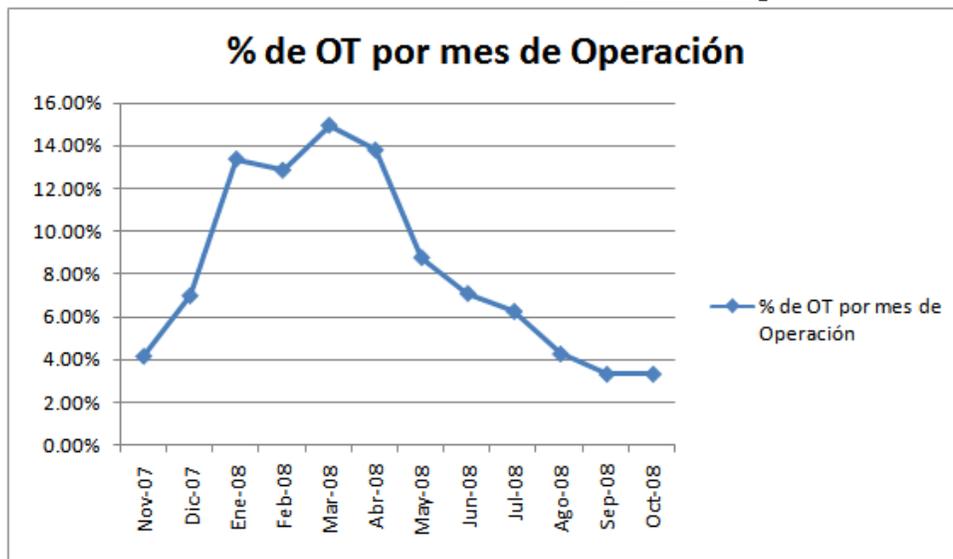
Tabla XIX. OT abiertas de noviembre 2007 a octubre 2008 para el parque total de maquinaria analizada.

SISTEMA	Nov-07	Dic-07	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08	Oct-08	TOTAL
ELECTRICO	11	32	74	67	84	55	29	35	28	11	9	10	445
GENERAL	15	34	29	31	31	39	23	18	22	13	15	15	285
LLANTAS	8	8	17	19	21	31	21	12	14	12	13	4	180
MOTOR	5	2	3	3	4	6	4	5	5	2	2	1	42
ALIMENTACION	1	5	9	7	3	3	3	2		2		3	38
DELANTERO	2	8	1	2	2	4	5		1	3	1	2	31
TRANSMISION	2	1	3	3	6	3	2	3	2			4	29
HIDRAULICO		2	6	3	5	5		1		1	2	1	26
ENFRIAMIENTO			4	1	5	3	2	1	2	5	2		25
CHASIS	5	1	2	2	4	1	3	2	2	2			24
ESTRUCTURA	1	3		3	4	4	4	1			1	1	22
LEVANTE	1	2	1	2		1	1	3		1		1	13
RODAJE	1			2	2	4	1		1			2	13
FRENOS	1			3		2	3		1	2			12
DIRECCION	1	1	1	4		3			1				11
ELECTRONICO			1			2	1	2				2	8
TRASERO	1		2			1	2						6
CABINA Y CARROCERIA			1		2	1						1	5
CANASTA							1	1	1		2		5
PINTURA			1	1		1	1		1				5
MANIOBRAS		1	1			1							3
EXTRACTOR 1-2		1		1	1								3
AIRE ACONDICIONADO						1			1				2
BOMBA CENTRIFUGA							1						1
SUSPENSION			1										1
TOTAL	55	101	157	154	174	171	107	86	82	54	47	47	1249

Tabla XX. % OT abiertas de noviembre 2007 a octubre 2008 para el parque total de maquinaria analizada.

SISTEMA	Nov-07	Dic-07	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Sep-08	Oct-08	TOTAL
ELECTRICO	2.45%	7.13%	16.48%	14.92%	18.71%	12.25%	6.46%	7.80%	6.24%	2.45%	2.00%	2.23%	100%
ILLANTAS	4.42%	4.42%	9.39%	10.50%	11.60%	17.13%	11.60%	6.63%	7.73%	6.63%	7.18%	2.21%	100%
MOTOR	11.90%	4.76%	7.14%	7.14%	9.52%	14.29%	9.52%	11.90%	11.90%	4.76%	4.76%	2.38%	100%
ALIMENTACION	2.63%	13.16%	23.68%	18.42%	7.89%	7.89%	7.89%	5.26%	0.00%	5.26%	0.00%	7.89%	100%
DELANTERO	6.25%	25.00%	3.13%	6.25%	6.25%	12.50%	15.63%	0.00%	3.13%	9.38%	3.13%	6.25%	100%
TRANSMISION	6.90%	3.45%	10.34%	10.34%	20.69%	10.34%	6.90%	10.34%	6.90%	0.00%	0.00%	13.79%	100%
HIDRAULICO	0.00%	7.69%	23.08%	11.54%	19.23%	19.23%	0.00%	3.85%	0.00%	3.85%	7.69%	3.85%	100%
ENFRIAMIENTO	0.00%	0.00%	16.00%	4.00%	20.00%	12.00%	8.00%	4.00%	8.00%	20.00%	8.00%	0.00%	100%
CHASIS	20.83%	4.17%	8.33%	8.33%	16.67%	4.17%	12.50%	8.33%	8.33%	8.33%	0.00%	0.00%	100%
ESTRUCTURA	4.55%	13.64%	0.00%	13.64%	18.18%	18.18%	18.18%	4.55%	0.00%	0.00%	4.55%	4.55%	100%
RODAJE	7.69%	0.00%	0.00%	15.38%	15.38%	30.77%	7.69%	0.00%	7.69%	0.00%	0.00%	15.38%	100%
LEVANTE	7.69%	15.38%	7.69%	15.38%	0.00%	7.69%	7.69%	23.08%	0.00%	7.69%	0.00%	7.69%	100%
FRENOS	8.33%	0.00%	0.00%	25.00%	0.00%	16.67%	25.00%	0.00%	8.33%	16.67%	0.00%	0.00%	100%
DIRECCION	9.09%	9.09%	9.09%	36.36%	0.00%	27.27%	0.00%	0.00%	9.09%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
ELECTRONICO	0.00%	0.00%	12.50%	0.00%	0.00%	25.00%	12.50%	25.00%	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%	100%
TRASERO	16.67%	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	16.67%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
PINTURA	0.00%	0.00%	20.00%	20.00%	0.00%	20.00%	20.00%	0.00%	20.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
CABINA Y CARROCERIA	0.00%	0.00%	20.00%	0.00%	40.00%	20.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	100%
CANASTA	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	20.00%	20.00%	20.00%	0.00%	40.00%	0.00%	100%
EXTRACTOR 1-2	0.00%	33.33%	0.00%	33.33%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
MANIOBRAS	0.00%	33.33%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
AIRE ACONDICIONADO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
BOMBA CENTRIFUGA	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
SUSPENSION	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100%
TOTAL	4.18%	7.01%	13.39%	12.87%	14.96%	13.81%	8.79%	7.11%	6.28%	4.29%	3.35%	3.35%	100%

Figura 41. Gráfico de tendencia apertura OT en período de análisis para el parque total de maquinaria analizada.

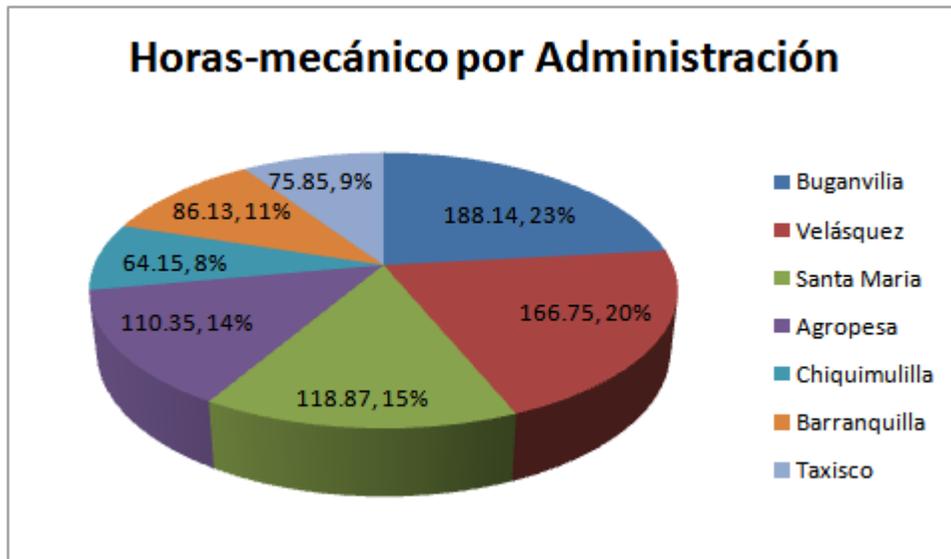


Al analizar lo sucedido durante el año en cada Administración a la que se le provee del servicio puede notarse lo siguiente:

Tabla XXI. Cuadro de participación horas-mecánico en maquinaria por Administración.

Administración	Horas-mecánico totales	No. Máquinas analizadas	(Horas-mecánico) por máquina	% Participación	% Acumulado
Buganvilia	3386.483333	18	188.137963	23.22%	23.22%
Velásquez	2167.783333	13	166.7525641	20.58%	43.80%
Santa María	2020.716667	17	118.8656863	14.67%	58.47%
Agropesa	993.1666667	9	110.3518519	13.62%	72.09%
Barranquilla	430.6666667	5	86.13333333	10.63%	82.72%
Taxisco	303.4	4	75.85	9.36%	92.08%
Chiquimulilla	513.2166667	8	64.15208333	7.92%	100.00%

Figura 42. Gráfica de participación horas-mecánico en maquinaria por Administración.



Las figuras anteriores muestran similitudes en el comportamiento de las administraciones de Buganvilia y Velásquez ambas con más del 20% de participación, Santa María y Agropesa con alrededor del 15% de participación y Chiquimulilla, Barranquilla y Taxisco con menos del 11% de participación.

Ello responde básicamente a la cantidad de horas acumuladas de trabajo del parque de maquinaria asignado, que correspondiente a los períodos cronológicos en que las distintas Administraciones fueron creadas en el orden siguiente:

- Buganvilia y Velásquez
- Santa María y Agropesa
- Barranquilla
- Chiquimulilla y Taxisco

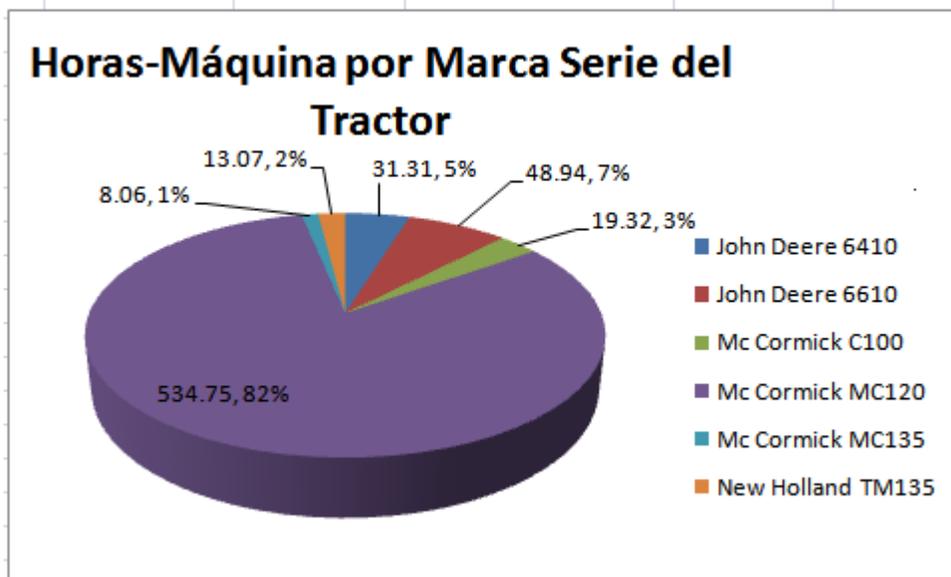
Con lo que se determina relación existente entre horas máquina de trabajo y horas trabajo mecánico por fallas asociadas.

Al analizar lo correspondiente a los distintos tractores que se poseen (marca-serie) para labores de cultivo se obtiene que:

Figura XXII. Cuadro de participación horas-mecánico en maquinaria por Marca-Serie Tractor.

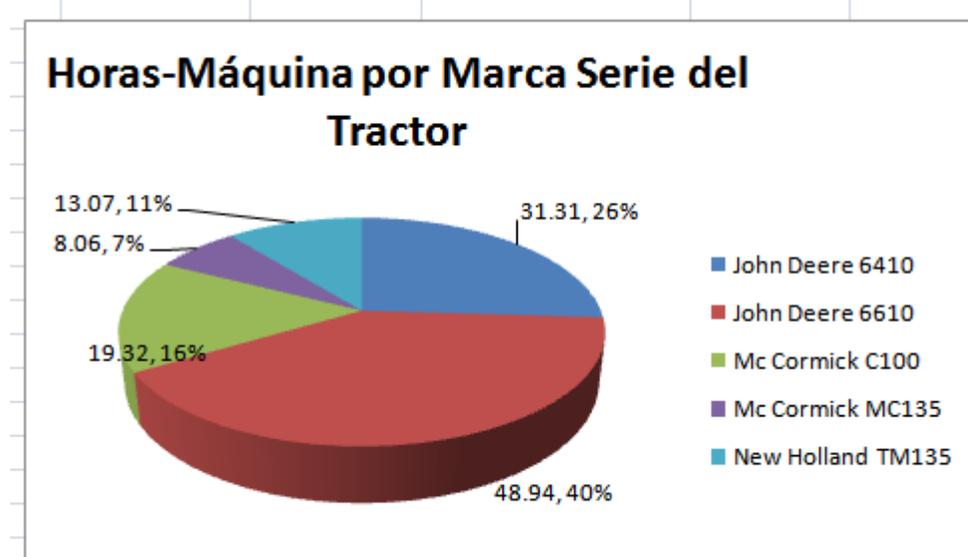
Administración	Horas-mecánico totales	No. Máquinas analizadas	(Horas-mecánico) por máquina	% Participación	% Acumulado
Mc Cormick MC120	8556	16	534.75	81.58%	81.58%
John Deere 6610	440.5	9	48.94444444	7.47%	89.05%
John Deere 6410	93.91666667	3	31.30555556	4.78%	93.83%
Mc Cormick C100	521.7666667	27	19.32469136	2.95%	96.78%
New Holland TM135	130.6666667	10	13.06666667	1.99%	98.77%
Mc Cormick MC135	72.58333333	9	8.064814815	1.23%	100.00%

Figura 43. Gráfica de participación horas-mecánico en maquinaria por Marca Serie del Tractor.



Una vez observada la gráfica anterior y revisada la base de datos, se determinó que una de las causas de la notable participación de horas de mano de obra en los tractores Mc Cormick MC120 se debe al hecho de que tres de ellos se encontraron en paro por período de tiempo mayor a seis meses por accidentes sufridos en durante el período de análisis, por lo que al retirar dicha flota del análisis se aprecia lo siguiente:

Figura 44. Gráfica de participación horas-mecánico en maquinaria por Marca Serie del Tractor. (Sin incluir Mc Cormick MC120)



5.2 Relaciones causa-efecto.

5.2.1 Asociación falla – inadecuada operación.

No se determinó alto impacto en tiempos de paro en maquinaria debido a inadecuada operación al relacionar el número de órdenes de trabajo abiertas asociadas a éste caso y el número de órdenes de trabajo total, siendo los problemas encontrados un total de siete que se resume a continuación:

- Dos housin de caja de velocidades rotos debido a colisión por piedra en el mismo en Administración Velásquez en tractores Mc Cormick MC120, mientras realizaban labor de descarne.
- Un motor fundido debido por pérdida de aceite dada rotura de manguera en Administración Agropesa en tractor New Holland TM135, mientras realizaban labor de cultivo.

- Una entrada de agua a motor por caída del tractor en noria en Administración Buganvilla en tractor John Deere 6410 mientras realizaba labor de cultivo.
- Tres roturas de muñecos en todos en labor de surqueo de una punta con dos con tractores Mc Cormick MC135 y un con tractor New Holland TM, todos en Administración Buganvilia.

5.2.2 Asociación falla – deficiencia en mantenimiento.

En general para la mayoría de sistemas, no se encontró evidencia que muestre con certeza relación directa entre los desperfectos mecánicos sufridos por los tractores objeto de estudio y una deficiencia real en los procesos de mantenimiento, pese a las deficiencias encontradas tanto en los aspectos logísticos como de operación mencionados en capítulo cuatro.

No así el caso de las fallas en el sistema eléctrico de los tractores producto claro de una carencia total en los procesos de mantenimiento, que se incrementó considerablemente en los meses de enero y febrero, período durante el cual se somete la maquinaria a turnos de hasta 18 horas, siendo los sub-sistemas eléctricos en donde se produjo mayor impacto mostrados en tabla XXIII.

Si se observa con detenimiento puede apreciarse que al menos los fallos generales en subsistemas de luces, arnés, arranque, tableros, baterías, y alternador que representan alrededor del 70% de la frecuencia de fallo, pudieron haberse evitado ya sea a través de actividades puntuales como limpieza de componentes en intervalos frecuentes o cambios en componentes resultados de inspecciones periódicas.

Tabla XXIII. Subsistemas eléctricos analizados.

Sub Sistema Eléctrico	% OT abiertas	% Acumulado.
LUCES	23.28%	23.28%
ARNES	18.39%	41.67%
ARRANQUE	11.39%	53.06%
TABLERO	7.91%	60.97%
BATERIAS	6.23%	67.20%
ALTERNADOR	6.02%	73.22%
ACCESORIOS	5.67%	78.89%
ELEVADOR	3.52%	82.41%
PIDEVIAS	3.14%	85.55%
HIDRAULICO	2.84%	88.39%
SHITSH	2.62%	91.01%
BOMBA ACEITE	1.59%	92.60%
ARRACADOR	1.20%	93.80%
AUTOMATICO	1.16%	94.96%
INYECCION	1.16%	96.12%
MOTOR	0.82%	96.94%
MODULO	0.47%	97.41%
CAJA AUTOMATICA	0.43%	97.84%
GENERAL	0.34%	98.18%
DESCARGA	0.30%	98.48%
MOTOR HIDROSTATICO	0.21%	98.70%
CABINA	0.21%	98.91%
CARGA	0.04%	98.96%
AUSENTE	0.04%	99.00%

5.2.3 Asociación falla – otras causas.

Se encontraron dos únicas causas de impacto relacionadas a fallas en los tractores objeto de estudio:

- Contaminación de diesel en Administración Taxisco y Chiquimulilla
- Características físicas de terreno en finca Luceros.

Como resultado de la primera de ellas se produjo dentro del período de estudio daños en cuatro bombas de inyección producto de la presencia de agua en el tanque de combustible.

Asimismo, la segunda de ellas tuvo un impacto más significativo en la maquinaria asociada a labores dentro de ésta finca perteneciente a Administración Buganvilia, debido principalmente a la geografía y diseño de trabajo de la misma, la cual cuenta con gran cantidad de zanjas producto del sistema de riego por gravedad utilizado en la misma.

A continuación se presenta el resumen de los problemas encontrados:

- Se produjo en promedio tres problemas de barrido de tornillos estabilizadores de todos los tractores asignados a Administración Buganvilia mientras laboraban en finca Luceros.
- Se cambiaron en promedio dos veces durante el período bushines de tren delantero a tractores asignados a Administración Buganvilia asignados a labor en finca Luceros.
- Reducción del tiempo de vida del sistema de embrague para los tractores asignados a la finca en un 50% respecto del resto del parque de maquinaria de la misma marca y serie.

6. REDISEÑO Y PROPUESTA DE MEJORA EN RUTAS Y LOGÍSTICA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

6.1 Logística de mantenimiento preventivo.

6.1.1 Reestructuración de logística de mantenimiento en servicios 300, 600, 900 y 1200 horas.

Atendiendo a las deficiencias detectadas en 4.1.2.1 debe reestructuración en materia de:

A. Programación de mantenimiento.

A través del desarrollo del algoritmo de programación de mantenimientos preventivos es posible utilizando los datos de las variables disponibles en los sistemas de información que actualmente posee la empresa predecir las horas de trabajo de la maquinaria en el futuro (ver apéndice cuatro) y por tanto programar tanto los mantenimientos de 50 horas así como los servicios de 300, 600, 900, y 1200 horas.

Ello ofrecerá ventajas en materia de:

- Anticipación de repuestos en bodega, dado que eliminadas las incertidumbres es posible para el departamento verificar existencia y preparar los insumos y repuestos necesarios para la ejecución del mantenimiento en cuestión, gestionando los traslados a las áreas correspondientes. Al involucrar dentro del procedimiento el trabajo vía correo electrónico es posible distribuir las cargas de

trabajo en dicha materia reduciendo la burocracia en el mismo sin sacrificar aspectos de control

- Planificación de espacios en galeras, con fin de que se elimine el almacenamiento innecesario de maquinaria dentro de las instalaciones de taller sin ejecución de trabajos sobre la misma, lo que aumenta los tiempos de paro.
- Planificación detallada de las rutas de unidades móviles, de manera en que éstas reduzcan tiempos de traslados tanto hacia instalaciones de taller como a bodegas satélites con objeto de carga de herramienta, equipo, repuestos e insumos, optimizando los tiempos efectivos de trabajo en perjuicio de los tiempos por conducción.

B. Recepción y entrega de maquinaria.

Los procedimientos de realizar recepción y entrega formal de maquinaria ofrecen las siguientes ventajas (ver formato propuesto en apéndice cinco):

- Identificación temprana de daños a maquinaria no establecidos en rutas de mantenimiento preventivo.
- Asociación de estado de maquinaria con usuario en materia de cuidado del tractor.
- Asignación de tiempos productivos de trabajos.
- Garantía de satisfacción de trabajos realizados sobre la maquinaria lo que representa evaluación implícita del desempeño del mecánico asignado por parte del supervisor encargado.

C. Agilización en apertura y cierre de OT.

Al incluir tanto en la apertura como en el cierre de las OT el recurso el e-mail se obtiene las siguientes ventajas:

- Reducción de tiempos de traslado por parte de supervisores para entrega de papelería en cabina de taller.
- Asignación de números de OT más ágiles.
- Reducción de riesgos por pérdidas de documentación.
- Incremento de velocidad en comunicación entre cabina de taller y los entes relacionados (supervisores y/o mecánicos).

D. Supervisión de las actividades del proceso.

El incremento de las actividades de supervisión puntos específicos del proceso de mantenimiento, brinda las siguientes ventajas:

- Validación de horas efectivas de trabajo de mecánico y productividad.
- Validación de utilización adecuada de insumos y repuestos asociados a tractores.

6.1.2 Reestructuración de logística de mantenimiento diarios 10 y 50 horas.

Dada las deficiencias logísticas detectadas en 4.1.2.2 se considera que para salvar las mismas simplemente es necesario trabajar lo siguiente:

A. Implementar mantenimiento en puntos físicos de abastecimiento de combustible.

Tiene sentido que si los tractores se abastecen de combustible diariamente en gasolineras fijas, se aproveche la ocasión de paro para la ejecución del mantenimiento correspondiente, así al establecer horarios específicos de despacho se programará traslado de mecánico al punto para ejecución de rutina de mantenimiento.

B. Desligar de actividades de mantenimiento diario a unidades móviles e incrementar cargas en camiones abastecedores de combustible.

Dado que si un tractor no se abastece en gasolinera física, es abastecido por medio un camión fuelador, debe ser éste el responsable de ejecutar las actividades de mantenimiento en el período que dura el despacho.

A. Ligar las actividades de unidad móvil de mantenimiento a supervisión (Validación uno).

Desligando a unidades móviles de mantenimiento de la ejecución de los mismos, puede orientarse este recurso a actividades de servicio y reparaciones únicamente, así mismo funcionará como ente supervisor de las actividades de mantenimiento llevadas a cabo por camión fuelador, de aquellos tractores ubicados en su ruta preestablecida, ejecutando tan solo aquellas que se encuentren pendientes o en tiempo.

B. Ligar actividades de mantenimiento en talleres satélite al cambio de turno. (Validación dos)

Al convenir junto al Administrador de zona realizar los cambios de turno de operadores de tractores en los talleres satélites así como estacionar los mismos al concluir jornada de trabajo y recogerlos en el mismo punto al iniciarla, es posible para éste validar las actividades de mantenimiento realizadas por camión fuelador y realizar aquellas que se encuentre ya sea pendientes o en tiempo.

C. Abrir OT en actividades de mantenimiento 50 horas.

Ello permitirá registrar actividades de mantenimiento en maquinaria así como llevar control estricto sobre el cumplimiento de tiempos de los mismos.

6.1.3 Diagramación propuesta.

Dada la naturaleza de los aspectos logísticos a reestructurar en las actividades de mantenimiento diario y su claridad, ésta nos e diagramará, presentando a continuación diagramación propuesta para logística de servicios de 300, 600, 900 y 1200 horas, tanto para actividades a realizar en taller central, taller satélite o en campo.

Figura 45. Diagrama de flujo de operaciones Taller Central modificado, hoja 1

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER AGRÍCOLA CENTRAL**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Tractores	Método: Mejorado
Servicio: Servicios programados	Hoja: 1-3
Tipo: 300, 600, 900 y 1200 horas	Fecha: Diciembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin: Entrega Taller Central

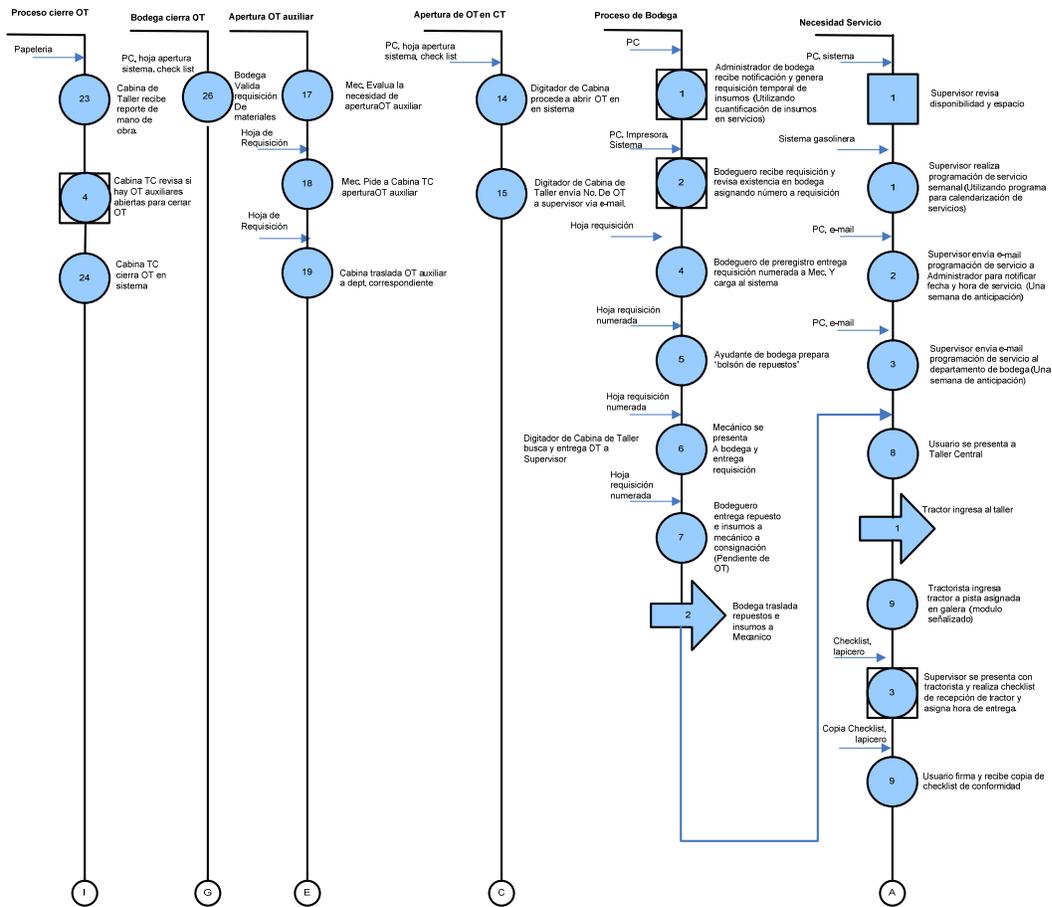
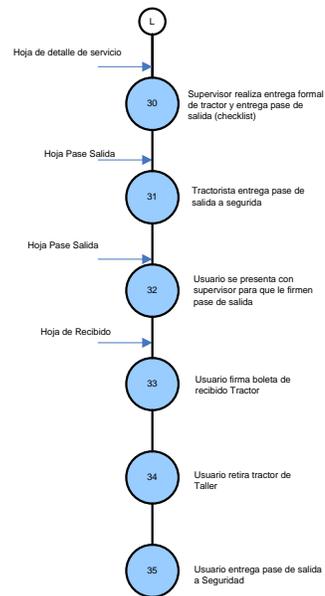


Figura 47. Diagrama de flujo de operaciones Taller Central modificado, hoja 3

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER AGRÍCOLA CENTRAL**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Tractores	Método: Mejorado
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 3-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Diciembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin:Entrega Taller Central



ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	35
Combinada	◻	4
Inspección	◻	2
Transporte	➔	2
Almacenaje	▽	
TOTAL		35

Figura 48. Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite modificado, hoja 1

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER SATÉLITE**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Taller Satélite	Método: Mejorado
Servicio: Servicios programados	Hoja: 1-3
Tipo: 300, 600, 900 y 1200 horas	Fecha: Diciembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin: Entrega Taller Central

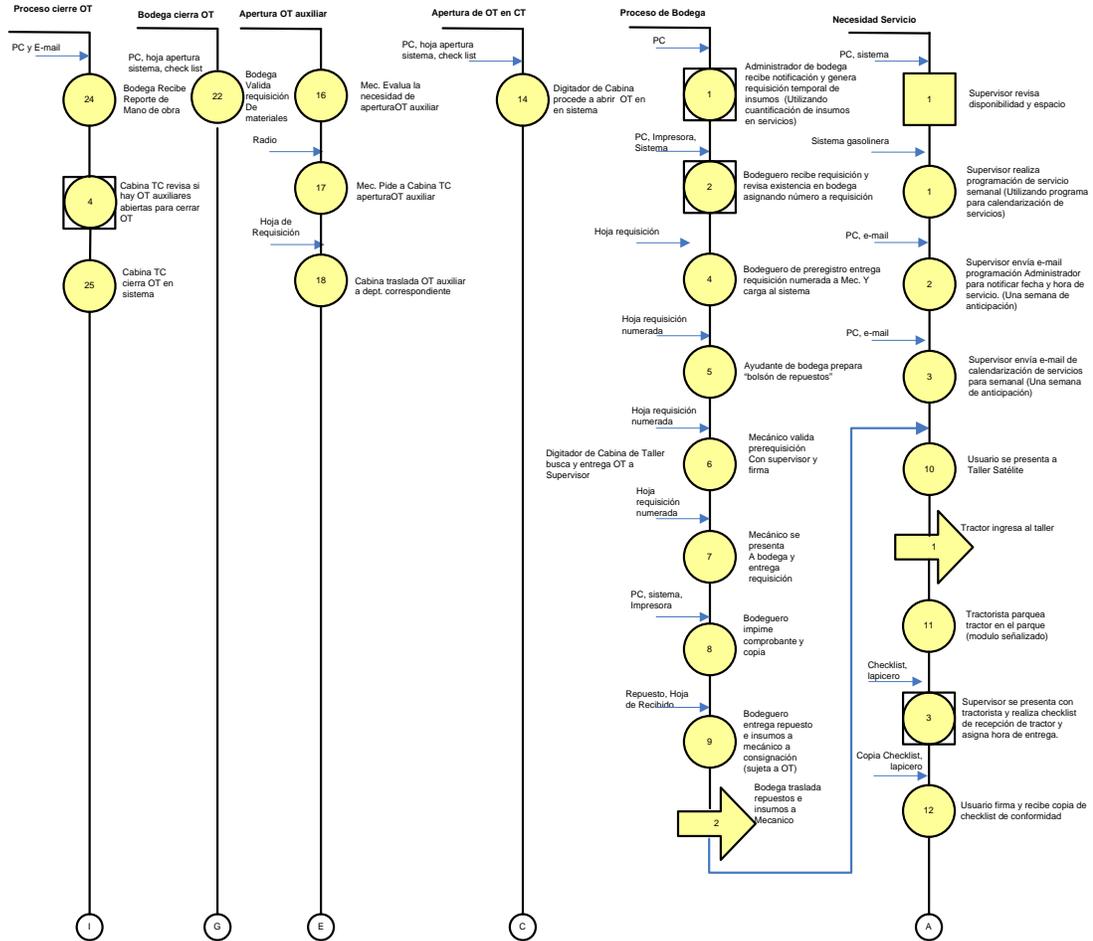


Figura 49. Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite modificado, hoja 2

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER SATÉLITE**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Taller Satélite	Método: Mejorado
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 2-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Diciembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin:Entrega Taller Central

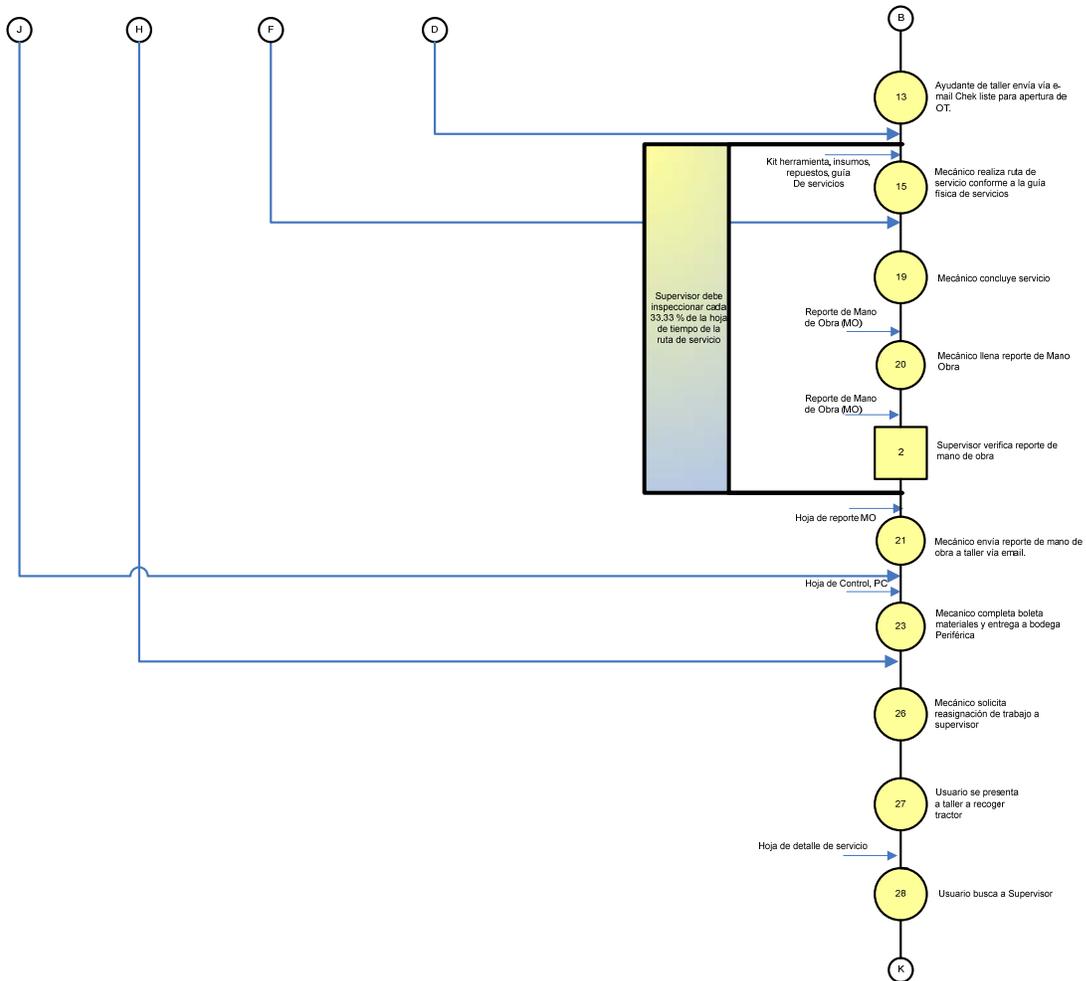
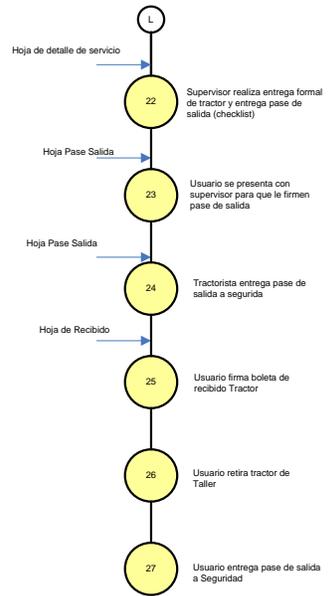


Figura 50. Diagrama de flujo de operaciones Taller Satélite modificado, hoja 3

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO TALLER SATÉLITE**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Taller Satélite	Método: Mejorado
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 3-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Diciembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin:Entrega Taller Central



ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	27
Combinada	◻	4
Inspección	◻	2
Transporte	➔	2
Almacenaje	▽	
TOTAL		35

Figura 51. Diagrama de flujo de operaciones en Campo modificado, hoja 1

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO CAMPO**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Tractores/Taller Satélite	Método: Mejorado
Servicio: Servicios programados	Hoja: 1-3
Tipo: 300, 600, 900 y 1200 horas	Fecha: Diciembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin: Entrega Taller Central

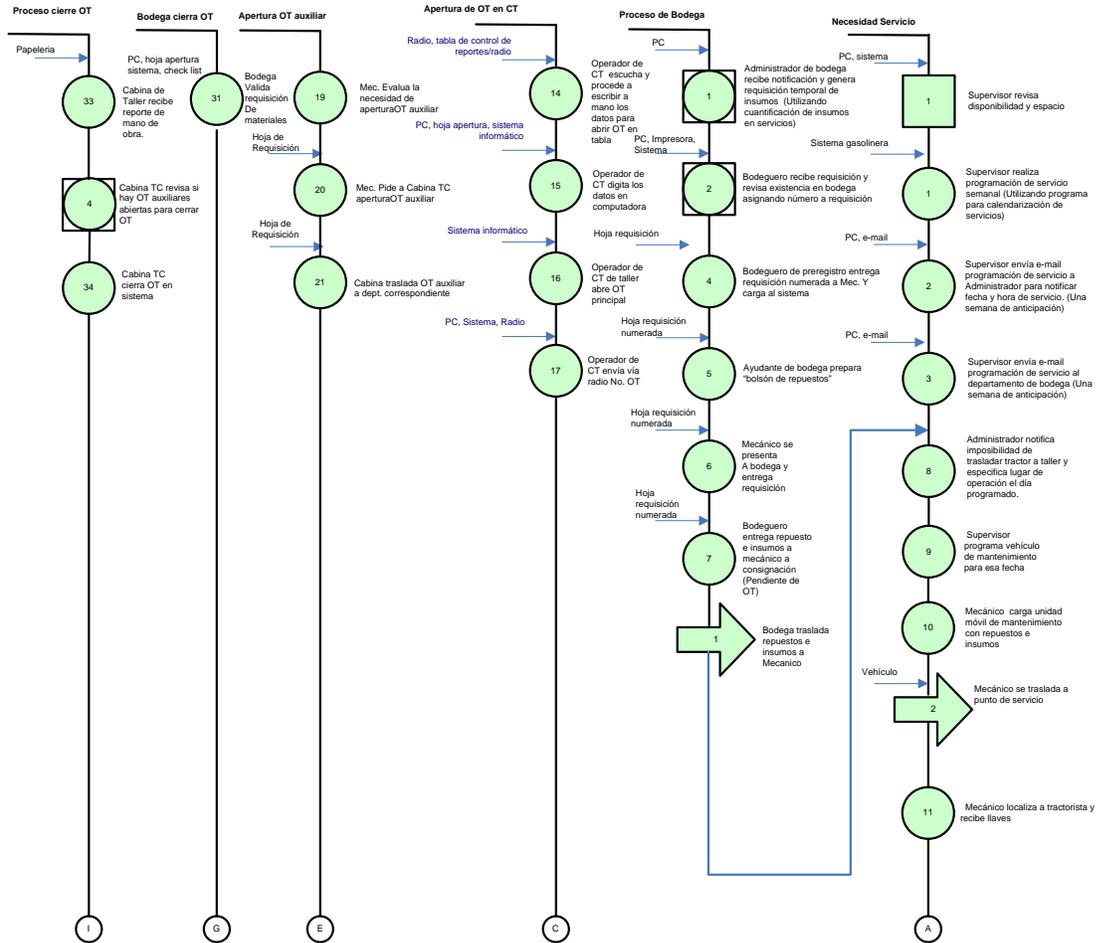


Figura 52. Diagrama de flujo de operaciones en Campo modificado, hoja 2

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO CAMPO**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Tractores/Taller Satélite	Método: Mejorado
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 2-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Diciembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin:Entrega Taller Central

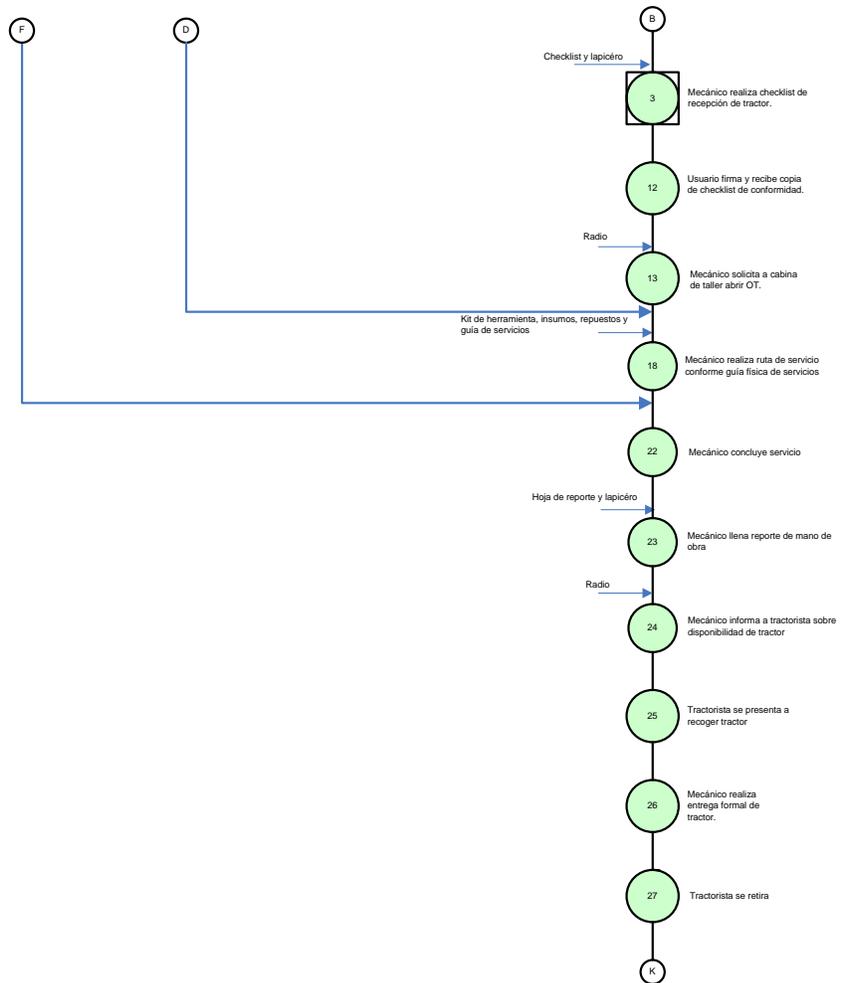
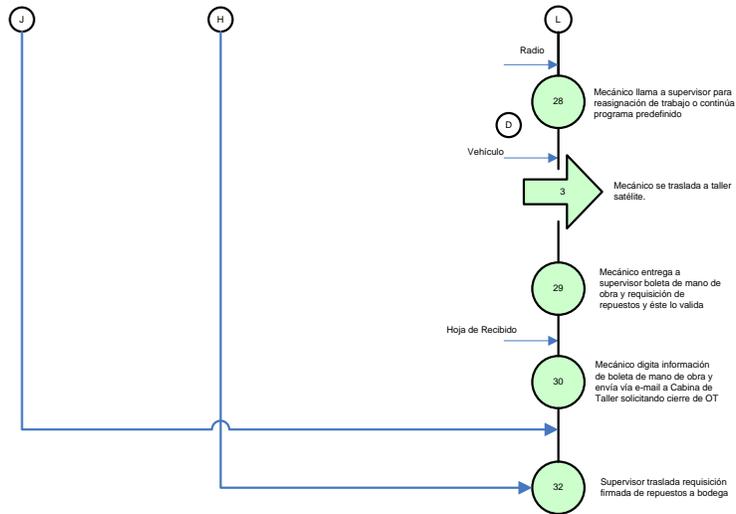


Figura 53. Diagrama de flujo de operaciones en Campo modificado, hoja 3

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES
SERVICIO CAMPO**

Nombre de la Empresa: MAGRISA	Analista: Asistente Taller Agrícola
Departamento: Tractores/Taller Satélite	Método: Mejorado
Servicio: Servicios programados tipo A,B,C y D	Hoja: 3-3
Tipo: 300, 600, 900, 1200 horas	Fecha: Diciembre 2008
Inicio: Recepción Taller Central	Fin:Entrega Taller Central



ACTIVIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	34
Combinada	◻	4
Inspección	◻	1
Transporte	➔	2
Almacenaje	▽	
TOTAL		41

6.2 Operativos de mantenimiento preventivo.

Durante el estudio efectuado se determinó que las deficiencias primarias en cuanto a ejecución efectiva de los procesos de mantenimiento preventivo refieren se encontraban relacionadas con una de los siguientes aspectos:

- Rutas de mantenimiento inadecuadas o inexistentes.
- Ineficiencia en el seguimiento de las rutas de mantenimiento existentes.
- Tiempos indefinidos.
- Asociación de materiales, repuestos e insumos indefinidos.
- Asociación de herramientas y equipo indefinidos.
- Carencia de supervisión durante el proceso.

Con fin de resolver los aspectos antes mencionados se propone un incremento en las actividades de supervisión reflejadas en el apartado de diagramación, así como la utilización de rutas de mantenimiento preventivo reestructuradas con objeto de:

- Constituir guía formal de trabajo para el mecánico encargado de ejecutar, que se desarrolle a través de secuencia lógica de operaciones.
- Asociar herramienta y equipo a las actividades para prepararlas con anticipación.
- Asociar materiales, repuestos e insumos para anticipar su adquisición en bodega y facilitar el control de utilización de los mismos.
- Establecer tiempos de trabajo por actividad que facilite la supervisión de avance.

En virtud de lo anterior, se sugiere la utilización tanto de rutas de mantenimiento de 10 y 50 horas así como las de servicios programados de 300, 600, 900 y 1200 horas reestructuradas para salvar las deficiencias antes mencionadas (ver rutas de mantenimiento propuestas en apéndice cinco y rutas de servicio propuestas en apéndice seis y ruta de mantenimiento eléctrico en apéndice siete).

6.3 Recursos requeridos para aplicación de propuestas de mejora.

A fin de que las propuestas de mejora puedan llevarse a cabo es indispensable se facilite los siguientes recursos:

- Punto de red y acceso a correo electrónico en talleres satélite.
- Desarrollo a nivel de informática de consola para programación de mantenimientos preventivos.
- Sistema de engrase y compresión de aire en gasolineras físicas en fincas.

6.4 Medidas precautorias de fallo.

A fin de evitar fallos en maquinaria dado lo establecido en 5.2.3 debe tomarse las siguientes acciones:

- Instalación de filtro de combustible en la salida de despacho de combustible de todas las unidades de abastecimiento.
- Instalación de sistema murphy en motores que no lo posean a fin de evitar que una baja de presión (producto por ejemplo de rotura en manguera de aceite).
- Reducción de parque específico de maquinaria para ejecución de labores en finca Luceros.

6.5 Acciones adicionales.

- Realizar negociación con el proveedor que actualmente abastece los aceites lubricantes de los tractores para que realice de manera gratuita análisis de los mismos, argumentando el volumen de venta sobre la empresa.

CONCLUSIONES

1. Las reparaciones realizadas al sistema eléctrico de los tractores sujetos de análisis representan el mayor impacto dentro de las reparaciones totales al resto de sistemas con un 47% de participación de reparaciones ejecutadas y un 38% de tiempo efectivo de trabajo sobre los mismos, producto de una ausencia total de rutinas de mantenimiento eléctrico sobre éste tipo de maquinaria.
2. No existe evidencia directa sustancial entre las reparaciones realizadas sobre los tractores e inadecuada operación, lo que sugiere que la estrategia de captación de operadores sin experiencia, con fin de instrucción dentro de la empresa estudiada no representa costos de aprendizaje (en materia de reparaciones de maquinaria) importantes.
3. Las rutas de mantenimiento utilizadas actualmente para los tractores objeto de estudio no son funcionales y no responden a los requerimientos de los mismos ni a la naturaleza de operación.
4. La ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo son esencialmente empíricas, sin atender a las recomendaciones establecidas en las rutas previamente definidas.
5. Existe deficiencia en actividades de supervisión durante todo el proceso de mantenimiento preventivo, tanto en aspectos de carácter logístico como de ejecución, situación que arriesga tanto la calidad de las actividades como los recursos materiales utilizados.

6. No existe flexibilidad en asignación de recursos (físicos, materiales y personal) conforme al incremento actividades de trabajo de mes en mes (especialmente diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo), manteniéndose éstos constantes durante el período operativo completo.

RECOMENDACIONES

1. Realizar programación de servicios de 300, 600, 900, y 1200 horas conforme a lo definido en apéndice cuatro y apartado 6.3 del presente trabajo
2. Implementar las rutas de mantenimiento eléctrico definidas en apéndice ocho en la ejecución de cada servicio de 300 y 600 horas durante los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril de cada período de operación.
3. Implementar ejecución de las rutas de mantenimiento de 10 y 50 horas y de servicio de 300, 600, 900 y 1200 horas definidas en apéndices seis y siete.
4. Reestructurar los aspectos logísticos de mantenimiento conforme lo establecido en capítulo seis.
5. Delimitar la escolaridad mínima requerida por los mecánicos asociados a ejecuciones de mantenimiento buscando incrementar la incorporación de bachilleres en mecánica.
6. Capacitar técnicamente al personal en la adecuada ejecución de las rutas de mantenimiento definidas en apéndices seis y siete, en especial aquellos con bajo nivel de escolaridad.
7. Negociar con Administradores a manera de involucrar al tractorista en todas las actividades de mantenimiento diario y de servicio programado.

8. Capacitar a mecánicos involucrados en actividades de mantenimiento preventivo, en aspectos de mantenimiento eléctrico que no requieren competencia técnica amplia y facilitarles los recursos para que ejecuten los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarado Chaves, Armando. **Maquinaria y mecanización agrícola.** 4ta edición Costa Rica: EUNED, 2004, 369 pp.
2. Arnal Atares, P.V y Laguna Blanca, A. **Tractores y motores agrícolas.** 3ra edición España: Editorial Mundi-Prensa, 1996, 549 pp.
3. Ashburner, Jhon E. y Sims, Brian G. **Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza.** 2da edición Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1984, 473 pp.
4. Murillo García, Napoleón. **Tractores y maquinaria agrícola.** 2da edición Costa Rica: EUNED, 1987, 250 pp.

APÉNDICES

APÉNDICE 1

RELACIÓN MÁQUINA HOMBRE TALLERES SATÉLITE

Tabla XXIV. Relación Máquina – Hombre talleres satélite.

Maquinaria	Administración	Tractores	Motobombas	Motores Estacionarios	Compresores	Plantas y Generadores	Travels	Implementos	Tanques y Arastras	Total
	Líbano	14.00	26.00	6.00	0.00	2.00	0.00	42.00	31.00	131.00
	Cóchano	3.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	7.00	6.00	18.00
	Magdalena	6.00	1.00	4.00	3.00	4.00	8.00	13.00	9.00	49.00
	Luceros	13.00	0.00	2.00	2.00	1.00	0.00	25.00	12.00	53.00
	Velisquez	6.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	18.00	13.00	40.00
	San Patricio	12.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	30.00	13.00	58.00
	Investigación	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	9.00
	Barranquilla	9.00	17.00	0.00	5.00	1.00	0.00	23.00	29.00	82.00
	Reahuelo	7.00	0.00	12.00	2.00	0.00	0.00	17.00	12.00	50.00
	San Bartolo	7.00	11.00	2.00	1.00	1.00	0.00	27.00	13.00	62.00
	Chiquimilla	8.00	9.00	3.00	0.00	1.00	0.00	18.00	13.00	52.00
	Margaritas	17.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	46.00	30.00	95.00
	Total	106.00	65.00	32.00	18.00	11.00	8.00	263.00	189.00	692.00

Personal	Taller satélite	Mecánicos	Soldadores	Ayudantes	Total
	Líbano-Guadalupe	3.00	2.00	0.00	5.00
	Luceros	1.00	1.00	1.00	3.00
	Velisquez-San Patricio	1.00	2.00	1.00	4.00
	Barranquilla	1.00	2.00	1.00	4.00
	Reahuelo	1.00	1.00	1.00	3.00
	San Bartolo	1.00	0.00	1.00	2.00
	Chiquimilla	1.00	1.00	0.00	2.00
	Margaritas	3.00	2.00	0.00	5.00
	Total	12.00	11.00	5.00	28.00

APÉNDICE 2

IMPLEMENTOS PARA LABORES AGRÍCOLAS

Figura 54 . Subsuelo Rome Plaw de 6 ganchos.



Figura 55. Rastra Rome Plaw para volteo.



Figura 56. Rastra pulidora.



Figura 57. Surqueador Super Tatu de tres surcos.



Figura 58. Descarnador Tatu de 6 ganchos.



Figura 59. Cultivadora Tatu para dos mesas.



Figura 60. Rastra chinchera hechiza.



Figura 61. Fertilizadora Super-Tatu para dos mesas.



Figura 62. Chapeadora Rino de chuchillas.



APÉNDICE 3

INVENTARIO DE HERRAMIENTA EN TALLERES SATÉLITE

Tabla XXV. Tabla listado de herramienta en talleres satélite

Unidades	Descripción
1	Almadana 12 lbs
1	Barreno Raíz 1/2 walt
1	Barreno Raíz 1/2 Bosh
1	Brviki Raíz 1/2
1	Bomba de Pintura
1	Bomba de Pintura
1	Bomba manual para combustible
1	Bomba neumática para engrase
1	Boquilla para soldar # 2
1	Boquilla para soldar # 3
2	Cangrejo 24"
1	Cangrejo 12"
2	Careta para soldar
1	Careta para esmerilar
1	Compresor de aire
1	Copa 1 1/2" raíz 3/4 stanley
1	Copa 1 11/16" raíz 3/4 proto
1	Copa 1 5/8" raíz 3/4 proto
1	Copa 1 7/16" raíz 3/4 proto
1	Copa 30 mm raíz 1/2 asesa
1	Copa de 26 mm raíz 1/2 stanley
1	Copa impacto 1 1/2 raíz 3/4
1	Copa impacto 1 1/4 raíz 3/4
1	Copa impacto 1 1/8 raíz 3/4
1	Copa impacto 1 5/16 raíz 3/4
1	Equipo de oxicorte completo
1	Esmeril
1	Extensión raíz 3/4 santley de 16"
1	Extensión raíz 3/4 proto de 13"
2	Extensiones eléctricas
1	Extinguidor 5 lbs
1	Extinguidor 20 lbs
1	Llave de cola 27-24 snap-on
1	Llave de cola 30-27 snap-on
2	Limatones de 1/2
1	Llave Cola 32-30 shap-on

1	Llave corona 32-27
1	Llave de corona 1 1/8 - 1 1/16 Forged
1	Llave mixta 1 1/2"
1	Llave mixta 1 1/4" K-D
1	Llave mixta 21 mm china
1	Llave mixta 22 mm china
1	Llave 32,30 cola y cola
1	Llave mixta de 2" gedore
1	Llave stilson 24" Ridgid
1	Maneral Raíz 3/4 stanler
2	Maneral raíz 3/4 rach Stanley
2	Manómetro de oxígeno completo
1	Máquina de soldar eléctrica Lincon
1	Piedra Esmeril 1/8"
1	Pistola de impacto Power C.P
1	Planta eléctrica para soldar Miller de tubo blue star6000
1	Polipasto de 1 Tonelada
1	Prensa de banco # 7
1	Pulidora Bosh Pequeña
1	Pulidora Bosh Grande
1	Rach manual raíz 3/4
1	Remachadora
1	Rotalima Bosh
1	Tijera para cortar lámina
1	Torque de 3/4
2	Triket Omega de 20 Ton

INVENTARIO DE HERRAMIENTA EN UNIDADES MÓVILES

Tabla XXVI. Tabla listado de herramientas unidades móviles de mantenimiento.

Unidades	Descripción
1	Almadana
2	Bomba de aceite
1	Bomba de grasa
1	Boquilla para soldar # 3
1	Canila par aire
1	Careta para soldar
1	Chispero
1	Cilindro de acetileno
1	Cilindro de oxígeno
1	Compresor de aire
1	Copa raíz 1" de 2"

1	Copa raíz 3/4 1 1/8
1	Copa raíz 3/4 1 11/16
1	Copa raíz 3/4 1 3/8
1	Copa raíz 3/4 15/16
1	Copa raíz 3/4 3/4
1	Copa raíz 3/4 7/8
1	Copa Raíz 3/4 1 1/16
1	Copa Raíz 3/4 1 1/2
1	Copa Raíz 3/4 1 3/16
1	Copa Raíz 3/4 1 5/8
1	Copa Raíz 3/4 1 7/16
1	Copa Raíz 3/4 1"
1	Copa Raíz 3/4 13/16
1	Copa raíz 3/4 1 5/16
1	Cortador Harris
1	Equipo de oxicorte completo
1	Extensión mediana raíz 1"
1	Extensión mediana raíz 3/4
2	Extinguidores
1	Garrafón de agua
1	Lentes para cortar
1	Llave mixta 1 1/16
1	Llave mixta 1 1/2
1	Llave mixta 1 1/8
1	Llave mixta 1 3/8
1	Llave mixta 1 5/16
1	Llave mixta 1 1/4
1	Llave mixta 1 3/16
1	Llave mixta 1 7/16
1	Llave stilson 36"
1	Maneral Harris
1	Maneral raíz 3/4
1	Máquina para soldar a gasolina
3	Mezclador Boquilla para multiflama
20	Pie de manguer para coratr
1	Pistola para engrase
1	Prensa de banco de 8"
1	Pulidora bosh pequeña
1	Rach Raíz 3/5
2	Triángulos para señanlización
1	Triket 20 toneladas
1	Tuerca mezcladora

APÉNDICE 4

PROPUESTA DE ALGORITMO PARA PROGRAMACIÓN DE SERVICIOS

El algoritmo para programación de servicios se basa en la información que captura a través de dos sistemas particulares: El sistema de Gasolinera y el sistema de Maquinaria, actualmente utilizados por MAGRISA.

El sistema de Gasolinera permite capturar la información del registro de despacho de combustible realizada a cualquier tractor dado que a éstos se les despacha a través de unidades móviles de mantenimiento y/o gasolineras equipadas con sistemas GPR que permiten transmisión de datos en línea, y dado que el despacho se encuentra sistematizado, ingresando entre otros los datos mostrados en la figura a continuación que muestra la antigua boleta de despacho de combustible utilizada.

Figura 63. Información contenida en boleta de despacho de combustible.

EMPRESA _____

HOJA DE CONTROL DIARIO VEHICULAR DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

ID UNIDAD _____ OPERADOR ASIGNADO 1 _____
TIPO DE UNIDAD _____ OPERADOR ASIGNADO 2 _____

TIPO DE EQUIPO SENCILLO _____ DOBLE _____ TRIPLE _____ TETRA _____

FECHA SERV. _____ HOROMETRO SERVICIO _____ HOROM. PROX. SERVICIO _____
HOROMETRO SERVICIO _____ HOROM. PROX. SERVICIO _____
TIPO DE COMBUSTIBLE DS | GR | GS _____ HUBODOMETRO SERVICIO _____ HUBOD. PROX. SERVICIO _____
HUBODOMETRO SERVICIO _____ HUBOD. PROX. SERVICIO _____

CONTROL DE ABASTECIMIENTO

FECHA	HORA	No. REQ.	LECTURAS		CANTIDAD DE GALONES	RENDIMIENTO (G/LSC / GAL)	DESPECHO DE ACEITES (LTS)				GASO-LINERA	ACTIVIDAD	FIRMA OPERADOR	FIRMA DESPACHO	
			HOROMETRO	HUBODOM			MOTOR	CAJA	DIFERC.	DIRECC.					HIDRA

Datos Principales

Así mismo del sistema de maquinaria es posible captar información que relacione la fecha en que se ejecutan los diferentes mantenimientos a los que son sujetos los tractores.

Figura 64. Información contenida en sistema de maquinaria.

Datos Principales

En virtud de los datos anteriores es posible construir a nivel de sistemas la siguiente matriz, que a continuación se presenta simplificada.

Figura 65. Ejemplo de matriz simplificada de información obtenida de datos sistema gasolinera y maquinaria.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	CAPTURADO DE SISTEMA						CALCULADO					
2	ID	Fecha de Servicio	Fecha de Fuleo	Horómetro Ejecutado	Servicio	Próximo Servicio	Tipo de Servicio	Horas/día	Promedio Horas/Día	Próximo Servicio	Estimación Dias para próximo de servicio	Fecha Estimada
3	648	11/11/2008		120	A	420	B					
4	648		12/11/2008	130								
5	648		13/11/2008	139				9		411		
6	648		14/11/2008	155				16		395		
7	648		20/11/2008	205				8.333333333	11.111111111	386.6666667	34.8	25/12/1008

Como ejemplo de la metodología de cálculo (simplificada) es la siguiente:

$$\text{Próximo servicio} = D3 + 300 \text{ (o 50 en mantenimiento)}$$

Horas/día = $(D6-D5)/(E6-E5)$ periódico

Promedio Horas/día = $(H5+H6+H7)/3$ (debe de sacarse 10 datos arriba y 10 debajo de la última fecha de servicio) periódico

Próximo servicio = $J5-A6$ periódico

Estimación días próximo servicio = $J7/I7$ periódico

Fecha estimada de servicio = $A3 + 34.5$ (en días) periódico

APÉNDICE 5

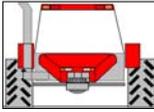
FORMATO DE RECEPCIÓN DE TRACTORES (CHECKLIST)

Figura 66. Formato de recepción de tractores (checklist) propuesto.

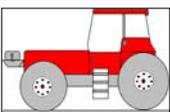
DATOS TRACTOR		RECEPCIÓN			
ID:		USUARIO		TALLER	
Marca:		Nombre		Nombre	
Horometro:		Código:		Código:	Fecha:
Dimo:		Firma:		Firma:	
Adm.:		ENTREGA			
		TALLER		USUARIO	
		Nombre		Nombre	
		Código:		Código:	
		Firma:		Firma:	

ESTADO FÍSICO DEL TRACTOR

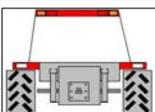
MARQUE X: Golpes, Quebraduras, Rayaduras



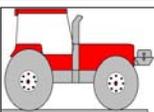
Frete



Derecho



Trasera



Izquierda

TANQUE COMBUSTIBLE

PAPERERIA		CHECK
Mantenimiento	Estado	
	Al día	
SISTEMA ELECTRICO		CHECK
Bateria	Marco Bateria	
	Estado Terminales	
	Limpieza	
Luces	Luz alta	
	Luz media	
	Luz baja	
	Pide vias	
Alternador	Estado	
	Limpieza	
Motor de Arranque	Estado	
	Estado Cables	
Fusibles	Estado	
	Limpieza	
Switch de Intermitentes	Estado	
	Limpieza	
Switch de Arranque	Estado	
	Limpieza	
Llave de Switch	Estado	
	Limpieza	
Enganche de 3 puntos	Estado	
PTO	Estado	
Indicadores	Codigos	
	Indicadores Tablero	
Doble Traccion	Estado	
Marcha y Contramarcha	Estado	
SUPENSION		CHECK
Tren Delantero	Tornillo kn pin	
	Ruedas	
	Tornillo ajuste perno	
	Cruz de la doble Flecha	
	Fugas en sello	
	Fugas en cilindro	
	Tornillos de Tope de Tiro	
	Respiraderos	
	Estado de Espárragos bufa	
	Estado de Espárragos Ajo	
Eje Trasero	Fugas en sello	
	Estado de Espárragos bufa	
	Estado de Espárragos Ajo	
SISTEMA MOTOR		CHECK
Motor	Estado de Fajas	
	Tapon de llenado	
	Varilla de nivel	
	Estado de Escape	
	Estado de restrictor	
	Estado de poleas	
	Estado de tensor	
	Estado de radiador	
	Estado de refrigerante	
	Fuga en Cargadores	
	Fuga en turbo	
	Fuga en sellos	
	Damper	
	Cargadores	
	Escapes	
SISTEMA ALIMENTACION		CHECK
Estado de Tanque	Marchamo	
	Tapon de tanque	
	Orejeras	
	Anillo	
Filtro Racord	Estado	

Fugas		CHECK
	Bomba de Inyeccion	
	Inyectores	
	Conductos	
	Tubos de inyeccion	
	Filtros de combustible	
	Bomba de transferencia	
	Mangueras	
	Tanque de combustible	
SISTEMA HIDRAULICO		CHECK
	Estado manguera	
	Estado de valvulas o barnicos	
	Estado de bomba	
	Varilla de nivel	
	Tapon	
	Selectivas	
	Cilindro de direccion	
	Terminal de direccion	
	Tropez de giro	
SISTEMA DE TRANSMISION		CHECK
Transmision	Estado de Pictales	
	Estado de caja de registro	
	Cruces de eje Cardan	
	Fugas	
	Estado de protector eje Cardan	
SISTEMA FRENO		CHECK
Freno	Bomba Central	
	Bomba Auxiliar	
	Pedal de freno derecho	
	Pedal de freno izquierdo	
ENGANCHE TRASERO		CHECK
Enganche trasero	Salidas de Acoples Hidraulicos	
	Tapones de Acoples Hidraulicos	
	Brazo de levante Derecho	
	Brazo de levante Auxiliar Derecho	
	Brazo estabilizador Derecho	
	Brazo de levante Izquierdo	
	Brazo de levante Auxiliar Izquierdo	
	Brazo estabilizador Izquierdo	
	Barra de Tiro	
	Pin de barra de tiro	
	Enganche de remolcar / oro	
	Sistema de Levante	
RODAJE		CHECK
Rodaje	Espárragos de bufa delantera Der.	
	Espárragos de bufa delantera Izq.	
	Espárragos Traseros Izq.	
	Espárragos Traseros Der.	
	Sellos Delanteros	
	Sellos Traseros	
	Mandos finales delanteros	
	Mandos finales traseros	
TANDEM		CHECK
	Catrina delanter	
	Catrina trasera	
	Funcionamiento doble tracción	
	Acople estado de tracción de doble	
	Funcionamiento bloqueo	
	Mandos finales delanteros	
CAJA VELOCIDADES		CHECK
	Cargador	
	Sistema de velocidades	
	Palanca de velocidades	
	Tornillos de concha	
	Nivel de aceite	
	Desgaste	

CONTROL DE LLANTAS				
LLANTA	MARCA	MODELO	PRESION	PROFUNDIDAD
Llanta 1				
Llanta 2				
Llanta 3				
Llanta 4				

CONTROL DE BATERIAS				
LLANTA	MARCA	TIPO	PRESION	ESTADO (B,ME, MA)
Bateria 1				
Bateria 2				
Bateria 3				
Bateria 4				

APÉNDICE 7

RUTA DE SERVICIOS PROGRAMADOS DE 300, 600, 900 Y 1200 HORAS REESTRUCTURADA

Tabla XXVIII. Ruta de servicio 300 propuesta.

MANTENIMIENTO DE 300 HORAS TIPO A
TRACTORES Mc Cormick, Case, New Holland y John Deere

Mecanico:	Fecha y Hora Inicio:
ID:	Fecha y Hora Final:
Horometro:	Tipo Tractor:

No.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SERVICIO	T. estimado (min)	Chequeo
1	Limpieza de Tractor (lavado) Herramienta: manguera contra incendio, motor de la finca, agua	35	
2	Llenar hoja de recepción Herramienta: Hoja de recepción, lapicero	10	
3	Revisión papaelría H. Batería <input type="checkbox"/> H. Llantas <input type="checkbox"/> H. Mantenimiento <input type="checkbox"/>	5	
4	Vaciar Aceite del motor (drenar el aceite en estado caliente) Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg, copa 5/8 plg, cincho sacafiltro, recipientes Desmontar filtro (aceite) <input type="checkbox"/>	5	
5	Verificar liquido refrigerante (cambiar hasta 8000 hrs) Herramienta: Muestra en tapon	2	
6	Verificar funcionamiento del restrictor del filtro de aire	1	
	INSUMOS QUE DEBE UTILIZAR EL MECANICO PARA SERVICIO		
	Nombre	Cantidad	Codigo bodega # Pieza
	Filtro de Aceite	2	1001858 ph.8A
	Motor	5 Gal.	1001859 15w40
	Grasa	2lb	1035041
	Teflon	1 rollo	
	Cinta dimon	7 cm	
	Wipe	1 lb	
7	Nivelar aceite de motor y colocación de filtros Herramienta: Embudo y caneca de aceite 5 1/2 gal	15	
8	Inspección de faja de motor Herramienta: 2 llaves 1/2 plg, desarmador, espátula para tensar	5	
9	Revisión de tubos y mangueras de admisión	3	
10	Verificar fuga de aceite, agua y combustible	10	
11	Ajuste de tornillos de barra de tiro y base Herramienta: maneral raíz 1/2 plg y copa 15/16 plg	5	
12	Revisión de nivel hidraulico y transmisión	1	
13	Drenar sedimento a tanque de combustible Herramienta: Llave 1/2 plg	10	
14	Revisión el nivel de aceite del eje delantero Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg	2	
15	Revisión el nivel de aceite en mandos finales Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg	10	
16	Engrase de tren delantero Herramienta: Tricket, bomba neumatica, engrasadora	3	
17	Engrase de enganche de 3 pts bomba neumatica, engrasadora	3	
18	Verificar Cojinetes de charnelas y engrase (king pines)(desajustes) Herramienta: Tricket o lagarto	10	
19	Revisión de cruces de flechas	5	
20	Verificar convergencia Herramienta: cinta metrica	5	
21	Ajuste de esparragos de ruedas (torquear 230 lb/pie) Herramienta: Pistola de impacto, copa 1 1/8 de impacto raíz de 3/4, torque 250 lb/pie	10	
22	Medir profundidad de llantas Herramienta: profundimetro	5	
23	Verificar funcionamiento de indicadores de tablero	2	
24	Verificar funcionamiento de sistema hidraulico y pto.	5	
25	Verificar funcionamiento de motor de arranque	2	
26	Revisión de luces general	5	
27	Programar servicio con (cinta dimond) Herramienta: dismera, cinta dimond (7 cm)	5	

Tabla XXIX. Ruta de servicio 600 horas propuesta.

MANTENIMIENTO DE 600 HORAS TIPO B
TRACTORES Mc Cormick, Case, New Holland y John Deere

Mecanico:	Fecha y Hora Inicio:
ID:	Fecha y Hora Final:
Horometro:	Tipo Tractor:

No.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SERVICIO	T. estimado (min)	Chequeo																																
1	Limpieza de Tractor (lavado) Herramienta: manguera contra incendio, motor de la finca, agua	35																																	
2	Llenar hoja de recepción Herramienta: Hoja de recepción, lapicero	10																																	
3	Revisión papaelria H. Batería <input type="checkbox"/> H. Llantas <input type="checkbox"/> H. Mantenimiento <input type="checkbox"/>	5																																	
4	Vaciar Aceite del motor (drenar el aceite en estado caliente) Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg, copa 5/8 plg, cincho sacafiltro, recipientes Desmontar filtros aceite <input type="checkbox"/> diesel <input type="checkbox"/> admisión <input type="checkbox"/>	5																																	
5	Verificar liquido refrigerante (cambiar hasta 8000 hrs) Herramienta: Muestra en tapon	10																																	
6	Verificar funcionamiento del restrictor del filtro de aire	1																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Cantidad</th> <th>Codigo bodega</th> <th># Pieza</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Filtro de Aceite</td> <td>2</td> <td>1001858</td> <td>PH. 8A</td> </tr> <tr> <td>Filtro de diesel</td> <td>2</td> <td>1026493</td> <td>LFF8215</td> </tr> <tr> <td>Motor</td> <td>5 Gal.</td> <td>1001859</td> <td>15W 40</td> </tr> <tr> <td>Grasa</td> <td>2lb</td> <td>1035041</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Teflon</td> <td>1 rollo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cinta dimon</td> <td>7 cm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wipe</td> <td>1 lb</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Nombre	Cantidad	Codigo bodega	# Pieza	Filtro de Aceite	2	1001858	PH. 8A	Filtro de diesel	2	1026493	LFF8215	Motor	5 Gal.	1001859	15W 40	Grasa	2lb	1035041		Teflon	1 rollo			Cinta dimon	7 cm			Wipe	1 lb				
Nombre	Cantidad	Codigo bodega	# Pieza																																
Filtro de Aceite	2	1001858	PH. 8A																																
Filtro de diesel	2	1026493	LFF8215																																
Motor	5 Gal.	1001859	15W 40																																
Grasa	2lb	1035041																																	
Teflon	1 rollo																																		
Cinta dimon	7 cm																																		
Wipe	1 lb																																		
8	Revisión filtro de aire. S/Indicador (Vacuómetro) Herramienta: Destornillador plano	5																																	
7	Nivelar aceite de motor y colocación de filtros Herramienta: Embudo y caneca de aceite 5 1/2 gal	15																																	
8	Inspección de faja de motor Herramienta: 2 llaves 1/2 plg, desarmador, espátula para tensar	5																																	
9	Revisión de tubos y mangueras de admisión	3																																	
10	Revisión cargadores de motor Si amedita cambio proceder con el cambio	10																																	
11	Verificar fuga de aceite, agua y combustible	10																																	
12	Revisar Pedal de clutch	5																																	
13	Ajuste de tornillos de barra de tiro y base Herramienta: maneral raíz 1/2 plg y copa 15/16 plg	5																																	
14	Revisión de nivel hidraulico y transmisión	1																																	
15	Drenar sedimento a tanque de combustible Herramienta: Llave 1/2 plg	10																																	
16	Revisión el nivel de aceite del eje delantero Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg	2																																	
17	Revisión el nivel de aceite en mandos finales Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg	10																																	
18	Engrase de tren delantero Herramienta: Tricket, bomba neumatica, engrasadora	3																																	
19	Engrase de enganche de 3 pts bomba neumatica, engrasadora	3																																	
20	Verificar Cojinetes de charnelas (king pines)(desajustes) Herramienta: Tricket o lagarto	10																																	
21	Revisión de cruces de flechas	5																																	
22	Verificar convergencia Herramienta: cinta metrica	5																																	
23	Ajuste de esparragos de ruedas (230 lb/pie) Herramienta: Pistola de impacto, copa 1 1/8 de impacto raíz de 3/4, torque 250 lb/pie	10																																	
24	Medir profundidad de llantas Herramienta: profundimetro	5																																	
25	Verificar funcionamiento de indicadores de tablero	2																																	
26	Verificar funcionamiento de sistema hidraulico y pto.	5																																	
27	Revisión de luces general	5																																	
28	Verificar ajuste de capo	5																																	
29	Verificar funcionamiento de motor de arranque	2																																	
30	Verificar funcionamiento de motor de arranque	2																																	
30	Programar servicio con (cinta dimond) Herramienta: dismera, cinta dimond (7 cm)	5																																	

Tabla XXX. Ruta de servicio 900 horas propuesta.

MANTENIMIENTO DE 900 HORAS TIPO C
TRACTORES Mc Cormick, Case, New Holland y John Deere

Mecanico:	Fecha y Hora Inicio:
ID:	Fecha y Hora Final:
Horometro:	Tipo Tractor:

No.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SERVICIO	T. estimado (min)	Chequeo																																
1	Limpieza de Tractor (lavado) Herramienta: manguera contra incendio, motor de la finca, agua	35																																	
2	Llenar hoja de recepción Herramienta: Hoja de recepción, lapicero	10																																	
3	Revisión papaelria H. Batería <input type="checkbox"/> H. Llantas <input type="checkbox"/> H. Mantenimiento <input type="checkbox"/>	5																																	
4	Vaciar Aceite del motor (drenar el aceite en estado caliente) Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg, copa 5/8 plg, cincho sacafiltro, recipientes Desmontar filtros aceite <input type="checkbox"/> diesel <input type="checkbox"/> admisión <input type="checkbox"/>	5																																	
5	Verificar liquido refrigerante (cambiar hasta 8000 hrs) Herramienta: Muestra en tapon	10																																	
6	Verificar funcionamiento del restrictor del filtro de aire	1																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Cantidad</th> <th>Código bodega</th> <th># Pieza</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Filtro de Aceite</td> <td>2</td> <td>1001858</td> <td>PH.8A</td> </tr> <tr> <td>Filtro de diesel</td> <td>2</td> <td>1026493</td> <td>LFF8215</td> </tr> <tr> <td>Motor</td> <td>5 Gal.</td> <td>1001859</td> <td>15W 40</td> </tr> <tr> <td>Grasa</td> <td>2lb</td> <td>1035041</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Teflon</td> <td>1 rollo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cinta dimon</td> <td>7 cm</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wipe</td> <td>1 lb</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Nombre	Cantidad	Código bodega	# Pieza	Filtro de Aceite	2	1001858	PH.8A	Filtro de diesel	2	1026493	LFF8215	Motor	5 Gal.	1001859	15W 40	Grasa	2lb	1035041		Teflon	1 rollo			Cinta dimon	7 cm			Wipe	1 lb				
Nombre	Cantidad	Código bodega	# Pieza																																
Filtro de Aceite	2	1001858	PH.8A																																
Filtro de diesel	2	1026493	LFF8215																																
Motor	5 Gal.	1001859	15W 40																																
Grasa	2lb	1035041																																	
Teflon	1 rollo																																		
Cinta dimon	7 cm																																		
Wipe	1 lb																																		
7	Revisión filtro de aire. S/Indicador (Vacuómetro) Herramienta: Destornillador plano	5																																	
8	Nivelar aceite de motor y colocación de filtros Herramienta: Embudo y caneca de aceite 5 1/2 gal	15																																	
9	Inspección de faja de motor Herramienta: 2 llaves 1/2 plg, desarmador, espátula para tensar	5																																	
10	Revisión de tubos y mangueras de admisión	3																																	
11	Revisión cargadores de motor Si amedita cambio proceder con el cambio	10																																	
12	Verificar fuga de aceite, agua y combustible	10																																	
13	Revisar Pedal de clutch	5																																	
14	Ajuste de tornillos de barra de tiro y base Herramienta: maneral raíz 1/2 plg y copa 15/16 plg	5																																	
15	Revisión de nivel hidraulico y transmisión	1																																	
16	Drenar sedimento a tanque de combustible Herramienta: Llave 1/2 plg	10																																	
17	Revisión el nivel de aceite del eje delantero Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg	2																																	
18	Revisión el nivel de aceite en mandos finales Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg	10																																	
19	Engrase de tren delantero Herramienta: Tricket, bomba neumatica, engrasadora	3																																	
20	Engrase de enganche de 3 pts bomba neumatica, engrasadora	3																																	
21	Verificar Cojinetes de charnelas (king pines)(desajustes) Herramienta: Tricket o lagarto	10																																	
22	Revisión de cruces de flechas	5																																	
23	Verificar convergencia Herramienta: cinta metrica	5																																	
24	Ajuste de esparragos de ruedas (230 lb/pie) Herramienta: Pistola de impacto, copa 1 1/8 de impacto raíz de 3/4, torque 250 lb/pie	10																																	
25	Medir profundidad de llantas Herramienta: profundimetro	5																																	
26	Verificar funcionamiento de indicadores de tablero	2																																	
27	Verificar funcionamiento de sistema hidraulico y pto.	5																																	
28	Revisión de luces general	5																																	
29	Verificar ajuste de capo	5																																	
30	Verificar funcionamiento de motor de arranque	2																																	
31	Programar servicio con (cinta dimond) Herramienta: dismera, cinta dimond (7 cm)	5																																	

XXXI. Ruta de servicio 1200 horas propuesta

**MANTENIMIENTO ELECTRICO SUGERIDO
TRACTORES Mc Cormick, Case, New Holland y John Deere**

Mecanico:	Fecha y Hora Inicio:
ID:	Fecha y Hora Final:
Horometro:	Tipo Tractor:

No.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SERVICIO	T. estimado (min)	Chequeo
1	Limpieza de Tractor (lavado) Herramienta: manguera contra incendio, motor de la finca, agua	35	
2	Llenar hoja de recepción Herramienta: Hoja de recepción, lapicero	10	
3	Revisión papaelria H. Bateria <input type="checkbox"/> H. Llantas <input type="checkbox"/> H. Mantenimiento <input type="checkbox"/>	5	
4	Verificar funcionamiento de amortiguador de timon	1	
5	Sacar Muestras para laboratorio Muestra de laboratorio 1200 hrs (obligatorio) 100ml Motor <input type="checkbox"/> Hidraulico <input type="checkbox"/> Diferencial <input type="checkbox"/> Transmisión <input type="checkbox"/> Herramienta: Recipiente, bomba succión para muestra, manguera para muestra (aceite estado caliente)	10	
6	Vaciar Aceite del motor (drenar el aceite en estado caliente) Herramienta: Maneral raíz de 1/2 plg, copa 5/8 plg, cincho sacafiltro, recipientes Desmontar filtros aceite <input type="checkbox"/> diesel <input type="checkbox"/> admisión <input type="checkbox"/>	5	
7	Verificar funcionamiento de restrictor del filtro del aire	1	
8	Vaciar aceite del hidraulico Herramienta: maneral de raíz 1/2 plg, cincho sacafiltro Desmontar filtros aceite hidraulico <input type="checkbox"/> transmisión <input type="checkbox"/>	20	
9	Vaciar aceite del diferencial delantero Herramienta: maneral de raíz 1/2 plg	20	
10	Vaciar aceite de mandos finales delanteros Herramienta: manera de raíz 1/2 plg	20	
11	Verificar liquido refrigerante (cambiar hasta 8000 hrs) Herramienta: Muestra en tapon	10	
12	Limpieza de striner o maya de succión del hidraulico Herramienta: maneral raíz 1/2 plg, copa 3/4 plg, liquido desengrasante, agua, sopletado (aire), compresor	10	
13	Colocar striner o maya de succión del hidraulico Herramienta: maneral raíz 1/2 plg y copa 3/4 plg	5	
INSUMOS QUE DEBE UTILIZAR EL MECANICO PARA SERVICIO			
	Nombre	Cantidad	Codigo
	# Parte		
	Filtro de Admisión	1	1037323
			700514A1
	Filtro de Admisión	1	1037322
			700513A1
	Filtro de Aceite	2	1001858
			PH.8A
	Filtro de diesel	2	1026493
			LFF8215
	Filtro Hidráulico	1	1025883
			704441A1
	Filtro Racord	1	1047137
			L2021F
	Faja de Motor	1	1000476
			L114488
	Liquido Refrigerante	5 Gal.	1059951
			Chevron Delo
	Motor	5 Gal.	1001859
			15W 40
	Hidraulico	18 Gal.	1000264
			TORQUE 56
	Diferencial	3 Gal.	
			85W 140
	Mandos finales	2 Gal.	
			85W 140
	Grasa	2lb	1035041
	Teflon	1 rollo	
	Cinta dimon	7 cm	
	Wipe	1 1/2 lb	
	Pasta pulir	1/2 lb	
	Pasta lustrar	1/2 lb	
14	Revisión filtro de aire. S/Indicador (Vacuómetro) Herramienta: Destornillador plano	5	
15	Nivelar aceite de motor y colocación de filtros Herramienta: Embudo y caneca de aceite 5 1/2 gal	15	
16	Nivelar liquido refrigerante	10	

No.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE SERVICIO	T. estimado (min)	Chequeo
17	Nivelar aceite de diferencial delantero y mandos finales Herramienta: grease gum	20	
18	Nivelar aceite de la transmisión y colocación de filtros Herramienta: embudo y caneca de aceite	30	
19	Revisión de acumulador (cambiar 5000 hrs) Herramienta: Llave 1/8 plg.	5	
20	Nivelar aceite de hidraulico y colocar filtro embudo y caneca de aceite 5 1/2 Gal.	10	
21	Calibrar valvulas 0.014 admisión 0.018 escape Herramienta: desarmador, copa 1/2 plg, extensión, rach, calibrador y llave 14 mm	60	
22	Torquear multiple de admisión y escape (60 lb/pie) Herramienta: llave 14mm o copa 14 y rach, torquimetro	5	
23	Cambio de faja de motor Herramienta: 2 llaves 1/2 plg, desarmador, espátula para tensar	10	
24	Revisión de tubos y mangueras de admisión	3	
25	Revisión cargadores de motor Si amedita cambio proceder con el cambio	10	
26	Verificar fuga de aceite, agua y combustible	10	
27	Revisar Pedal de clutch	5	
28	Revisar Cruces de eje cardan Herramienta: copa 5/16 plg o pinza, punzon	5	
29	Revisar cruces y Damper de motor	5	
30	Revisar Presiones Hidraulicas Herramienta: 2 manómetros(600 lb y 5000 lb), magueras y acoples	30	
31	Drenar sedimento a tanque de combustible Herramienta: Llave 1/2 plg	10	
32	Verificar Cojinetes de charnelas y engrase (king pines)(desajustes) Herramienta: Tricket o lagarto	10	
33	Engrase de tren delantero Herramienta: Tricket, bomba neumatica, engrasadora	10	
34	Engrase engache 3 pts.	3	
35	Revisión de cruces de flechas	5	
36	Verificar funcionamiento de sistema hidraulico y PTO	5	
37	Verificar convergencia Herramienta: cinta metrica	5	
38	Ajuste de esparragos de ruedas (torquear 230 lb/p)	10	
39	Medir profundidad de llantas (profundimetro) Herramienta: profundimetro (8 mm minimo)	5	
40	Verificar lastre líquido de llantas (colocarla a 1/4)	5	
41	Verificar barra de tiro y base Herramienta: maneral raíz 1/2 plg y copa 15/16 plg	5	
42	Revisar tierra física de Motor de Arranque	2	
43	Revisar carga de bateria (verificar ojo de bateria en verde)	2	
44	Limpia borners de bateria	5	
45	Revisión de luces frontales	2	
46	Revisión de luces laterales	2	
47	Revisión de luces de pide vías	2	
48	Revisión de intermitentes	2	
49	Revisión de luces de tablero	2	
50	Revisión de indicadores en tablero	2	
51	Revisión de fusibles	5	
52	Revisión de arnes (sopleteado)	5	
53	Revisión de sistema de enganche	2	
54	Revisión del switch de doble	2	
55	Revisión de carga de alternador	2	
56	Verificar ajuste de capo	5	
57	Verificar funcionamiento de motor de arranque	2	
58	Pulir y lustrar capo de tractor (operador) Herramienta: pasta de pulir (1/2 lb) pasta de lustrar (1/2 lb) wipe (1/2 lb)	20	
59	Programar servicio con (cinta dimond) Herramienta: dismera, cinta dimond (7 cm)	5	

APÉNDICE 8

RUTA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

XXXII. Ruta de mantenimiento eléctrico propuesta.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO SUGERIDO

TRACTORES Mc Cormick, Case, New Holland y John Deere

Mecanico:	Fecha y Hora Inicio:
ID:	Fecha y Hora Final:
Horometro:	Tipo Tractor:

Elemento	No.	Descripción de Actividades
Batería		1 Revisión de hoja de batería y actualizar 2 Revisión de Hidrómetro color verde (buen estado) 3 Revisión de Hidrómetro color oscuro (le falta carga) 4 Revisión de Hidrómetro color claro (cambio de batería) 5 Mantenimiento a calbes positivos y negativos (de caja de baterías y chasis) 6 Revisión de celdas que no esten secas (golpear parte externa)
Starter		7 Revisión de cables positivos y negativos 8 Revisión de tornillos que sostiene el starter 9 Revisión de tornillos que sostienen el solenoide
Alternador		10 Revisión de fajas 11 Revisión de tornillos que sostienen el alternador 12 Revisión de carga del alternado (13.5 V a 14.3 V) 13 Escuchar ruido del alternador (verificar lubricación) 14 Revisión de cable positivo del alternador
Luces		15 Revisión de luces delanteras (limpiar pantallas) 16 Revisión de luces bajas y altas y graduar si fuera necesario 17 Revisión de luces traseras de lodera y caseta 18 Revisión de pivevías e intermitentes 19 Revisión de medias luces delanteras y traseras
Accesorios		20 Revisión limpiabrisas y barillaje. 21 Limpieza de fusibles y verificar si hay calentamientos. 22 Verificar si los fusibles estan conforme el consumo de amperaje. 23 Calibración del enganche y el toma de fuerza 24 Limpieza de conectores (en módulo de enganche y marcha) 25 Sopleteo de tablero 26 Revisión de doble automática (cuando el tractor vira el enganche se levanta) 27 Revisión de el bloqueo
Arnés		28 Mantenimiento del arnés central 29 Revisión de arnés trasero

