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

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DEPARTAMENTO FAST TRACK PARA EQUIPO DE TRANSPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS DE LA EMPRESA MAQUINARIA AGRÍCOLA, S. A.

Melvin Ricardo Avila Hernández
Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DEPARTAMENTO FAST TRACK PARA EQUIPO DE TRANSPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS DE LA EMPRESA MAQUINARIA AGRÍCOLA, S. A.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MELVIN RICARDO AVILA HERNÁNDEZ
ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADORA	Inga. Sindy Massiel Godinez Bautista
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DEPARTAMENTO FAST TRACK PARA EQUIPO DE TRANSPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS DE LA EMPRESA MAQUINARIA AGRÍCOLA, S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 17 de septiembre de 2015.

Melvin Ricardo Avila Hernández

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 09 de agosto de 2016.
REF.EPS.DOC.503.08.16.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Melvin Ricardo Ávila Hernández,** Carné No. **201020585** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DEPARTAMENTO FAST TRACK PARA EQUIPO DE TRANSPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS DE LA EMPRESA MAQUINARIA AGRÍCOLA, S. A..**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

JHBE/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 09 de agosto de 2016.
REF.EPS.D.318.08.16

Ingeniero
Juan José Peralta
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Peralta:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DEPARTAMENTO FAST TRACK PARA EQUIPO DE TRANSPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS DE LA EMPRESA MAQUINARIA AGRÍCOLA, S. A.,** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Melvin Ricardo Ávila Hernández** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

CCdP/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.119.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DEPARTAMENTO FAST TRACK PARA EQUIPO DE TRANSPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS DE LA EMPRESA MAQUINARIA AGRÍCOLA, S. A.,** presentado por el estudiante universitario **Melvin Ricardo Avila Hernández,** apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Juan José Peralta Dardón
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2016.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.172.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DEPARTAMENTO FAST TRACK PARA EQUIPO DE TRANSPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS DE LA EMPRESA MAQUINARIA AGRÍCOLA, S.A.,** presentado por el estudiante universitario **Melvin Ricardo Avila Hernández**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DIRECCION
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, octubre de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 473.2016

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 Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DEPARTAMENTO FAST TRACK PARA EQUIPO DE TRANSPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS DE LA EMPRESA MAQUINARIA AGRÍCOLA, S. A.,** presentado por el estudiante universitario: **Melvin Ricardo Avila Hernández,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, octubre de 2016

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme dado la oportunidad de vivir, la salud, las fuerzas, el entendimiento y sabiduría necesaria para alcanzar este éxito.
Mis padres	Por ser mis amigos incondicionales, estar conmigo en esos momentos de salud y enfermedad en los cuales siempre me demostraron su amor.
Mis hermanos	Por el cariño, apoyo incondicional, inmensa paciencia y por haber estado en los momentos en los que los necesité.
Familia en general	Por el apoyo y consejos brindados.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por su aporte al desarrollo de la educación superior.
Facultad de Ingeniería	Por formarme como profesional y brindarme todo conocimiento adquirido.
Mis amigos de la Facultad	Por haber estado en las buenas y en las malas, por esos momentos que compartimos dentro y fuera de los salones de clases.
Magrisa	Por haberme dado la oportunidad de realizar mi EPS en sus instalaciones y adquirir experiencia profesional al lado de sus colaboradores.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES VII
LISTA DE SÍMBOLOS XIII
GLOSARIO XV
RESUMEN XVII
OBJETIVOS XIX
INTRODUCCIÓN XXI

1. GENERALIDADES DE MAQUINARIA AGRÍCOLA, S. A. 1
   1.1. Descripción de la empresa 1
   1.2. Historia 1
   1.3. Ubicación 2
   1.4. Misión 2
   1.5. Visión 2
   1.6. Valores 3
   1.7. Principios 3
   1.8. Política de calidad 3
   1.9. Indicadores del Taller Magrisa 4
   1.10. Estructura organizacional 4

2. FASE TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNIDADES DE TRASPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS 7
   2.1. Situación actual 7
      2.1.1. Diagnóstico Ishikawa 9
         2.1.1.1. Mano de obra 9

2.1.1.2. Medio ambiente 10
2.1.1.3. Máquinas 10
2.1.1.4. Métodos 11
2.1.1.5. Materiales 11
2.1.1.6. Medición 11
2.1.2. Descripción del Departamento Fast Track 13
2.1.3. Descripción de las unidades de transporte 14
2.1.3.1. Unidades de transporte de caña de azúcar 14
2.1.3.1.1. Megajaula 14
2.1.3.1.2. Jaula Vanguard 16
2.1.3.1.3. *Dolly* 18
2.1.3.2. Unidades de transporte de azúcar 20
2.1.3.2.1. Contenedor 20
2.1.3.2.2. Plataforma 21
2.1.3.3. Unidades de transporte varios 23
2.1.3.3.1. *Lowboy* 23
2.1.3.3.2. Góndola de volteo 24
2.1.3.3.3. Cisterna 25
2.1.4. Pistas de trabajo 27
2.1.4.1. Mantenimiento preventivo por viaje realizado 28
2.1.4.1.1. Diagramas de operación 28
2.1.4.1.2. Recurso humano 42
2.1.4.1.3. Herramienta 43
2.1.4.2. Mantenimiento preventivo semanal 46

2.1.4.2.1. Rutas de mantenimiento actuales 47
2.1.4.2.2. Diagrama de operación..... 51
2.1.4.2.3. Recurso humano 72
2.1.4.2.4. Herramientas 73
2.2. Propuesta de mejora, plan de mantenimiento preventivo..... 76
2.2.1. Misión 77
2.2.2. Visión 77
2.2.3. Alcance 77
2.2.4. Fines 78
2.2.5. Objetivos 78
2.2.6. Metas 78
2.2.7. Estrategias 78
2.2.8. Procedimiento de mantenimiento preventivo 79
2.2.9. Inventario de unidades de transporte 84
2.2.10. Mantenimiento preventivo diario 85
2.2.10.1. Rutas de MPD 86
2.2.10.2. Recurso humano 100
2.2.11. Mantenimiento preventivo semanal 101
2.2.11.1. Rutas de mantenimiento preventivo semanal 102
2.2.11.2. Programación de mantenimiento preventivo 118
2.2.11.2.1. Cálculos de programación..... 119
2.2.11.3. Recurso humano 135
2.2.12. Insumos 136

2.2.13. Control del mantenimiento preventivo 137
2.2.13.1. Registro de evaluación 137
2.2.13.2. Control de asignación de materiales y repuestos 139
2.2.13.3. Rendimiento de repuestos 145
2.2.14. Costos de mantenimiento 148
2.2.14.1. Costos por mano de obra 148
2.2.14.2. Costos por materiales fungibles 149
2.2.14.3. Costos por repuestos 151
2.2.14.4. Costos por rendimiento de repuestos 152

3. FASE DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 155
3.1. Situación actual 155
3.1.1. Diagnóstico 155
3.1.1.1. Inventario de lámparas 155
3.1.1.2. Consumo eléctrico 156
3.1.1.3. Método de cavidad zonal 158
3.1.1.3.1. Nivel lumínico 159
3.1.1.3.2. Porcentaje de reflexión 160
3.1.1.3.3. Relación de cavidad zonal 161
3.1.1.3.4. Reflectancia efectiva ... 162
3.1.1.3.5. Determinación del coeficiente de utilización (k) 163

3.1.1.3.6. Factor de mantenimiento 163
3.1.1.4. Iluminación actual versus iluminación necesaria 163
3.2. Propuesta de mejora 165
3.2.1. Cálculos para determinación de cantidad de lámparas necesarias..... 167
3.2.1.1. Nave de reparación de jaulas 168
3.2.1.2. Naves de mantenimiento diario y semanal 169
3.2.1.3. Nave de mantenimiento semanal de cabezales..... 170
3.2.2. Distribución de lámparas 172
3.2.2.1. Nave de reparación de jaulas 172
3.2.2.2. Nave mantenimiento semanal de cabezales..... 173
3.2.2.3. Nave Mantenimiento diario y semanal 174
3.2.3. Consumo propuesto 175
3.2.3.1. Costo de consumo propuesto 176
3.2.4. Concientización 179
3.2.5. Sensibilización 180

4. FASE DE DOCENCIA: CAPACITACIÓN DEL PERSONAL SOBRE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO..... 183
4.1. Diagnóstico 183
4.2. Planificación de la capacitación 183
4.2.1. Actividad del Departamento..... 184
4.2.2. Justificación 184

4.2.3. Alcance....184
4.2.4. Fines....185
4.2.5. Objetivos....185
4.2.6. Meta....185
4.2.7. Estrategias....185
4.2.8. Contenido a impartir....186
4.2.9. Personal a participar....187
4.3. Programación....188
4.4. Metodología....188
4.5. Evaluación....191
4.6. Resultados....193
4.7. Costos....194

CONCLUSIONES....197
RECOMENDACIONES....199
BIBLIOGRAFÍA....201
ANEXOS....203

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama de Magrisa 5
2. Comportamiento de reparación de fallas por turno 8
3. Diagrama Ishikawa de fallas o desperfectos en la unidades de transporte 12
4. Megajaula 16
5. Jaula Vanguard 18
6. *Dolly* 20
7. Contenedor sobre una plataforma 21
8. Plataforma 22
9. *Lowboy* con pistón hidráulico 24
10. Góndola de volteo 25
11. Cisterna para el transporte de alcohol 26
12. Cisterna para el transporte de melaza o agua 27
13. Cisterna para riego de caminos 27
14. Procedimiento de mantenimiento preventivo 80
15. Inventario de unidades de transporte 85
16. Lámpara utilizada para la propuesta 166
17. Bosquejo de ubicación de lámparas 1 173
18. Bosquejo de ubicación de lámparas 2 174
19. Bosquejo de ubicación de lámparas 3 175
20. Comparación situación actual contra propuesta 178
21. Señalización para ahorro de energía 179
22. Capacitación de reparación de llantas 189

23. Capacitación de soldadura 190
24. Capacitación al grupo de MPS 190
25. Capacitación al grupo de MPD 191
26. Evaluación de capacitaciones 192

TABLAS

I. Reporte bimensual de fallas, por turno 7
II. Diagrama de operación MPD de megajaula 29
III. Diagrama de operación MPD de jaula Vanguard 31
IV. Diagrama de operación MPD de *dolly* 33
V. Diagrama de operación MPD de plataforma y contenedor 35
VI. Diagrama de operación MPD de *lowboy* 37
VII. Diagrama de operaciones MPD de góndolas de volteo 39
VIII. Diagrama de operaciones MPD de cisternas 41
IX. Recurso humano en área de mantenimiento por viaje 43
X. Herramienta utilizada para operaciones mecánicas en el MPD 44
XI. Herramienta utilizada para revisión de llantas en el MPD 45
XII. Herramienta utilizada para realizar soldaduras en el MPD 45
XIII. Herramienta utilizada para llevar a cabo las operaciones eléctricas en el MPD 46
XIV. Ruta de mantenimiento mecánico 48
XV. Ruta de mantenimiento de llantas 49
XVI. Ruta de mantenimiento eléctrico 50
XVII. Ruta de mantenimiento de estructura metálica 50
XVIII. Diagrama de operaciones MPS de contenedores 52
XIX. Diagrama de operaciones MPS de megajaula 53
XX. Diagrama de operaciones MPS de jaula Vanguard 56
XXI. Diagrama de operaciones MPS de *dolly* 59

XXII. Diagrama de operaciones MPS de *lowboy* 61
XXIII. Diagrama de operaciones MPS de góndola de volteo 64
XXIV. Diagrama de operaciones MPS de cisterna 67
XXV. Diagrama de operaciones MPS de plataforma..... 70
XXVI. Asignación de recurso humano en MPS 73
XXVII. Herramienta utilizada para trabajos eléctricos 74
XXVIII. Herramienta utilizada para revisión de llantas..... 75
XXIX. Herramienta utilizada para operaciones mecánicas..... 75
XXX. Herramienta utilizada para trabajos de soldadura..... 76
XXXI. Ruta de MPD para megajaula 87
XXXII. Ruta de MPD para jaula Vanguard 89
XXXIII. Ruta de MPD para cisternas 91
XXXIV. Ruta de MPD para góndolas de volteo..... 93
XXXV. Ruta de MPD para *lowboy* 95
XXXVI. Ruta de MPD para plataforma y contenedor 97
XXXVII. Ruta de MPD para *dolly* 99
XXXVIII. Distribución de personal MPD..... 101
XXXIX. Ruta de MPS para megajaula 103
XL. Ruta de MPS para jaulas Vanguard..... 105
XLI. Ruta de MPS para cisternas 107
XLII. Ruta de MPS para góndolas de volteo..... 109
XLIII. Ruta de MPS para *lowboy*..... 111
XLIV. Ruta de MPS para plataformas 114
XLV. Ruta de MPS para *dolly* 116
XLVI. Ruta de MPS para contenedores 118
XLVII. Tiempo necesario para MPS..... 120
XLVIII. Tiempo necesario por día..... 121
XLIX. Asignación de mantenimiento preventivo..... 122
L. Programación de MPS, lunes..... 123

LI. Programación de MPS, martes 124
LII. Programación de MPS, miércoles 125
LIII. Programación de MPS, jueves 126
LIV. Programación de MPS, viernes 127
LV. Programación de MPS, sábado 128
LVI. Programación de MPS, lunes, *dolly* 129
LVII. Programación de MPS, martes, *dolly* 130
LVIII. Programación de MPS, miércoles, *dolly* 131
LIX. Programación de MPS, jueves, *dolly* 132
LX. Programación de MPS, viernes, *dolly* 133
LXI. Programación de MPS, sábado, *dolly* 134
LXII. Distribución de personal MPS 135
LXIII. Insumos 136
LXIV. Registro de evaluación 138
LXV. Asignación de repuestos y materiales 141
LXVI. Rendimiento de repuestos 146
LXVII. Registro de cambio de repuesto 147
LXVIII. Costos por mano de obra 149
LXIX. Costos por materiales fungibles 150
LXX. Costos por repuestos 151
LXXI. Costos contra rendimiento 152
LXXII. Inventario de lámparas 156
LXXIII. Historial de consumo eléctrico 157
LXXIV. Costo kilowatt hora 158
LXXV. Dimensiones de las áreas de estudio 159
LXXVI. Factores de área de trabajo, para iluminación 160
LXXVII. Resultados de diagnóstico 165
LXXVIII. Información de lámpara 167
LXXIX. Consumo total de lámparas led 176

LXXX. Costos de consumo eléctrico propuesto 177
LXXXI. Comparación situación actual versus propuesta 177
LXXXII. Programación de capacitación 188
LXXXIII. Resultados de evaluaciones 194
LXXXIV. Costos por capacitación 195

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Kwh	Kilowatt hora
lm	Lumen
m	Metros
MIN	Minutos
Pi	Pies
Q	Quetzales
UM	Unidad de medida
Un	Unidad

GLOSARIO

Curva fotométrica	Define la forma y dirección de la distribución de la luz emitida por la lámpara en el espacio.
Equipo	Unidades de transporte que son enganchadas entre ellas para ser utilizadas para el transporte de caña de azúcar, azúcar o varios.
ID	Número de identificación interno de las unidades de transporte. Está compuesto por 5 dígitos, los primeros dos dan a conocer la función a la que pertenece y los siguientes 3 son el correlativo que se le asigna.
MPD	Mantenimiento preventivo diario.
MPS	Mantenimiento preventivo semanal.
Ruta de mantenimiento	Secuencia de operaciones individuales de mantenimiento se realizarán repetidamente en las unidades de transporte.
Unidad de transporte	Aquellos vehículos utilizados para el transporte de caña de azúcar, azúcar o varios de forma individual.

Vinaza	Líquido residual obtenido de la elaboración de alcohol producido por la caña de azúcar, utilizado para el riego de carreteras.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue realizado en la empresa Maquinaria Agrícola, S. A. (Magrisa), la cual presta diferentes servicios al Ingenio Magdalena, S. A. entre los que se encuentra el transporte de azúcar, caña de azúcar y varios (maquinaria). El propósito de este trabajo es elaborar un plan de mantenimiento preventivo para las unidades de trasporte ya mencionadas, el cual será llevado a cabo en las instalaciones del Departamento de Mantenimiento Preventivo Fast Track.

La reducción de costos es uno de los objetivos que se plantean todas las empresas, con la elaboración de un adecuado plan de mantenimiento se busca aumentar la vida útil de los componentes de las unidades y con esto reducir los costos de mantenimiento y aumentar el aprovechamiento de los materiales y repuestos. Otra forma de reducir los costos es implementar nueva tecnología, por eso, por medio de un estudio de iluminación aplicando el método de cavidad zonal, se propone cambiar las lámparas actuales por lámparas led que generan la misma potencia lumínica con un menor consumo eléctrico.

Para implementar nuevas formas de trabajar o pedir que se lleven a cabo ciertas actividades, siempre es recomendable capacitar al personal que ejecutará estas actividades, debido a esto se realiza la programación de diferentes capacitaciones sobre mantenimiento preventivo, trabajo en equipo, uso correcto de los recursos y temas específicos sobre el trabajo que lleva a cabo cada mecánico, soldador, electromecánico y llantero.

OBJETIVOS

General

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para las diferentes unidades de transporte, reducir costos por consumo eléctrico y capacitar al personal de mantenimiento preventivo del Departamento de Fast Track.

Específicos

1. Mejorar las actividades de mantenimiento del Departamento de Fast Track por medio de un plan de mantenimiento.

2. Estandarizar las operaciones de mantenimiento preventivo por medio de rutas de mantenimiento.

3. Realizar una programación de mantenimiento preventivo para todas las unidades de transporte atendidas por el Departamento de Fast Track.

4. Presentar una propuesta de ahorros de consumo eléctrico cambiando las lámparas actuales por lámparas led.

5. Mejorar las capacidades de los grupos de trabajo que realizan el mantenimiento preventivo diario y semanal, logrando que los colaboradores sean multifuncionales, trabajen en equipo y dándoles a conocer el plan de mantenimiento preventivo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, todas las empresas buscan la mejora continua de sus operaciones y Maquinaria Agrícola, S. A. (Magrisa) no es la excepción, ya que entre sus principales bienes se encuentran las unidades de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios. Estas, para su correcto funcionamiento y desempeño de la función para la que han sido adquiridas, necesitan de un mantenimiento preventivo adecuado a sus necesidades.

El departamento encargado de realizar el mantenimiento preventivo a las unidades de transporte es el de Fast Track, el cual se divide en dos áreas MP que se realiza por cada viaje que realizan las unidades y MPS, en estas áreas las actividades de mantenimiento son realizadas por mecánicos, soldadores, electromecánicos y llanteros.

El presente trabajo tiene como propósito elaborar un plan de mantenimiento preventivo para las unidades de transporte, el cual brindará las actividades necesarias para ejecutar correctamente el mantenimiento preventivo por medio de rutas, programación y controles, tomando en cuenta realizar el máximo aprovechamiento de los recursos.

Llevar a cabo un estudio de iluminación en diferentes áreas para poder realizar una propuesta de cambio de las lámparas actuales por lámparas led con las que el consumo eléctrico y los daños al medio ambiente se reducen, lo que actualmente se conoce como producción más limpia, obteniendo directamente ahorros monetarios.

Como en toda empresa, uno de los recursos más valiosos es la mano de obra calificada, para esto se llevarán a cabo diferentes capacitaciones, en las que se tratarán temas sobre el plan de mantenimiento preventivo, soldadura, mecánica, reparación de llantas, trabajo en equipo y la importancia del ahorro de electricidad.

1. GENERALIDADES DE MAQUINARIA AGRÍCOLA, S. A.

1.1. Descripción de la empresa

Maquinaria Agrícola, S. A. (Magrisa), brinda diferentes servicios a la corporación Magdalena, S. A., apoyándola con el servicio de cuatro áreas operativas y un área administrativa, divididas en:

- Taller de servicio agrícola y riegos
- Corte, alce y transporte de caña de azúcar (cat)
- Agronomía (mecanización de tierras y proyectos especiales)
- Transporte de producto terminado y transportes varios
- Administración de recursos.

Magrisa es una empresa de carácter privado que presta servicios internos a la Corporación Magdalena, S. A. de preparación y adecuación de tierras, aplicaciones aéreas, transporte de azúcar, alcohol y varios, renta y mantenimiento de maquinaria y equipo; corte, alce y transporte de caña de azúcar y producción de biomasa.

1.2. Historia

Maquinaria Agrícola, S. A. fue fundada en 1983 como la empresa encargada de prestar servicios a todas las demás divisiones del Ingenio Magdalena, siendo estos servicios de renta de maquinaria, transporte de producto terminado y varios y una oficina administrativa. En la zafra 2007 – 2008 se incorporan los procesos de aplicaciones aéreas, producción de

biomasa y preparación y adecuación de tierras. En la zafra 2008 – 2009 se incorpora el proceso de cosecha de caña de azúcar.

En la actualidad, el Ingenio Magdalena es el más grande de Guatemala y la región latinoamericana, se encuentra entre el *top* 5 del mundo por la cantidad de caña molida por día y por los 32 años que tiene de existencia, ofreciendo al mercado producto de excelente calidad.

1.3. Ubicación

Las instalaciones de Magrisa están ubicadas en el km 105 carretera al parcelamiento Los Ángeles, interior área industrial finca Buganvilia, La Democracia, Escuintla, Guatemala.

1.4. Misión

"Desarrollamos con innovación y eficiencia, productos alimenticios, agrícolas y energéticos para mejorar la calidad de vida de las personas"[1].

1.5. Visión

"Al 2015, desarrollaremos y atenderemos con presencia directa en al menos 5 mercados seleccionados, en sus distintas líneas de negocio con productos y servicios diferenciados con un negocio energético equivalente al 50% del resultado de Ingenio Magdalena, S. A."[2].

---

[1] *Misión y visión*. http://agronomia-magdalena.weebly.com/misioacuten.html. Consulta: octubre de 2015.
[2] Ibíd.

1.6. Valores

Los valores que la empresa inculca a sus colaboradores para el desempeño correcto de sus operaciones son:

- Pasión por los logros
- Humildad
- Honestidad

1.7. Principios

Los principios en los que la empresa se fundamenta para que sus actividades sean exitosas y puedan concientizar a los colaboradores son:

- Dios
- La familia
- Trabajo
- Patria

1.8. Política de calidad

La política de calidad en la que Magrisa basa la prestación de sus servicios es:

- Magrisa garantiza la satisfacción del cliente, a través de productos que cumplan eficientemente los requisitos y expectativas acordadas, comprometidas con la mejora continua de sus procesos y el desarrollo integral de sus colaboradores.

1.9. Indicadores del Taller Magrisa

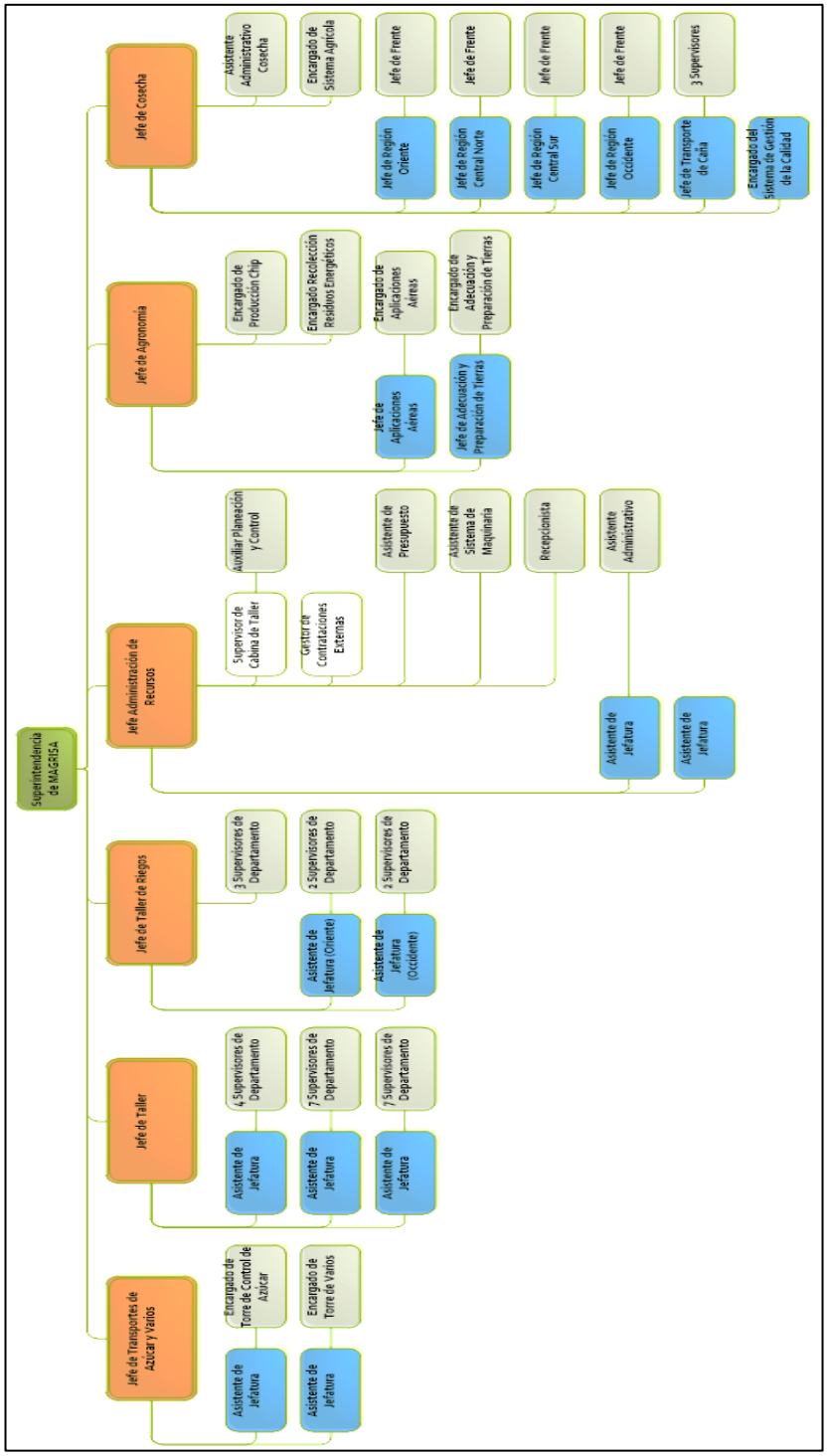
La buena gestión de la maquinaria y la calidad de los servicios del Área de Taller de la empresa se controlan por medio de los siguientes indicadores:

- Disponibilidad de maquinaria mayor al 85 %.
- Relación mantenimiento preventivo – correctivo mayor al 60 %.
- Cumplimiento del programa de servicio de mantenimiento preventivo mayor al 85 %.

1.10. Estructura organizacional

Magrisa posee una estructura organizacional del tipo jerárquico, es decir, siempre existe un supervisor que tiene autoridad sobre un subordinado. Las áreas que la conforman son completamente de prestación de servicios. A continuación se presenta el organigrama.

Figura 1. **Organigrama de Magrisa**



Fuente: elaboración propia.

2. FASE TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNIDADES DE TRASPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR, AZÚCAR Y VARIOS

2.1. Situación actual

Para determinar los factores que afectan a las actuales acciones de mantenimiento preventivo que se llevan a cabo, es muy importante identificar las causas del elevado número de fallas en las unidades de transporte y realizar un análisis con el que se puedan plantear soluciones.

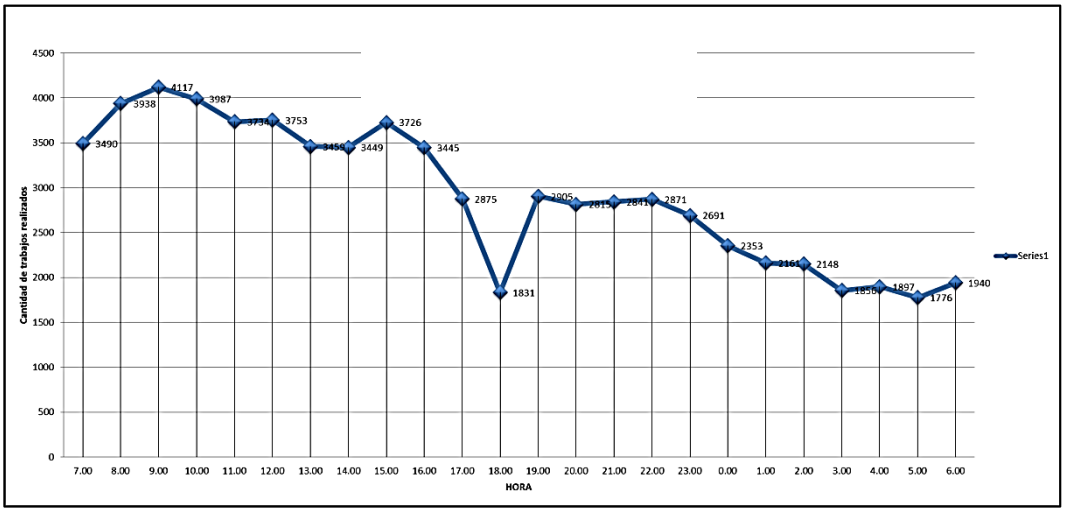
Tabla I. **Reporte bimensual de fallas, por turno**

Hora de atención	Turno		Total
	Diurno	Nocturno	
12:00:00 a. m.	3490		3490
1:00:00 a. m.	3938		3938
2:00:00 a. m.	4117		4117
3:00:00 a. m.	3987		3987
4:00:00 a. m.	3734		3734
5:00:00 a. m.	3753		3753
6:00:00 a. m.	3459		3459
7:00:00 a. m.	3449		3449
8:00:00 a. m.	3726		3726
9:00:00 a. m.	3445		3445
10:00:00 a. m.	2875		2875
11:00:00 a. m.	1831		1831
12:00:00 p. m.		2905	2905
1:00:00 p. m.		2815	2815
2:00:00 p. m.		2841	2841
3:00:00 p. m.		2871	2871
4:00:00 p. m.		2691	2691
5:00:00 p. m.		2353	2353
6:00:00 p. m.		2161	2161
7:00:00 p. m.		2148	2148
8:00:00 p. m.		1856	1856
9:00:00 p. m.		1897	1897
10:00:00 p. m.		1776	1776
11:00:00 p. m.		1940	1940
Total	**41804**	**28254**	**70058**

Fuente: elaboración propia, con datos del sistema del Taller Magrisa.

En la tabla I se puede verificar que la cantidad de acciones de mantenimiento preventivo que se llevan a cabo en un bimestre es relativamente alta.

Figura 2. **Comportamiento de reparación de fallas por turno**



Fuente: elaboración propia.

Al graficar los datos de la tabla I se puede verificar que la mayoría de las acciones preventivas se llevan a cabo en horario matutino y vespertino, esto se debe a que la frecuencia de llegada de equipos de transporte de caña de azúcar a la fábrica es mayor en estas horas y, debido a que no existe una programación de mantenimiento preventivo, la distribución de las cargas de trabajo de ambos turnos no es equitativa. La cantidad de trabajos realizados disminuye a las 18:00 horas, punto 12 de la gráfica, debido a que se inicia la preparación para el cambio de turno.

2.1.1. Diagnóstico Ishikawa

También conocido como diagrama causa – efecto o espina de pescado, es un método grafico que ayuda determinar cuáles son las causas de un problema principal. La correcta utilización de este diagrama es muy importante en las áreas de mantenimiento preventivo, ya que por medio de este se pueden relacionar los 6 aspectos importantes que influyen en las actividades que se llevan a cabo en las actividades de mantenimiento preventivo.

Para el análisis del mal estado físico - mecánico de las unidades de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios de la empresa, se define como problema principal las fallas o desperfectos de las unidades debido a que la gran cantidad de desperfectos que se encuentran en las unidades de transporte provoca todas las actividades de mantenimiento, como se puede observar en la figura 2. Las causas que originan este problema son:

2.1.1.1. Mano de obra

- La mayor parte del personal no cuenta con estudios técnicos, solo empíricos.
- Escasa motivación personal, la cual se refleja en el comportamiento y actitudes del personal del área de mantenimiento, lo que genera indiferencia hacia las actividades propias de mantenimiento y la conservación de las unidades de transporte.
- Resistencia al cambio, tanto del personal operativo como de los supervisores.
- Prácticas de mantenimiento inadecuadas, debido a que la capacitación requerida para ejecutar tareas de mantenimiento, utilización de materiales y herramientas son muy deficientes en todo el personal.

- El personal sufre de agotamiento físico debido a las altas temperaturas, de la región y jornadas de trabajo prolongadas.

2.1.1.2. Medio ambiente

- Debido a que las carreteras por las que las unidades de transporte se trasladan son de terracería, estas sufren desgastes y desajustes que provocan fallos continuos.
- El polvo generado por las carreteras hace que se requiera mejor lubricación de las piezas móviles.
- La humedad excesiva de algunas regiones en las que son utilizadas las unidades de transporte genera óxido en todas las estructuras metálicas de la misma.
- La vinaza que es utilizada para el riego de carreteras genera corrosión acelerada en todas las partes fijas y móviles de las unidades de transporte, provocando desgaste y fallas prematuras.

2.1.1.3. Máquinas

- La mayoría de las unidades de transporte que posee la empresa es de modelo antiguo o hechizos, por lo cual carece de manuales de mantenimiento, de operación y especificaciones técnicas de fabricación.
- Debido a la variedad de repuestos que utilizan las diferentes unidades de transporte, la gestión de los mismos es muy dificultosa, ya que no se cuentan con un determinado *stock* de repuestos, el cual proporcione la cantidad de repuestos que serán utilizados en determinado lapso.
- No se cuenta con un control de asignación de repuestos y tiempo de duración de los mismos para programar cambios preventivos.
- Los tiempos para la adquisición de repuestos son muy largos.

- Las unidades de transporte sufren daños en las fincas, provocados por la mala operación de los usuarios y a los terrenos en malas condiciones.

2.1.1.4. Métodos

- Las operaciones de mantenimiento que se realizan en el área requieren capacitación constante debido a la variación de las mismas.
- Falta de programación de mantenimiento preventivo.
- Escaso conocimiento del personal acerca de un plan de mantenimiento preventivo.
- Falta de rutas de mantenimiento adecuadas para cada tipo de unidad de transporte.
- Falta de rutas de mantenimiento para cada mantenimiento diario y semanal.

2.1.1.5. Materiales

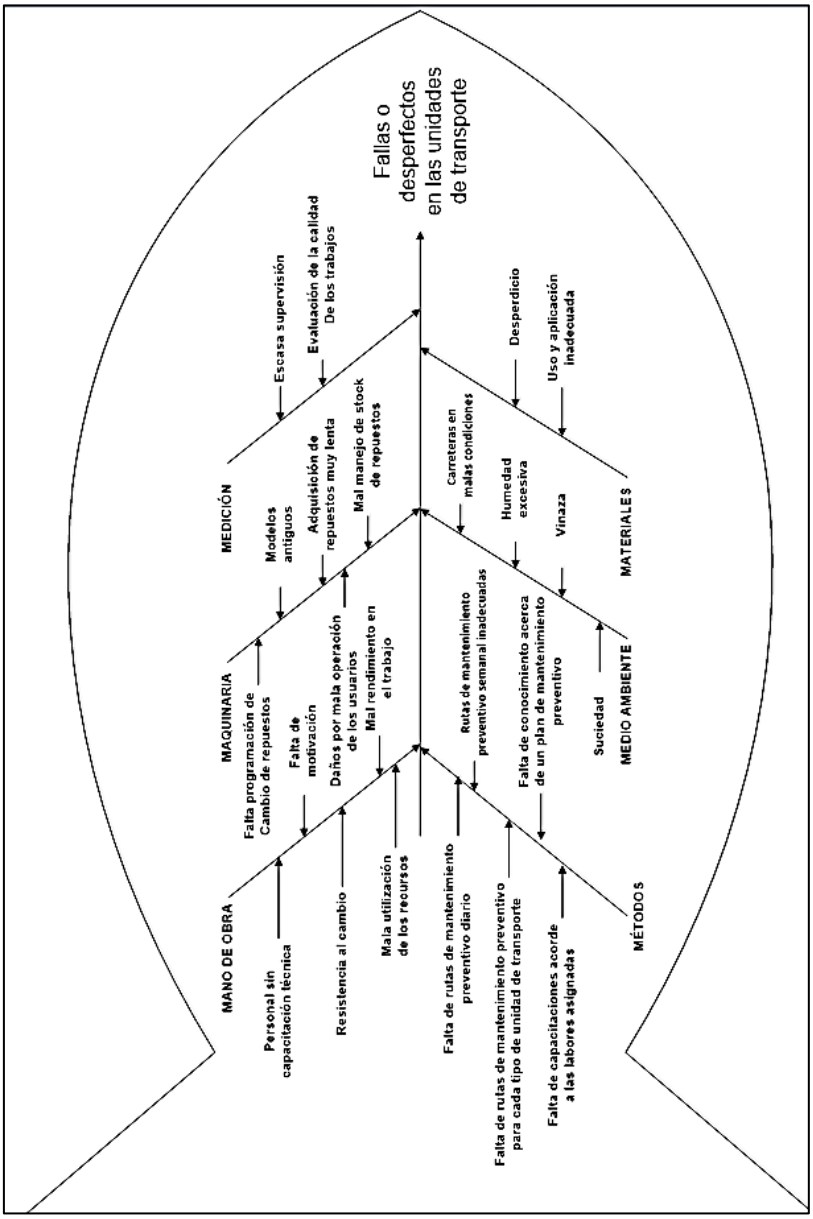
Los materiales, como la grasa y aceite lubricante, son aplicados y utilizados de forma incorrecta. Son aplicados en cantidades excesivas y el excedente de estos entra en contacto con partes como *bushines*, chicotes eléctricos y mangueras de aire, provocando que estas sufran un deterioro acelerado, también son utilizado para la instalación de *bushines* y estos por ser de plástico o hule sufren un deterioro acelerado.

2.1.1.6. Medición

- Como la cantidad de actividades de mantenimiento es elevada, no se lleva a cabo la supervisión necesaria en cada lugar de trabajo, por lo que existen trabajos realizados con baja calidad.

- No se realizan evaluaciones de la calidad de los trabajos realizados por el personal operativo.

Figura 3. **Diagrama Ishikawa de fallas o desperfectos en la unidades de transporte**



Fuente: elaboración propia.

Al analizar las causas de las fallas o desperfectos en las unidades de transporte se puede concluir que la causa raíz son los métodos, los cuales se pueden mejorar implementando un plan de mantenimiento preventivo con el que se fortalezca al departamento y sus actividades.

2.1.2. Descripción del Departamento Fast Track

El Fast Track es un departamento de mantenimiento rápido que se encarga de realizar mantenimiento preventivo después de cada viaje realizado por las unidades de transporte de caña y antes de cada viaje para el transporte de azúcar, además de un mantenimiento semanal para las unidades de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios. Debido a los daños que sufren las unidades en sus labores, el Departamento realiza mantenimiento de estructuras metálicas, mecánica, electromecánica y revisión y cambio, si es necesario, de llantas.

El Departamento de Fast Track, además del servicio de mantenimiento preventivo, también presta los servicios de:

- Asistencia en campo, el cual consiste en mandar a camiones de asistencia a reparar a las unidades que presenten desperfectos de cualquier índole en las fincas, carreteras o patios de parqueo.
- Reparación, para lo cual se tiene asignada una nave industrial que colinda con las naves industriales de mantenimiento preventivo. En esta área se realizan todas las reparaciones en las se deba realizar cambios de repuestos o trabajos que ameriten la inversión de más de 5 horas. Las reparaciones que se llevan a cabo en el área son daños que son detectados en el momento que se lleva a cabo el mantenimiento preventivo diario o semanal.

2.1.3. Descripción de las unidades de transporte

Como la cantidad de unidades de transporte es elevada, la empresa las ha clasificado según el servicio que presten. Para todas las unidades de transporte, debido a los extensos recorridos que realizan y el medio ambiente en el que se llevan a cabo las operaciones es común que presenten daños mínimos que al no ser atendidos adecuadamente y a tiempo dan lugar a daños mayores que requerirán de mayor inversión de recursos.

A continuación se describen las tres categorías a estudiar y los desperfectos más comunes.

2.1.3.1. Unidades de transporte de caña de azúcar

Su objetivo es recolectar la materia prima disponible en campo con alta eficiencia, garantizando el suministro de caña oportuno y suficiente a la fábrica, en el menor tiempo entre cosecha y molienda, con bajos niveles de materias extrañas (especialmente de hojas, despunte y tierra) y al menor costo, pues el propósito es obtener azúcar de alta calidad y a precios competitivos.

2.1.3.1.1. Megajaula

Es un vehículo construido completamente de metal, utilizado en la industria azucarera para el transporte de caña de azúcar, recibe su nombre y se diferencia a los otros tipos de jaulas debido a su gran tamaño y capacidad de carga. Este tipo de jaula cuenta con el mecanismo de volteo que está compuesto por tres pivotes adheridos a la parte superior de la jaula y dos puntos fijos adheridos al chasis en la parte inferior. Este mecanismo y la utilización de cadenas es usado para descargar la caña en las mesas de

alimentación de caña de los respectivos tándem. Están diseñadas para ser utilizadas como equipos siendo unidas a un cabezal o *dolly*, dependiendo en qué posición sea enganchada por medio de una pieza de enganche llamado pin máster.

Entre sus características generales se puede mencionar que cuenta con dos ejes no motrices, un sistema de frenos de aire, suspensión mecánica, sistema eléctrico y permite acoplamiento a otras unidades mediante el ojo de tracción llamado comúnmente loro, instalado en la parte trasera.

Al realizar observaciones a las unidades se pudieron identificar desperfectos mínimos, pero con el paso del tiempo y falta de atención estos se hacen mayores, provocando mayor inversión de recursos tanto en tiempo de zafra como de reparación, los desperfectos identificados son:

- Problemas de patas torcidas, derivado de que una de las cadenas que las sostienen se revienta y no es reparada a tiempo.
- Cadenas de volteo reventadas, debido a que no existe una estandarización de la longitud adecuada y mala revisión de puntos de soldadura que unen la cadena a la jaula.
- Exceso de grasa en el espejo del pin máster, lo cual dificulta visualizar las imperfecciones y desperdicio de la grasa.
- Graduación de frenos inadecuada, lo que provoca daños en las llantas.
- Daños en chicotes eléctricos y mangueras de aire provocados por longitud inadecuada, que no se realiza el cambio del resorte tensor a tiempo y el contacto con grasa.
- Espárragos quebrados por mala instalación.
- Acoples rápidos con suciedad en su interior.
- Paquetes de hojas de resorte desalineadas.

- Aros doblados debido a la mala calibración de llantas o porque las llantas no son sustituidas a tiempo.
- Cajuelas de pata dobladas.
- Cartabones agrietados.
- Cargadores de depósito de aire agrietados.
- Pequeños agujeros en las láminas de la estructura metálica que de acuerdo al uso que se le dé a la unidad estos se agrandan.

Figura 4. **Megajaula**

Fuente: patio 1, Magrisa.

2.1.3.1.2. Jaula Vanguard

Este tipo de jaulas también es llamada de cadena. Están construidas en su totalidad de metal, son de las más antiguas utilizadas en la industria azucarera para el transporte de caña de azúcar, recibe su nombre y se diferencia a los otros tipos de jaulas debido a que su operación de descarga se basa en la utilización de cadenas, las cuales en ese momento son enganchadas a un malacate que tira las cadenas hacia arriba para que estas extraigan y depositen la caña sobre la mesa de alimentación. Están diseñadas para ser

utilizadas como equipos siendo unidas a un cabezal o *dolly*, dependiendo en qué posición sea enganchada por medio de un pieza de enganche llamado pin máster.

Entre sus características generales se puede mencionar que cuenta con dos ejes no motrices, un sistema de frenos de aire, suspensión mecánica, sistema eléctrico y permite acoplamiento a otras unidades mediante el ojo de tracción llamado comúnmente loro, instalado en la parte trasera.

Al realizar observaciones a las unidades, se pudieron identificar desperfectos mínimos, pero con el paso del tiempo y falta de atención estos se hacen mayores provocando mayor inversión de recursos tanto en tiempo de zafra como de reparación, los desperfectos identificados son:

- Problemas de patas torcidas, derivado de que una de las cadenas que las sostienen se revienta y no es reparada a tiempo.
- Cadenas de volteo reventadas, debido a que no existe una estandarización de la longitud adecuada y mala revisión de puntos de soldadura que unen la cadena a la jaula.
- Exceso de grasa en el espejo de pin máster, lo cual dificulta visualizar las imperfecciones y desperdicio de la grasa.
- Graduación de frenos inadecuada lo que provoca daños en las llantas.
- Daños en chicotes eléctricos y mangueras de aire provocados por longitud inadecuada, que no se realice el cambio del resorte tensor a tiempo y el contacto con grasa.
- Espárragos quebrados por mala instalación.
- Acoples rápidos con suciedad en su interior.
- Paquetes de hojas de resorte desalineadas.

- Aros doblados debido a la mala calibración de llantas o porque las llantas no son sustituidas a tiempo.
- Cajuelas de pata dobladas.
- Cartabones agrietados.
- Cargadores de depósito de aire agrietados.
- Pequeños agujeros en las láminas de la estructura metálica que de acuerdo al uso que se le dé a la unidad estos se agrandan.

Figura 5. **Jaula Vanguard**

Fuente: patio 1, Magrisa.

2.1.3.1.3. Dolly

Es la unidad de transporte que permite unir a dos unidades (ya sean jaulas, cisternas, plataformas, góndolas o *lowboy*) para ser jalados por un mismo cabezal o tractor logrando desplazar mayor volumen de carga, reduciendo considerablemente costos, ya que solo se emplea un cabezal o tractor en lugar de dos, obteniendo mayor eficiencia en tiempos en las operaciones de transporte.

Los *dollies* cuentan con una lanza de enganche la cual es pintada de acuerdo al área que le esté prestando su servicio, estas pueden ser:

- Lanza amarilla, para transporte de caña
- Lanza azul, para transporte de varios
- Lanza blanca, para transporte de azúcar
- Lanza anaranjada, para trabajos en frentes de cosecha
- Lanza verde, para trabajo en fincas

Entre sus características generales se puede mencionar que puede ser de 1 o 2 ejes no motrices, tiene suspensión mecánica, cuenta con chasis en viga tipo I con puentes transversales, se engancha en la parte posterior de una primer unidad de transporte mediante un jalador llamado argollón instalado en la punta de la lanza de enganche y se utiliza para enganchar y jalar una segunda unidad de transporte que se engancha a la tornamesa del *dolly*.

Al realizar observaciones a las unidades, se pudieron identificar desperfectos mínimos, pero con el paso del tiempo y falta de atención estos se hacen mayores provocando mayor inversión de recursos tanto en tiempo de zafra como de reparación, los desperfectos identificados son:

- *Bushines* de tornamesa con desgastes prematuros debido a instalación con grasa de origen mineral.
- Exceso de grasa en la tornamesa, el exceso es desaprovechado.
- Grasera de *drawbar* tapada por suciedad.
- Tuerca de *drawbar* floja.
- Ejes desalineados.
- Fuga de aceite de bufas.
- Lanzas agrietadas.

Figura 6. ***Dolly***

Fuente: patio Fast Track, Magrisa.

2.1.3.2. Unidades de transporte de azúcar

Su incidencia en los costos de producción siempre ha tenido alta significancia, por lo que cualquier variación que se registre en esta etapa, resultará de gran impacto en la rentabilidad del producto.

2.1.3.2.1. Contenedor

Los contenedores que son utilizados para el transporte de azúcar son de tipo Dry Van o contenedores estándar, de 20 o 40 ft, que se caracterizan principalmente por su cierre hermético. Estos contenedores son recipientes de carga utilizados para el transporte terrestre o marítimo del azúcar.

Los contenedores están fabricados principalmente de acero corrugado, en su interior llevan un recubrimiento especial tipo antihumedad, para evitar las humedades que se puedan originar durante el viaje.

Al realizar observaciones a las unidades, se pudieron identificar desperfectos mínimos, pero con el paso del tiempo y falta de atención estos se hacen mayores provocando mayor inversión de recursos tanto en tiempo de zafra como de reparación, los desperfectos identificados son:

- Soportes para montacargas doblados
- Respiraderos tapados
- Empaques de compuerta dañados

Figura 7. **Contenedor sobre una plataforma**

Fuente: Fast Track, Magrisa.

2.1.3.2.2. Plataforma

Este tipo de vehículo está construido principalmente por vigas metálicas que forman una estructura rectangular, chasis, adecuada para que sobre ella se pueda transportar los contenedores con azúcar.

Entre sus características generales se puede mencionar que cuenta con *twist lock* para fijar los contenedores al chasis, dos ejes no motrices, un sistema

de frenos de aire, suspensión mecánica, sistema eléctrico y permite acoplamiento a otras unidades mediante el ojo de tracción llamado comúnmente loro, instalado en la parte trasera.

Al realizar observaciones a las unidades, se pudieron identificar desperfectos mínimos, pero con el paso del tiempo y falta de atención estos se hacen mayores provocando mayor inversión de recursos tanto en tiempo de zafra como de reparación, los desperfectos identificados son:

- *Twist lock* sin lubricación
- Soportes de cadenas de patas doblados
- Cadenas de patas reventadas
- Llantas derrapadas
- Ejes desalineados
- Fuga de aceite de bufa
- Chicotes eléctricos y mangueras de aire sin forro

Figura 8. **Plataforma**

Fuente: patio Fast Track, Magrisa.

2.1.3.3. Unidades de transporte varios

A continuación se hace una descripción de las varias formas de transportar la caña de azúcar.

2.1.3.3.1. *Lowboy*

También conocido como remolque de plataforma baja, esta unidad de transporte básicamente es una herramienta que gracias a su forma ayuda a transportar fácilmente objetos pesados y de gran tamaño. El chasis está construido completamente de hierro y el material de la plataforma puede variar entre madera y láminas de hierro.

Entre sus características generales se puede mencionar que cuenta con un sistema hidráulico que opera un pistón hidráulico utilizado para levantar la unidad después que se ha cargado y se necesite enganchar al remolque. Cuenta con tres ejes no motrices, un sistema de frenos de aire, suspensión mecánica, sistema eléctrico, cuello de ganso fijo y permite acoplamiento a otras unidades mediante el ojo de tracción llamado comúnmente loro, instalado en la parte trasera.

- Ejes desalineados
- Espárragos y capiruchos quebrados
- Conectores eléctricos sucios
- Pisos agrietados
- Cajuela de patas y patas dobladas
- Exceso de grasa en espejo de pin master
- Fitting de cilindro hidráulico son suciedad
- Cargadores de depósito de aire agrietados

Figura 9. ***Lowboy* con pistón hidráulico**

Fuente: Fast Track, Magrisa.

2.1.3.3.2. Góndola de volteo

La característica principal de esta unidad es que cuenta con una palangana o depósito semicilíndrico abierto en la parte superior y con una compuerta en la parte trasera que es utilizado en la empresa para el transporte de grandes volúmenes de diferentes materiales como arena, cachaza, carbón y en algunas ocasiones azúcar a granel.

Entre sus características generales se puede mencionar que cuenta con un pistón hidráulico de alta presión a accionado por un sistema hidráulico instalado en los cabezales, el pistón es utilizado para levantar la palangana en el momento que se lleva a cabo la descarga del material. El chasis y la palangana son de hierro. Cuenta con dos ejes no motrices, un sistema de frenos de aire, suspensión mecánica, sistema eléctrico y permite acoplamiento a otras unidades mediante el ojo de tracción llamado comúnmente loro, instalado en la parte trasera.

- Daños en chicotes eléctricos y mangueras de aire
- Espárragos quebrados por mala instalación
- Acoples rápidos en mal estado
- Cargadores de balancín en agrietados
- Ejes desalineados
- Cajuelas de patas y patas dobladas
- Acople hidráulico sucio
- Llantas derrapadas
- Aros doblados
- Desperdicio de grasa en las patas
- Exceso de grasa en espejo de pin master

Figura 10. **Góndola de volteo**

Fuente: patio Fast Track, Magrisa.

2.1.3.3.3. Cisterna

Coloquialmente son conocidas como pipas, que son depósitos cilíndricos de diferentes medidas utilizados para el transporte o almacenamiento de líquidos. Estas unidades no están fijas a un cabezal, ya que la unión se realiza

hasta que esta sea utilizada. Hay cisternas utilizadas para el transporte de alcohol, melaza y agua y cisternas para el riego de caminos con vinaza o agua.

Entre sus características principales se puede mencionar que están construidas completamente de acero inoxidable o hierro, esto depende del líquido que sea transportado. Cuenta con dos o tres ejes no motrices, sistema de frenos de aire, sistema eléctrico, suspensión mecánica o neumática y permite acoplamiento a otras unidades mediante el ojo de tracción llamado comúnmente loro, instalado en la parte trasera.

- Flautas con corrosión
- Mamparas en mal estado
- Cartabones agrietados
- Pasadores de pata doblados
- Espejo de pin master con exceso de grasa
- Conectores eléctricos con suciedad
- Chasis con corrosión

Figura 11. **Cisterna para el transporte de alcohol**

Fuente: patio Fast Track, Magrisa.

Figura 12. **Cisterna para el transporte de melaza o agua**

Fuente: patio Fast Track, Magrisa.

Figura 13. **Cisterna para riego de caminos**

Fuente: patio Fast Track, Magrisa.

2.1.4. Pistas de trabajo

Actualmente, las pistas de trabajo utilizadas para el mantenimiento preventivo son 12, de las cuales 8 son utilizadas para la revisión por viaje y 4 para el mantenimiento preventivo semanal, cuentan con el espacio necesario

entre ellas para que el personal se desplace con rapidez y pueda tener a mano las cajas de herramientas y máquinas para soldar.

2.1.4.1. Mantenimiento preventivo por viaje realizado

El mantenimiento preventivo por viaje realizado es una revisión que se le da a las unidades de transporte de caña después de cada viaje que realiza, transporta caña desde frentes de cosecha hacia la fábrica, para detectar a tiempo fallas que podrían provocar problemas en ruta. Este mantenimiento se realiza exclusivamente a todas las unidades de transporte de caña que son utilizadas ese día, las unidades de transporte de azúcar y varios solo si es requerido por los supervisores de esas unidades antes que salgan de viaje. El mantenimiento se realiza con la mayor rapidez posible, para evitar colas en el proceso, debido a esto el personal ejecuta las revisiones identificando solo daños mayores y realiza las acciones correctivas sin tomar en cuenta la calidad de su trabajo, provocando que las correcciones hechas no duren demasiado.

Los colaboradores de esta área no cuentan con un plan de mantenimiento a seguir y las revisiones que se realizan se basan en la experiencia adquirida por los supervisores y los mismos colaboradores, provocando que las revisiones se realicen según el criterio de cada colaborador, revisiones des estandarizadas.

2.1.4.1.1. Diagramas de operación

Este tipo de diagrama describe todas las operaciones en común y las que no lleva a cabo el personal de mantenimiento por viaje, con este tipo de información se podrá estandarizar el mantenimiento para cada tipo de unidad

de transporte, por medio de una ruta de mantenimiento preventiva exclusiva para cada unidad.

En los siguientes diagramas de operación se detalla el tiempo promedio que dura cada actividad que se lleva a cabo para el mantenimiento preventivo por viaje.

Tabla II. **Diagrama de operación MPD de megajaula**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. diario
Unidad de Transporte: megajaula Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 1 De: 2

	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	◻	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
3	Revisión de termofreno	○	□	◻	D	1,5
4	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	◻	D	2
5	Revisión de válvula A-1000	○	□	◻	D	0,5
6	Revisión de resortajes	○	□	◻	D	0,75
7	Revisión de tornillo de centro	○	□	◻	D	0,5
8	Revisión de tapaderas de punta de resortajes	○	□	◻	D	0,25
9	Revisión de tapadera central de barra de trunnion	○	□	◻	D	0,25
10	Revisión de bancadas de suspensión	○	□	◻	D	0,5
11	Revisión de barra de *trunnion*	○	□	◻	D	0,25
12	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	0,25
13	Revisión de espárragos de bufa	○	□	◻	D	1
14	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	◻	D	0,25
15	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	◻	D	0,5
16	Revisión de bufas	○	□	◻	D	0,5
	Llantero					
17	Revisión de llanta	○	□	◻	D	1,25
18	Revisión de aro	○	□	◻	D	0,2
19	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
20	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,1
	Electromecánico					
21	Revisión de chicote eléctrico	○	□	◻	D	1,25
22	Revisión de luces *Stop*	○	□	◻	D	5
23	Revisión luces laterales	○	□	◻	D	2,75
	Soldador					
24	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	◻	D	0,25
25	Revisión de travesaños delanteros	○	□	◻	D	0,55
26	Revisión de estructura de patas	○	□	◻	D	0,33
27	Revisión de cadenas de patas	○	□	◻	D	0,25
28	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◻	D	1
29	Revisión de pasadores de patas	○	□	◻	D	0,5
30	Revisión de barandas derecha e izquierda	○	□	◻	D	0,6
				A		

Continuación de la tabla II.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev. diario
Unidad de Transporte: megajaula Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 2 De: 2

				A		
31	Revisión de cadena de levante 5/8	○	□	◘	D	0,25
32	Revisión de W	○	□	◘	D	0,35
33	Revisión de L	○	□	◘	D	0,5
34	Revisión de parales laterales	○	□	◘	D	0,3
35	Revisión de base de lámparas laterales y stop	○	□	◘	D	0,3
36	Revisión de espejo de loro	○	□	◘	D	0,125
37	Revisión de loro	○	□	◘	D	0,25
						26,86

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◘	37	26,86
4	Espera	D	0	0,00
	Total acumulado		37	26,86

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Diagrama de operación MPD de jaula Vanguard**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. Diario
Unidad de Transporte: Cisterna Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 1 De: 2

	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	◻	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
3	Revisión de termofreno	○	□	◻	D	1,5
4	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	◻	D	2
5	Revisión de válvula A-1000	○	□	◻	D	0,5
6	Revisión de resortajes	○	□	◻	D	0,75
7	Revisión de tornillo de centro	○	□	◻	D	0,5
8	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	◻	D	0,375
9	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	◻	D	0,25
10	Revisión de balancines	○	□	◻	D	0,25
11	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	0,5
12	Revisión de espárragos de bufa	○	□	◻	D	1
13	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	◻	D	0,25
14	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	◻	D	0,5
15	Revisión de bufas	○	□	◻	D	0,5
	Llantero					
16	Revisión de llanta	○	□	◻	D	1,25
17	Revisión de aro	○	□	◻	D	0,2
18	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
19	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,1
	Electromecánico					
20	Revisión de chicote eléctrico	○	□	◻	D	1,25
21	Revisión de luces Stop	○	□	◻	D	5
22	Revisión luces laterales	○	□	◻	D	2,75
	Soldador					
23	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	◻	D	0,25
24	Revisión de estructura de patas	○	□	◻	D	0,33
25	Revisión de cadenas de patas	○	□	◻	D	0,25
26	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◻	D	1
27	Revisión de pasadores de patas	○	□	◻	D	0,5
28	Revisión de tapadera frontal y trasera	○	□	◻	D	0,25
29	Revisión de main hold	○	□	◻	D	0,3
30	Revisión de cargadores de cilindro	○	□	◻	D	0,25
				A		

Continuación de la tabla III.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev diario
Unidad de Transporte: jaula Vanguard Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 2 De: 2

31	Revisió de cartabones	○	□	◘	D	1
32	Revisión de parales laterales	○	□	◘	D	0,5
33	Revisión de base de lámparas laterales y stop	○	□	◘	D	0,25
34	Revisión de espejo de loro	○	□	◘	D	0,125
35	Revisión de loro	○	□	◘	D	0,125
36	Revisión de chasis	○	□	◘	D	0,5
						27,05

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◘	36	27,05
4	Espera	D	0	0,00
	TOTAL		36	27,05

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Diagrama de operación MPD de *dolly***

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. diario
Unidad de Transporte: *dolly* Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 1 De: 2

	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de tornamesa	○	□	○↓	D	0,15
2	Revisión de *bushines* de tornamesa	○	□	○↓	D	0,9
3	Revisión de jaladores de tornamesa	○	□	○↓	D	0,15
4	Revisión de drawbar (argollón y cuadrado) de lanza	○	□	○↓	D	0,25
5	Revisión de tuerca de *drawbar*	○	□	○↓	D	0,25
6	Revisión de pasador de chaveta de drawbar	○	□	○↓	D	0,15
7	Revisión de pasadores de lanza	○	□	○↓	D	0,3
8	Revisión de bushines de lanza	○	□	○↓	D	0,25
9	Revisión de resortajes	○	□	○↓	D	0,75
10	Revisión de tornillo de centro	○	□	○↓	D	0,5
11	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	○↓	D	0,375
12	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	○↓	D	0,25
13	Revisión de balancines	○	□	○↓	D	0,25
14	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	○↓	D	0,5
15	Revisión de espárragos de bufa	○	□	○↓	D	1
16	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	○↓	D	0,25
17	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	○↓	D	0,5
18	Revisión de bufas	○	□	○↓	D	0,5
	Llantero					
19	Revisión de llanta	○	□	○↓	D	1,25
20	Revisión de aro	○	□	○↓	D	0,2
21	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	○↓	D	0,25
22	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	○↓	D	0,1
	Soldador					
23	Revisión de matabueyes	○	□	○↓	D	1,5
24	Revisión de lanza	○	□	○↓	D	2
25	Revisión de desgaste de jalador	○	□	○↓	D	0,25
26	Revisión de bases de tornamesa	○	□	○↓	D	0,25
27	Revisión de resorte y cadenas de lanza	○	□	○↓	D	0,5
28	Revisión de grietas en chasis	○	□	○↓	D	2
						15,57

Continuación de la tabla IV.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev diario
Unidad de Transporte: *dolly* Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 2 De: 2

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◘	28	15,57
4	Espera	D	0	0,00
	TOTAL		28	15,57

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Diagrama de operación MPD de plataforma y contenedor**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev diario
Unidad de Transporte: plataforma y contenedor Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 1 De: 2

	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	▢	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	▢	D	0,25
3	Revisión de termofreno	○	□	▢	D	1,5
4	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	▢	D	2
5	Revisión de válvula A-1000	○	□	▢	D	0,5
6	Revisión de resortajes	○	□	▢	D	0,75
7	Revisión de tornillo de centro	○	□	▢	D	0,5
8	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	▢	D	0,375
9	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	▢	D	0,25
10	Revisión de balancines	○	□	▢	D	0,25
11	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	▢	D	0,5
12	Revisión de espárragos de bufa	○	□	▢	D	1
13	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	▢	D	0,25
14	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	▢	D	0,5
15	Revisión de bufas	○	□	▢	D	0,5
	Llantero					
16	Revisión de llanta	○	□	▢	D	1,25
17	Revisión de aro	○	□	▢	D	0,2
18	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	▢	D	0,25
19	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	▢	D	0,1
	Electromecánico					
20	Revisión de chicote eléctrico	○	□	▢	D	1,25
21	Revisión de luces *Stop*	○	□	▢	D	5
22	Revisión luces laterales	○	□	▢	D	2,75
	Soldador					
23	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	▢	D	0,25
24	Revisión de viga frontal	○	□	▢	D	0,15
25	Revisión de baranda frontal	○	□	▢	D	0,15
26	Revisión cajuelas de patas	○	□	▢	D	0,25
27	Revisión de estructura de patas	○	□	▢	D	0,25
28	Revisión de cadenas de patas	○	□	▢	D	0,25
29	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	▢	D	0,125
30	Revisión de pasadores de patas	○	□	▢	D	0,25

Continuación de la tabla V.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev diario
Unidad de Transporte: plataforma y contenedor Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 2 De: 2

				A		
31	Revisión de *bumper* trasero	○	□	◘	D	0,5
32	Revisión de espejo de loro	○	□	◘	D	0,125
33	Revisión de loro	○	□	◘	D	0,125
34	Revisión de mata bueyes	○	□	◘	D	0,15
35	Revisión de chasis	○	□	◘	D	0,5
	Pintor					
36	Revisión de soportes para montacargas	○	□	◘	D	0,3
37	Revisión de paredes y techo	○	□	◘	D	1
38	Revisión de pintura general	○	□	◘	D	0,5
39	Revisión de respiraderos	○	□	◘	D	0,5
40	Revisión de compuertas	○	□	◘	D	1,25
41	Revisión de barras de compuertas	○	□	◘	D	0,5
42	Revisión de kit de barras	○	□	◘	D	1,25
43	Revisión de empaques de compuertas	○	□	◘	D	1,25
44	Revisión de remaches sujetadores de empaque	○	□	◘	D	0,5
						31,30

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◘	44	31,30
4	Espera	D	0	0,00
	TOTAL		44	31,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Diagrama de operación MPD de *lowboy***

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev diario
Unidad de Transporte: *lowboy* Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 1 De: 2

	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	◻	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
3	Revisión de termofreno	○	□	◻	D	1,5
4	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	◻	D	2
5	Revisión de válvula A-1000	○	□	◻	D	0,5
6	Revisión de motor	○	□	◻	D	0,75
7	Revisión de cargadores de motor	○	□	◻	D	0,5
8	Revisión de nivel de aceite de motor	○	□	◻	D	1,25
9	Revisión de mangueras para alta presión	○	□	◻	D	1,5
10	Revisión de nivel de aceite hidráulico en el deposito	○	□	◻	D	0,6
11	Revisión de mandos hidráulicos	○	□	◻	D	0,25
12	Revisión de resortajes	○	□	◻	D	0,75
13	Revisión de tornillo de centro	○	□	◻	D	0,5
14	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	◻	D	0,375
15	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	◻	D	0,25
16	Revisión de balancines	○	□	◻	D	0,25
17	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	0,5
18	Revisión de espárragos de bufa	○	□	◻	D	1
19	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	◻	D	0,25
20	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	◻	D	0,5
21	Revisión de bufas	○	□	◻	D	0,5
	Llantero					
22	Revisión de llanta	○	□	◻	D	1,25
23	Revisión de aro	○	□	◻	D	0,2
24	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
25	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,1
	Electromecánico					
26	Revisión de chicote eléctrico	○	□	◻	D	1,25
27	Revisión de luces *Stop*	○	□	◻	D	5
28	Revisión luces laterales	○	□	◻	D	2,75
	Soldador					
29	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	◻	D	0,25
30	Revisión cajuelas de patas	○	□	◻	D	0,25
				A		

Continuación de la tabla VI.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev diario
Unidad de Transporte: *lowboy* Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 2 De: 2

				A		
31	Revisión de estructura de patas	○	□	◫	D	0,25
32	Revisión de cadenas de patas	○	□	◫	D	0,25
33	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◫	D	0,125
34	Revisión de pasadores de patas	○	□	◫	D	0,25
35	Revisión de cargadores de deposito de aceite hidráulico	○	□	◫	D	0,25
36	Revisión de tapadera de motor	○	□	◫	D	0,2
37	Revisíón de machete	○	□	◫	D	0,15
38	Revisión de agregados laterales	○	□	◫	D	0,2
39	Revisión de rampas	○	□	◫	D	0,2
40	Revisión de espejo de loro	○	□	◫	D	0,125
41	Revisión de loro	○	□	◫	D	0,125
42	Revisión de chasis	○	□	◫	D	0,5
						29,15

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◫	42	29,15
4	Espera	D	0	0,00
	TOTAL		42	29,15

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Diagrama de operaciones MPD de góndolas de volteo**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev diario
Unidad de Transporte: góndola de volteo Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 1 De: 2

	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	◻	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
3	Revisión de termofreno	○	□	◻	D	1,5
4	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	◻	D	2
5	Revisión de válvula A-1000	○	□	◻	D	0,5
6	Revisión de resortajes	○	□	◻	D	0,75
7	Revisión de tornillo de centro	○	□	◻	D	0,5
8	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	◻	D	0,375
9	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	◻	D	0,25
10	Revisión de balancines	○	□	◻	D	0,25
11	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	0,5
12	Revisión de espárragos de bufa	○	□	◻	D	1
13	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	◻	D	0,25
14	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	◻	D	0,5
15	Revisión de bufas	○	□	◻	D	0,5
16	Revisión de termofreno sencillo	○	□	◻	D	0,5
17	Revisión de termofreno doble	○	□	◻	D	0,5
18	Revisión de llave de bola	○	□	◻	D	0,2
19	Revisión de manguera termoplástica	○	□	◻	D	0,3
20	Revisión de acople hidráulico	○	□	◻	D	0,25
21	Revisión de manguera para alta presión	○	□	◻	D	1,5
22	Revisión de fiting de cilindro de levante	○	□	◻	D	0,3
23	Revisión de cilindro de levante	○	□	◻	D	1,25
	Llantero					
24	Revisión de llanta	○	□	◻	D	1,25
25	Revisión de aro	○	□	◻	D	0,2
26	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
27	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,1
	Electromecánico					
28	Revisión de chicote eléctrico	○	□	◻	D	1,25
29	Revisión de luces *Stop*	○	□	◻	D	5
30	Revisión luces laterales	○	□	◻	D	2,75

Continuación de la tabla VII.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev diario
Unidad de Transporte: góndola de volteo Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 2 De: 2

				A		
	Soldador					
31	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	◘	D	0,25
32	Revisión de anclaje de cilindro de levante	○	□	◘	D	0,5
33	Revisión barras y *bushines* de cilindro de levante	○	□	◘	D	0,25
34	Revisión de travesaños	○	□	◘	D	0,25
35	Revisión cajuelas de patas	○	□	◘	D	0,25
36	Revisión de estructura de patas	○	□	◘	D	0,3
37	Revisión de cadenas de patas	○	□	◘	D	0,25
38	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◘	D	0,125
39	Revisión de pasadores de patas	○	□	◘	D	0,25
40	Revisión de la estructura de la canasta	○	□	◘	D	1
41	Revisión de barras sujetadora de canasta	○	□	◘	D	0,25
42	Revisión ganchos para cierre de compuerta	○	□	◘	D	0,25
43	Revisión de compuerta	○	□	◘	D	0,5
44	Revisión de base de lámparas laterales y stop	○	□	◘	D	0,25
45	Revisión de espejo de loro	○	□	◘	D	0,25
46	Revisión de loro	○	□	◘	D	0,125
47	Revisión de chasis	○	□	◘	D	0,5
						31,52

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◘	47	31,52
4	Espera	D	0	0,00
	TOTAL		47	31,52

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Diagrama de operaciones MPD de cisternas**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. diario
Unidad de Transporte: cisterna Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 1 De: 2

	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	◻	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
3	Revisión de termofreno	○	□	◻	D	1,5
4	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	◻	D	2
5	Revisión de válvula A-1000	○	□	◻	D	0,5
6	Revisión de resortajes	○	□	◻	D	0,75
7	Revisión de tornillo de centro	○	□	◻	D	0,5
8	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	◻	D	0,375
9	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	◻	D	0,25
10	Revisión de balancines	○	□	◻	D	0,25
11	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	0,5
12	Revisión de espárragos de bufa	○	□	◻	D	1
13	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	◻	D	0,25
14	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	◻	D	0,5
15	Revisión de bufas	○	□	◻	D	0,5
	Llantero					
16	Revisión de llanta	○	□	◻	D	1,25
17	Revisión de aro	○	□	◻	D	0,2
18	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
19	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,1
	Electromecánico					
20	Revisión de chicote eléctrico	○	□	◻	D	1,25
21	Revisión de luces *Stop*	○	□	◻	D	5
22	Revisión luces laterales	○	□	◻	D	2,75
	Soldador					
23	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	◻	D	0,25
24	Revisión de estructura de patas	○	□	◻	D	0,33
25	Revisión de cadenas de patas	○	□	◻	D	0,25
26	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◻	D	1
27	Revisión de pasadores de patas	○	□	◻	D	0,5
28	Revisión de tapadera frontal y trasera	○	□	◻	D	0,25
29	Revisión de main hold	○	□	◻	D	0,3
30	Revisión de cargadores de cilindro	○	□	◻	D	0,25
				A		

Continuación de la tabla VIII.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. diario
Unidad de Transporte: cisterna Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Selvin Bolvito
Hoja: 2 De: 2

				A		
31	Revisión de cilindro	○	□	◘	D	0,25
32	Revisión de anillos de cilindro	○	□	◘	D	0,35
33	Revisión de base de lámparas laterales y stop	○	□	◘	D	0,25
34	Revisión de espejo de loro	○	□	◘	D	0,125
35	Revisión de loro	○	□	◘	D	0,125
36	Revisión de flauta	○	□	◘	D	5
37	Revisión de mangueras	○	□	◘	D	1,2
38	Revisión de loderas	○	□	◘	D	1
						32,60

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◘	38	32,60
4	Espera	D	0	0,00
	TOTAL		38	32,60

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.1.2. Recurso humano

Las actividades de mantenimiento por viaje se llevan a cabo durante las 24 horas del día en dos turnos, diurno y nocturno. Se requiere de un total de 57 colaboradores para cumplir con la demanda de trabajo, incluyendo al supervisor del área.

La distribución de los colaboradores en las pistas de trabajo es la siguiente:

Tabla IX. **Recurso humano en área de mantenimiento por viaje**

Personal	Turno		Cantidad Total	PISTAS C/TURNO							
	Diurno	Nocturno		1	2	3	4	5	6	7	8
Supervisor	1		1	1							
Encargado	1	1	2	1							
Mecánico	7	7	14	1		1	1	1	1	1	1
Electromecánico	3	3	6	1		1			1		
Soldador	8	8	16	1	1	1	1	1	1	1	1
Llantero	8	8	16	2		2		2		2	
Encargado de control de llantas	1	1	2	1							
TOTAL			57								

Fuente: elaboración propia.

Al analizar al personal de esta área se observaron debilidades como discordias entre compañeros, escaso trabajo en equipo, descuido de la herramienta y equipo, desconocimiento de las rutas de mantenimiento, trabajo realizado con base en experiencias personales, bajo interés sobre el aprovechamiento de materiales y repuestos, desigualdad en la distribución de cargas de trabajo para mecánicos y electromecánicos, la distribución se realiza empíricamente.

2.1.4.1.3. Herramienta

Como en toda clase de trabajo, la herramienta en buen estado es de vital importancia en las operaciones que se llevan a cabo para que su resultado de estas sea el mejor posible.

Todo el personal tiene herramienta a su cargo con la cual debe contar para realizar las diferentes operaciones del mantenimiento preventivo, el tipo y cantidad de herramienta necesaria es definida de acuerdo a su profesión.

Aparte, el Departamento cuenta con herramienta especial para ciertas operaciones, esta herramienta es utilizada solo por el personal que la solicita y se cuenta con la necesaria para satisfacer la demanda de trabajo

Al analizar la herramienta que utilizan los colaboradores, se observó que aparte de la herramienta original y en buen estado, utilizan herramienta hechiza, en mal estado y antigua, no se le da el mantenimiento adecuado al equipo. Por ejemplo, se espera a que las pistolas y bombas neumáticas presenten fallas para verificar su estado. En el caso de los llanteros, ellos comparten la herramienta, ya que su trabajo lo desempeñan en parejas.

Tabla X. **Herramienta utilizada para operaciones mecánicas en el MPD**

Mecánicos	
Cantidad	**Descripción**
1	Adaptador de 1/2 3/4
1	Copa para muñon 3 1/4, 3 3/4, 4 3/8, 4 13/16
1	Desarmador plano y cruz
1	Extensión raíz 1/2
1	Extensión raíz 3/4
1	Llave ajustable 18
1	Llave Stilson
1	Llave y copa 1 1/2 raíz 3/4
1	Llave y copa 15/16 raíz 3/4
1	Llave y copa 7/16, 1/2, 9/16, 5/8, 7/8, 3/4, 15/16, 1 1/8, 1 7/8
1	Maneral 3/4
1	Pistola de impacto 1/2
1	Punzón
1	*Rach* raíz 1/2
1	*Rach* raíz 3/4
1	Reducidor 3/4 a 1/2
2	*Tricket*

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Herramienta utilizada para revisión de llantas en el MPD**

Llanteros	
Cantidad	**Descripción**
1	Calibrador
1	Copa 1 1/2, 1 1/4, 1 5/16, 13/16
1	Crayón de cera
1	Lesna
1	Llave 9/16
1	Llave de cruz
1	Manguera de alta presión
1	Pajero
1	Patia para calibrar
1	Pistola de impacto
1	Profundimetro
1	Sacacentros
1	Tubo para reapretar

Fuente: elaboración propia

Tabla XII. **Herramienta utilizada para realizar soldaduras en el MPD**

Soldadores	
Cantidad	**Descripción**
1	Boquillas para corte
1	Boquillas para soldar SOA
1	*Byss grip*
1	Cepillo de alambre
1	Chispero
1	Cinta metrica
1	Compas para marcar
1	Cortador
1	Escuadra
1	Escuadrilon
1	Falsa escuadra
1	Limpia boquillas
1	Llave ajustable
1	Llaves allen
1	Martillo
1	Multiflama para calentar
1	Nivel
1	Picador de escoria
1	Punzón de centro

Continuación de la tabla XII.

1	Sargento
1	Tenaza
1	Tijera para cortar lámina
1	Tiza

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Herramienta utilizada para llevar a cabo las operaciones eléctricas en el MPD**

Electromecánicos	
Cantidad	**Descripción**
1	Alicate
1	Cautín
1	Cepillo limpia conectores
1	Copas 1/2, 7/16, 9/16
1	Cortador de alambre
1	Desarmador cruz y plano
1	Lámpara de casco
1	Llaves 1/2, 7/16, 9/16
1	Llaves Allen
1	Navaja
1	Pinza
1	Probadores led de conectores
1	*Rach* raíz de 1/2
1	Remachadora
1	Robotina (batería 12 V)
1	Tester

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.2. Mantenimiento preventivo semanal

Este se realiza a todas las unidades de transporte de caña, azúcar y varios. Para llevarlo a cabo no hay orden o calendarización, ya que se le da mantenimiento a toda unidad que el personal ingrese a las pistas correspondientes. En el caso de transporte de caña, las unidades van siendo

elegidas al azar conforme van llegando a las naves industriales y las unidades de transporte de azúcar y varios llegan a pedido de los encargados de mantenimiento, dependiendo de la carga de trabajo que tengan en el momento.

2.1.4.2.1. Rutas de mantenimiento actuales

Las rutas de mantenimiento describen las actividades que cada colaborador debe desarrollar según su profesión: mecánico, soldador, llantero o electromecánico, la frecuencia con la que se llevan a cabo, ya que si es en tiempo de zafra las actividades se realizan semanalmente y si es en tiempo de reparación, las actividades se realizan anualmente.

Las rutas actuales han sido elaboradas con base en la experiencia que han adquirido los supervisores, estas son muy generales, ya que no están separadas según la unidad a la que se deba realizar el mantenimiento, sino que son un resumen de las actividades que deben realizar los colaboradores de cada profesión.

Los colaboradores tienen desconocimiento de las rutas de mantenimiento, ya que ellos realizan las actividades de mantenimiento basándose en la experiencia que han adquirido a través del tiempo y esta experiencia es transmitida a los nuevos colaboradores que realizan sus actividades de acuerdo a lo que vayan aprendiendo de los colaboradores más antiguos.

A continuación se detallan las rutas que se tienen documentadas en el Departamento:

- La ruta de mantenimiento mecánico detalla las actividades que deben realizar los mecánicos a cada unidad, ellos determinan qué actividades requiere cada unidad según su experiencia.

Tabla XIV. **Ruta de mantenimiento mecánico**

Núm.	**Actividades de mecánico**	**Frecuencia**	
1	**Frenos**	Semanal	Anual
1.1	Revisión de acoples rápidos	X	X
1.2	Revisión de mangueras de paso de aire	X	X
1.3	Revisión de tambores	X	X
1.4	Desmontar tambores		X
1.5	Revisión de fricciones	X	X
1.6	Revisión de resortes de fricciones	X	X
1.7	Revisión y engrase de cremalleras de S	X	X
1.8	Revisión y engrase de *rach*	X	X
1.9	Desmontar *rach*		X
1.10	Revisión de S de freno	X	X
1.11	Revisión de *bushing* de S	X	X
1.12	Desmontar S de freno		X
1.13	Revisión de termofreno	X	X
1.14	Graduar frenos	X	X
1.15	Revisión de mangueras termoplásticas	X	X
1.16	Revisión de válvula A-1000	X	X
1.17	Desmontar válvula A-1000		X
1.18	Revisión de depósito de aire (chimbo)	X	X
1.19	Revisión de cargadores de depósito de aire	X	X
	Suspensión		
1.20	Revisión de resortajes	X	X
1.21	Revisión de tornillo de centro	X	X
1.22	Revisión de almohadillas de resortaje	X	X
1.23	Revisión de bushing para barra trunnion	X	X
1.24	Revisión de bushing de resortajes	X	X
1.25	Revisión y reapriete de lañas	X	X
1.26	Revisión de la base tensor	X	X
1.27	Revisión de tensores fijos y ajustables	X	X
1.28	Revisión de tapaderas de punta de resortajes	X	X
1.29	Revisión de tapadera central de barra de *trunnion*	X	X
1.30	Revisión de bancadas de suspensión	X	X
1.31	Revisión de barra de *trunnion*	X	X
1.32	Revisión de balancines	X	X
1.33	Revisión del *bushing* de balancín	X	X
1.34	Revisión de cargadores de suspensión	X	X

Continuación de la tabla XIV.

	Rodaje		
1.35	Desmontaje de tapaderas de bufa		X
1.36	Desmontaje de bufas		X
1.37	Revisión de espárragos de bufa	X	X
1.38	Revisión de tapaderas de bufas	X	X
1.39	Revisión de nivel de aceite en bufas	X	X
1.4	Revisión estado físico de las bufas	X	X
1.41	Revisión de juego axial de bufas	X	X
1.42	Desmontaje de cojinetes		X
1.43	Revisión de retenedores	X	X
1.44	Revisión de ejes	X	X
1.45	Revisar alineación de ejes	X	X

Fuente: rutas de mantenimiento, Magrisa.

- La ruta de mantenimiento eléctrico y de llantas es la misma para todas las unidades debido a que las actividades a realizar son las mismas independientemente que unidad sea.

Tabla XV. **Ruta de mantenimiento de llantas**

2	**Actividades de llantero**	Semanal	Anual
2.2	Desmontar llantas		X
2.3	Inspección de neumático	X	X
2.4	Inspección de aro	X	X
2.5	Inspección de válvula de paso de aire	X	X
2.6	Inspección de tuercas y capiruchos	X	X
2.7	Torqueado de tuercas y capiruchos	X	X
2.8	Calibración de llantas (90-100 PSI)	X	X
2.9	Toma de datos	X	X
2.10	Montar llantas		X

Fuente: rutas de mantenimiento, Magrisa.

Tabla XVI. **Ruta de mantenimiento eléctrico**

3	**Actividades de eléctrico**	Semanal	Anual
3.1	Revisión de chicote eléctrico	X	X
3.2	Revisión de conectores	X	X
3.3	Revisión de luces	X	X
3.4	Revisión de árnes en general	X	X

Fuente: rutas de mantenimiento, Magrisa.

- La ruta de mantenimiento de las estructuras metálicas detalla todas las actividades que los soldadores deben realizar independientemente del tipo de unidad que sea.

Tabla XVII. **Ruta de mantenimiento de estructura metálica**

4	**Actividades de soldador**	Semanal	Anual
4.1	Revisión de protectores de mangueras de aire	X	X
4.2	Revisión de pin máster	X	X
4.3	Revisión de espejo de pin máster	X	X
4.4	Revisión de travesaños delanteros	X	X
4.5	Revisión cajuelas de patas	X	X
4.6	Revisión de estructura de patas	X	X
4.7	Revisión de cadenas de patas	X	X
4.8	Revisión de soporte de cadena de patas	X	X
4.9	Revisión de pasadores de patas	X	X
4.10	Revisión de *manifull*	X	X
4.11	Revisión de cadenas de 3/8 de *manifull*	X	X
4.12	Revisión de cargadores de *manifull*	X	X
4.13	Revisión de separadores de *manifull*	X	X
4.14	Revisión de parales laterales	X	X
4.15	Revisión de barandas derecha e izquierda	X	X
4.16	Revisión de pasamanos	X	X
4.17	Revisión de base de lámparas laterales y stop	X	X
4.18	Revisión de espejo de loro	X	X
4.19	Revisión de loro	X	X
4.20	Revisión de cartabones generales	X	X
4.21	Revisión de chasis	X	X
4.22	Revisión de tapadera frontal y trasera	X	X

Continuación de la tabla XVII.

4.23	Revisión de main hold	X	X
4.24	Revisión de cargadores de cilindro	X	X
4.25	Revisión de cilindro	X	X
4.26	Revisión de anillos de cilindro	X	X
4.27	Revisión de mamparas	X	X
4.28	Revisión de flauta	X	X
4.29	Revisión de matabuey delantero	X	X
4.30	Revisión de matabuey central	X	X
4.31	Revisión de matabuey trasero	X	X
4.32	Revisión de lanza	X	X
4.33	Revisión de desgaste de jalador	X	X
4.34	Revisión de bases de tornamesa	X	X
4.35	Revisión de resorte y cadenas de lanza	X	X
4.36	Revisión de anclaje de cilindro de levante	X	X
4.37	Revisión barras y bushines de cilindro de levante	X	X
4.38	Revisión de la estructura de la canasta	X	X
4.39	Revisión de barras sujetadora de canasta	X	X
4.40	Revisión ganchos para cierre de compuerta	X	X
4.41	Revisión de compuerta	X	X
4.42	Revisión de estructura de cilindro	X	X
4.43	Revisión de depósito de aceite hidráulico	X	X
4.44	Revisión de cargadores de depósito de aceite hidráulico	X	X
4.45	Revisión de tapadera de motor	X	X
4.46	Revisión de machete	X	X
4.47	Revisión de agregados laterales	X	X
4.48	Revisión de bushines y pasadores de agregados laterales	X	X
4.49	Revisión de rampas	X	X
4.50	Revisión de bushines y pasadores de rampas	X	X
4.51	Revisión de piso	X	X
4.52	Revisión de *twist* lock	X	X

Fuente: rutas de mantenimiento, Magrisa.

2.1.4.2.2. Diagrama de operación

Este tipo de diagrama describe todas las operaciones que lleva a cabo el personal de mantenimiento semanal, con esta información se podrá estandarizar el mantenimiento para cada tipo de unidad de transporte por medio de una ruta de mantenimiento preventiva exclusiva para cada unidad.

En los siguientes diagramas de operación se detalla el tiempo promedio que duran las diferentes actividades que se llevan a cabo para el mantenimiento preventivo semanal.

Tabla XVIII. **Diagrama de operaciones MPS de contenedores**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa — Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: contenedor — Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila — Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 1 — De: 1

Núm.	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Pintor					
1	Revisión de soportes para montacargas	○	□	◻	D	0,3
2	Revisión de paredes y techo	○	□	◻	D	1
3	Revisión de pintura general	○	□	◻	D	0,5
4	Revisión de respiraderos	○	□	◻	D	0,5
5	Revisión de piso	○	□	◻	D	1
6	Revisión de compuertas	○	□	◻	D	1,25
7	Revisión de bisagras de compuertas	○	□	◻	D	0,5
8	Revisión de barras de compuertas	○	□	◻	D	0,5
9	Revisión de kit de barras	○	□	◻	D	1,25
10	Revisión de *bushines* de barras para compuerta	○	□	◻	D	1
11	Revisión de empaques de compuertas	○	□	◻	D	1,25
12	Revisión de hembras acero inoxidable	○	□	◻	D	0,75
13	Revisión de remaches sujetadores de empaque	○	□	◻	D	0,5
						10,30

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◻	13	10,30
4	Espera	D	0	0,00
	Total acumulado		13	10,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Diagrama de operaciones MPS de megajaula**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: megajaula Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 1 De: 3

Núm.	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	□	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	□	D	0,25
3	Revisión de tambores	○	□	□	D	0,5
4	Revisión de fricciones	○	□	□	D	1
5	Revisión de resortes de fricciones	○	□	□	D	0,5
6	Revisión y engrase de cremalleras de S	○	□	□	D	0,5
7	Revisión y engrase de rach	○	□	□	D	1
8	Revisión de S de freno	○	□	□	D	0,5
9	Revisión de *bushing* de S	○	□	□	D	1
10	Revisión de termofreno	○	□	□	D	1,5
11	Graduar frenos	○	□	□	D	0,625
12	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	□	D	2
13	Revisión de válvula A-1000	○	□	□	D	0,5
14	Revisión de deposito de aire (chimbo)	○	□	□	D	0,5
15	Revisión de cargadores de deposito de aire	○	□	□	D	0,375
16	Revisión de resortajes	○	□	□	D	0,75
17	Revisión de tornillo de centro	○	□	□	D	0,5
18	Revisión y reapriete de lañas	○	□	□	D	0,5
19	Revisión de *bushing* para barra trunnion	○	□	□	D	0,25
20	Revisión de *bushing* de resortajes	○	□	□	D	0,25
21	Revisión de tapaderas de punta de resortajes	○	□	□	D	0,25
22	Revisión de tapadera central de barra de *trunnion*	○	□	□	D	0,25
23	Revisión de bancadas de suspensión	○	□	□	D	0,5
24	Revisión de barra de *trunnion*	○	□	□	D	0,25
25	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	□	D	0,25
26	Revisión de espárragos de bufa	○	□	□	D	1
27	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	□	D	0,25
28	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	□	D	0,5
29	Revisión de bufas	○	□	□	D	0,5
30	Revisión de retenedores	○	□	□	D	1,25
				A		

Continuación de la tabla XIX.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: megajaula Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 2 De: 3

				A		
31	Revisión de ejes	○	□	◇	D	0,5
32	Revisión de alineación de ejes	○	□	◇	D	0,5
	Llantero					
33	Revisión de llanta	○	□	◇	D	1,25
34	Revisión de aro	○	□	◇	D	0,2
35	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◇	D	0,25
36	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◇	D	0,1
37	Reapriete de tuercas y capiruchos	○	□	◇	D	0,125
38	Calibración de llantas (90-100 PSI)	○	□	◇	D	1
39	Toma de datos de llantas	○	□	◇	D	0,5
	Electromecánico					
40	Revisión de chicote eléctrico	○	□	◇	D	1,25
41	Revisión y limpieza de conectores frontales	○	□	◇	D	3,25
42	Revisión y limpieza de conectores traseros	○	□	◇	D	0,625
43	Revisión de luces *Stop*	○	□	◇	D	5
44	Revisión luces laterales	○	□	◇	D	2,75
45	Revisión de árnes	○	□	◇	D	1,25
46	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	○	□	◇	D	1,5
	Soldador					
47	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	◇	D	0,25
48	Revisión de pin master	○	□	◇	D	0,25
49	Revisión de espejo de pin master	○	□	◇	D	0,25
50	Revisión de travesaños delanteros	○	□	◇	D	0,55
51	Revisión cajuelas de patas	○	□	◇	D	0,3
52	Revisión de estructura de patas	○	□	◇	D	0,33
53	Revisión de cadenas de patas	○	□	◇	D	0,25
54	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◇	D	1
55	Revisión de pasadores de patas	○	□	◇	D	0,5
56	Revisión de barandas derecha e izquierda	○	□	◇	D	0,6
57	Revisión de pasadores sujetadores de canasta	○	□	◇	D	0,3
58	Revisión de bushing de pasador de pivotes	○	□	◇	D	0,5
59	Revisión de cadena de levante 5/8	○	□	◇	D	0,25
60	Revisión de matabuey de soporte de W	○	□	◇	D	0,3
				B		

Continuación de la tabla XIX.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: megajaula Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 3 De: 3

				B		
61	Revisión de W	○	□	▢	D	0,35
62	Revisión de L	○	□	▢	D	0,5
63	Revisión de parales laterales	○	□	▢	D	0,3
64	Revisión de base de lámparas laterales y stop	○	□	▢	D	0,3
65	Revisión de espejo de loro	○	□	▢	D	0,125
66	Revisión de loro	○	□	▢	D	0,25
67	Revisión de cartabones en general	○	□	▢	D	0,5
68	Revisión de chasis	○	□	▢	D	0,5
						47,75

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	▢	68	47,75
4	Espera	D	0	0,00
	Total acumulado		68	47,75

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Diagrama de operaciones MPS de jaula Vanguard**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: jaula Vanguard Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 1 De: 3

Núm.	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	□	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	□	D	0,25
3	Revisión de tambores	○	□	□	D	0,5
4	Revisión de fricciones	○	□	□	D	1
5	Revisión de resortes de fricciones	○	□	□	D	0,5
6	Revisión y engrase de cremalleras de S	○	□	□	D	0,5
7	Revisión y engrase de *rach*	○	□	□	D	1
8	Revisión de S de freno	○	□	□	D	0,5
9	Revisión de *bushing* de S	○	□	□	D	1
10	Revisión de termofreno	○	□	□	D	1,5
11	Graduar frenos	○	□	□	D	0,625
12	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	□	D	2
13	Revisión de válvula A-1000	○	□	□	D	0,5
14	Revisión de deposito de aire (chimbo)	○	□	□	D	0,5
15	Revisión de cargadores de deposito de aire	○	□	□	D	0,375
16	Revisión de resortajes	○	□	□	D	0,75
17	Revisión de tornillo de centro	○	□	□	D	0,5
18	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	□	D	0,375
19	Revisión y reapriete de lañas	○	□	□	D	0,5
20	Revisión de la base tensor	○	□	□	D	0,5
21	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	□	D	0,25
22	Revisión de balancines	○	□	□	D	0,25
23	Revisión del *bushing* de balancín	○	□	□	D	0,25
24	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	□	D	0,5
25	Revisión de espárragos de bufa	○	□	□	D	1
26	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	□	D	0,5
27	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	□	D	0,5
28	Revisión de bufas	○	□	□	D	0,75
29	Revisión de retenedores	○	□	□	D	0,5
30	Revisión de ejes	○	□	□	D	0,5
				A		

Continuación de la tabla XX.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: jaula Vanguard Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 2 De: 3

				A		
31	Revisión de alineación de ejes	○	□	◻	D	0,5
	Llantero					
32	Revisión de llanta	○	□	◻	D	1,25
33	Revisión de aro	○	□	◻	D	0,2
34	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
35	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,2
36	Reapriete de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,125
37	Calibración de llantas (90-100 PSI)	○	□	◻	D	1
38	Toma de datos de llantas	○	□	◻	D	0,5
	Electromecánico					
39	Revisión de chicote eléctrico	○	□	◻	D	1,25
40	Revisión y limpieza de conectores frontales	○	□	◻	D	0,625
41	Revisión y limpieza de conectores traseros	○	□	◻	D	0,625
42	Revisión de luces *Stop*	○	□	◻	D	0,5
43	Revisión luces laterales	○	□	◻	D	0,75
44	Revisión de árnes	○	□	◻	D	1,25
45	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	○	□	◻	D	1,5
	Soldador					
46	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	◻	D	0,25
47	Revisión de pin master	○	□	◻	D	0,25
48	Revisión de espejo de pin master	○	□	◻	D	0,25
49	Revisión de travesaños delanteros	○	□	◻	D	0,25
50	Revisión cajuelas de patas	○	□	◻	D	0,25
51	Revisión de estructura de patas	○	□	◻	D	0,25
52	Revisión de cadenas de patas	○	□	◻	D	0,25
53	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◻	D	0,125
54	Revisión de pasadores de patas	○	□	◻	D	0,25
55	Revisión de *manifull*	○	□	◻	D	0,25
56	Revisión de cadenas de 3/8 de *manifull*	○	□	◻	D	0,25
57	Revisión de cartabones de *manifull*	○	□	◻	D	0,5
58	Revisión de cargadores de *manifull*	○	□	◻	D	0,25
59	Revisión de separadores de *manifull*	○	□	◻	D	0,25
60	Revisión de parales laterales	○	□	◻	D	0,5
				B		

Continuación de la tabla XX.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: jaula Vanguard Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 3 De: 3

				B		
61	Revisión de barandas derecha e izquierda	○	□	◻	D	0,5
62	Revisión de pasamanos	○	□	◻	D	0,75
63	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	○	□	◻	D	0,25
64	Revisión de espejo de loro	○	□	◻	D	0,125
65	Revisión de loro	○	□	◻	D	0,125
66	Revisión de cartabones generales	○	□	◻	D	0,5
67	Revisión de chasis	○	□	◻	D	0,5
						37,02

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◻	67	37,02
4	Espera	D	0	0,00
	Total acumulado		67	37,02

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Diagrama de operaciones MPS de *dolly***

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: *dolly* Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 1 De: 3

Núm.	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de tornamesa	○	□	○↓	D	0,15
2	Revisión de *bushines* de tornamesa	○	□	○↓	D	0,9
3	Revisión de jaladores de tornamesa	○	□	○↓	D	0,15
4	Revisión de candado de tornamesa	○	□	○↓	D	0,15
5	Revisión de resortes de tornamesa	○	□	○↓	D	0,5
6	Revisión de machete de tornamesa	○	□	○↓	D	0,25
7	Revisión de graduación de tornamesa	○	□	○↓	D	1
8	Revisión de *drawbar* (argollón y cuadrado) de lanza	○	□	○↓	D	0,25
9	Revisión de tuerca de *drawbar*	○	□	○↓	D	0,25
10	Revisión de pasador de chaveta de *drawbar*	○	□	○↓	D	0,15
11	Revisión de pasadores de lanza	○	□	○↓	D	0,3
12	Revisión de *bushines* de lanza	○	□	○↓	D	0,25
13	Engrase general	○	□	○↓	D	0,6
14	Revisión de resortajes	○	□	○↓	D	0,75
15	Revisión de tornillo de centro	○	□	○↓	D	0,5
16	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	○↓	D	0,375
17	Revisión y reapriete de lañas	○	□	○↓	D	0,5
18	Revisión de la base tensor	○	□	○↓	D	0,5
19	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	○↓	D	0,25
20	Revisión de balancines	○	□	○↓	D	0,25
21	Revisión del *bushing* de balancín	○	□	○↓	D	0,25
22	Revisión de esparragos para cargadores de suspensión	○	□	○↓	D	0,5
23	Revisión de espárragos de bufa	○	□	○↓	D	1
24	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	○↓	D	0,25
25	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	○↓	D	0,5
26	Revisión de bufas	○	□	○↓	D	0,5
27	Revisión de retenedores	○	□	○↓	D	1,25
28	Revisión de ejes	○	□	○↓	D	0,5
29	Revisión de alineación de ejes	○	□	○↓	D	0,5
	Llantero					
30	Revisión de llanta	○	□	○↓	D	1,25
				A		

Continuación de la tabla XXI.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: *dolly* Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 2 De: 2

				A		
31	Revisión de aro	○	□	◻	D	0,2
32	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
33	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,1
34	Reapriete de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,125
35	Calibración de llantas (90-100 PSI)	○	□	◻	D	1
36	Toma de datos de llantas	○	□	◻	D	0,5
	Soldador					
37	Revisión de matabuey delantero	○	□	◻	D	0,45
38	Revisión de matabuey central	○	□	◻	D	0,45
39	Revisión de matabuey trasero	○	□	◻	D	0,45
40	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	1
41	Revisión de cielos de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	1,2
42	Revisión de lanza	○	□	◻	D	2
43	Revisión de desgaste de jalador	○	□	◻	D	0,25
44	Revisión de bases de tornamesa	○	□	◻	D	0,25
45	Revisión de resorte y cadenas de lanza	○	□	◻	D	0,5
46	Revisión de grietas en chasis	○	□	◻	D	2
						25,25

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◻	46	25,25
4	Espera	D	0	0,00
	Total acumulado		46	25,25

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Diagrama de operaciones MPS de *lowboy***

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: *lowboy* Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 1 De: 3

Núm.	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	◻	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
3	Revisión de tambores	○	□	◻	D	0,5
4	Revisión de fricciones	○	□	◻	D	1
5	Revisión de resortes de fricciones	○	□	◻	D	0,5
6	Revisión y engrase de cremalleras de S	○	□	◻	D	0,5
7	Revisión y engrase de *rach*	○	□	◻	D	1
8	Revisión de S de freno	○	□	◻	D	0,5
9	Revisión de *bushing* de S	○	□	◻	D	1
10	Revisión de termofreno	○	□	◻	D	1,5
11	Graduar frenos	○	□	◻	D	0,625
12	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	◻	D	2
13	Revisión de válvula A-1000	○	□	◻	D	0,5
14	Revisión de deposito de aire (chimbo)	○	□	◻	D	0,5
15	Revisión de cargadores de deposito de aire	○	□	◻	D	0,375
16	Revisión de motor	○	□	◻	D	0,75
17	Revisión de cargadores de motor	○	□	◻	D	0,5
18	Revisión de nivel de aceite de motor	○	□	◻	D	1,25
19	Revisión de bomba hidráulica	○	□	◻	D	0,6
20	Revisión de mangueras para alta presión	○	□	◻	D	1,5
21	Revisión de cilindro hidráulico	○	□	◻	D	1
22	Revisión de *fitting* de cilindro hidráulico	○	□	◻	D	0,25
23	Revisión de *bushing* para cilindro hidráulico	○	□	◻	D	0,5
24	Revisión de nivel de aceite hidráulico en el deposito	○	□	◻	D	0,6
25	Revisión de mandos hidráulicos	○	□	◻	D	0,25
26	Revisión de resortajes	○	□	◻	D	0,75
27	Revisión de tornillo de centro	○	□	◻	D	0,5
28	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	◻	D	0,375
29	Revisión y reapriete de lañas	○	□	◻	D	0,5
30	Revisión de la base tensor	○	□	◻	D	0,5
				A		

Continuación de la tabla XXII.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: *lowboy* Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 2 De: 3

				A		
31	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	□	D	0,25
32	Revisión de balancines	○	□	□	D	0,25
33	Revisión del bushing de balancín	○	□	□	D	0,25
34	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	□	D	0,5
35	Revisión de espárragos de bufa	○	□	□	D	1
36	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	□	D	0,25
37	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	□	D	0,5
38	Revisión de bufas	○	□	□	D	0,5
39	Revisión de retenedores	○	□	□	D	1,25
40	Revisión de ejes	○	□	□	D	0,5
41	Revisión de alineación de ejes	○	□	□	D	0,5
	Llantero					
42	Revisión de llanta	○	□	□	D	1,25
43	Revisión de aro	○	□	□	D	0,2
44	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	□	D	0,25
45	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	□	D	0,1
46	Reapriete de tuercas y capiruchos	○	□	□	D	0,125
47	Calibración de llantas (90-100 PSI)	○	□	□	D	1
48	Toma de datos de llantas	○	□	□	D	0,5
	Electromecánico					
49	Revisión de chicote eléctrico	○	□	□	D	1,25
50	Revisión y limpieza de conectores frontales	○	□	□	D	3,25
51	Revisión y limpieza de conectores traseros	○	□	□	D	0,625
52	Revisión de luces *Stop*	○	□	□	D	5
53	Revisión luces laterales	○	□	□	D	2,75
54	Revisión de árnes	○	□	□	D	1,25
55	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	○	□	□	D	1,5
	Soldador					
56	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	□	D	0,25
57	Revisión de pin máster	○	□	□	D	0,25
58	Revisión de espejo de pin master	○	□	□	D	0,25
59	Revisión cajuelas de patas	○	□	□	D	0,25
60	Revisión de estructura de patas	○	□	□	D	0,25
				B		

Continuación de la tabla XXII.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: *lowboy* Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 3 De: 3

				B		
61	Revisión de cadenas de patas	○	□	◻	D	0,25
62	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◻	D	0,125
63	Revisión de pasadores de patas	○	□	◻	D	0,25
64	Revisión de estructura de cilindro	○	□	◻	D	0,3
65	Revisión de deposito de aceite hidráulico	○	□	◻	D	0,5
66	Revisión de cargadores de deposito de aceite hidráulico	○	□	◻	D	0,25
67	Revisión de tapadera de motor	○	□	◻	D	0,2
68	Revisíón de machete	○	□	◻	D	0,15
69	Revisión de agregados laterales	○	□	◻	D	0,2
70	Revisión de bushines y pasadores de agregados laterales	○	□	◻	D	0,5
71	Revisión de rampas	○	□	◻	D	0,2
72	Revisión de bushines y pasadores de rampas	○	□	◻	D	0,5
73	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	0,45
74	Revisión de base de lámparas laterales y stop	○	□	◻	D	0,25
75	Revisión de espejo de loro	○	□	◻	D	0,125
76	Revisión de loro	○	□	◻	D	0,125
77	Revisión de piso	○	□	◻	D	1
78	Revisión de chasis	○	□	◻	D	0,5
						53,75

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◻	78	53,75
4	Espera	D	0	0,00
	Total acumulado		78	53,75

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Diagrama de operaciones MPS de góndola de volteo**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: góndola de volteo Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 1 De: 3

Núm.	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	□	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	□	D	0,25
3	Revisión de tambores	○	□	□	D	0,5
4	Revisión de fricciones	○	□	□	D	1
5	Revisión de resortes de fricciones	○	□	□	D	0,5
6	Revisión y engrase de cremalleras de S	○	□	□	D	0,5
7	Revisión y engrase de *rach*	○	□	□	D	1
8	Revisión de S de freno	○	□	□	D	0,5
9	Revisión de *bushing* de S	○	□	□	D	1
10	Revisión de termofreno	○	□	□	D	1,5
11	Graduar frenos	○	□	□	D	0,625
12	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	□	D	2
13	Revisión de válvula A-1000	○	□	□	D	0,5
14	Revisión de deposito de aire (chimbo)	○	□	□	D	0,5
15	Revisión de cargadores de deposito de aire	○	□	□	D	0,375
16	Revisión de resortajes	○	□	□	D	0,75
17	Revisión de tornillo de centro	○	□	□	D	0,5
18	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	□	D	0,375
19	Revisión y reapriete de lañas	○	□	□	D	0,5
20	Revisión de la base tensor	○	□	□	D	0,5
21	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	□	D	0,25
22	Revisión de balancines	○	□	□	D	0,25
23	Revisión del *bushing* de balancín	○	□	□	D	0,25
24	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	□	D	0,5
25	Revisión de espárragos de bufa	○	□	□	D	1
26	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	□	D	0,25
27	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	□	D	0,5
28	Revisión de bufas	○	□	□	D	0,5
29	Revisión de retenedores	○	□	□	D	1,25
30	Revisión de ejes	○	□	□	D	0,5
				A		

Continuación de la tabla XXIII.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, m,ant. prev. semanal
Unidad de Transporte: góndola de volteo Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 2 De: 3

				A		
31	Revisión de alineación de ejes	○	□	◻	D	0,5
32	Revisión de termofreno sencillo	○	□	◻	D	0,5
33	Revisión de termofreno doble	○	□	◻	D	0,5
34	Revisión de llave de bola	○	□	◻	D	0,2
35	Revisión de varillas	○	□	◻	D	0,2
36	Revisión de pasadores de varillas	○	□	◻	D	0,25
37	Revisión de seguros de pasadores	○	□	◻	D	0,2
38	Revisión de manguera termoplástica	○	□	◻	D	0,3
39	Revisión de acople hidráulico	○	□	◻	D	0,25
40	Revisión de manguera para alta presión	○	□	◻	D	1,5
41	Revisión de *fiting* de cilindro de levante	○	□	◻	D	0,3
42	Revisión de cilindro de levante	○	□	◻	D	1,25
	Llatero					
43	Revisión de llanta	○	□	◻	D	1,25
44	Revisión de aro	○	□	◻	D	0,2
45	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
46	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,1
47	Reapriete de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,125
48	Calibración de llantas (90-100 PSI)	○	□	◻	D	1
49	Toma de datos de llantas	○	□	◻	D	0,5
	Electromecánico					
50	Revisión de chicote eléctrico	○	□	◻	D	1,25
51	Revisión y limpieza de conectores frontales	○	□	◻	D	3,25
52	Revisión y limpieza de conectores traseros	○	□	◻	D	0,625
53	Revisión de luces *Stop*	○	□	◻	D	5
54	Revisión luces laterales	○	□	◻	D	2,75
55	Revisión de árnes	○	□	◻	D	1,25
56	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	○	□	◻	D	1,5
	Soldador					
57	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	◻	D	0,25
58	Revisión de pin master	○	□	◻	D	0,25
59	Revisión de espejo de pin máster	○	□	◻	D	0,25
60	Revisión de anclaje de cilindro de levante	○	□	◻	D	0,5
				B		

Continuación de la tabla XXIII.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: góndola de volteo Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 3 De: 3

				B		
61	Revisión barras y *bushines* de cilindro de levante	○	□	◘	D	0,25
62	Revisión de travesaños	○	□	◘	D	0,25
63	Revisión cajuelas de patas	○	□	◘	D	0,25
64	Revisión de estructura de patas	○	□	◘	D	0,3
65	Revisión de cadenas de patas	○	□	◘	D	0,25
66	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◘	D	0,125
67	Revisión de pasadores de patas	○	□	◘	D	0,25
68	Revisión de la estructura de la canasta	○	□	◘	D	1
69	Revisión de barras sujetadora de canasta	○	□	◘	D	0,25
70	Revisión ganchos para cierre de compuerta	○	□	◘	D	0,25
71	Revisión de compuerta	○	□	◘	D	0,5
72	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	○	□	◘	D	0,25
73	Revisión de espejo de loro	○	□	◘	D	0,25
74	Revisión de loro	○	□	◘	D	0,125
75	Revisión de cartabones generales	○	□	◘	D	0,5
76	Revisión de chasis	○	□	◘	D	0,5
						51,42

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◘	76	51,42
4	Espera	D	0	0,00
	Total acumulado		76	51,42

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Diagrama de operaciones MPS de cisterna**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: cisterna Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 1 De: 3

Núm.	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	◻	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
3	Revisión de tambores	○	□	◻	D	0,5
4	Revisión de fricciones	○	□	◻	D	1
5	Revisión de resortes de fricciones	○	□	◻	D	0,5
6	Revisión y engrase de cremalleras de S	○	□	◻	D	0,5
7	Revisión y engrase de *rach*	○	□	◻	D	1
8	Revisión de S de freno	○	□	◻	D	0,5
9	Revisión de bushing de S	○	□	◻	D	1
10	Revisión de termofreno	○	□	◻	D	1,5
11	Graduar frenos	○	□	◻	D	0,625
12	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	◻	D	2
13	Revisión de válvula A-1000	○	□	◻	D	0,5
14	Revisión de deposito de aire (chimbo)	○	□	◻	D	0,5
15	Revisión de cargadores de deposito de aire	○	□	◻	D	0,375
16	Revisión de resortajes	○	□	◻	D	0,75
17	Revisión de tornillo de centro	○	□	◻	D	0,5
18	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	◻	D	0,375
19	Revisión y reapriete de lañas	○	□	◻	D	0,5
20	Revisión de la base tensor	○	□	◻	D	0,5
21	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	◻	D	0,25
22	Revisión de balancines	○	□	◻	D	0,25
23	Revisión del *bushing* de balancín	○	□	◻	D	0,25
24	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	0,5
25	Revisión de espárragos de bufa	○	□	◻	D	1
26	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	◻	D	0,25
27	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	◻	D	0,5
28	Revisión de bufas	○	□	◻	D	0,5
29	Revisión de retenedores	○	□	◻	D	1,25
30	Revisión de ejes	○	□	◻	D	0,5
				A		

Continuación de la tabla XXIV.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: cisterna Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 2 De: 3

				A		
31	Revisión de alineación de ejes	○	□	□	D	0,5
	Llantero					
32	Revisión de llanta	○	□	□	D	1,25
33	Revisión de aro	○	□	□	D	0,2
34	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	□	D	0,25
35	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	□	D	0,1
36	Reapriete de tuercas y capiruchos	○	□	□	D	0,125
37	Calibración de llantas (90-100 PSI)	○	□	□	D	1
38	Toma de datos de llantas	○	□	□	D	0,5
	Electromecánico					
39	Revisión de chicote eléctrico	○	□	□	D	1,25
40	Revisión y limpieza de conectores frontales	○	□	□	D	3,25
41	Revisión y limpieza de conectores traseros	○	□	□	D	0,625
42	Revisión de luces *stop*	○	□	□	D	5
43	Revisión luces laterales	○	□	□	D	2,75
44	Revisión de árnes	○	□	□	D	1,25
45	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	○	□	□	D	1,5
	Soldador					
46	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	□	D	0,3
47	Revisión de pin master	○	□	□	D	0,25
48	Revisión de espejo de pin máster	○	□	□	D	0,35
49	Revisión de travesaños delanteros	○	□	□	D	0,25
50	Revisión cajuelas de patas	○	□	□	D	0,25
51	Revisión de estructura de patas	○	□	□	D	0,3
52	Revisión de cadenas de patas	○	□	□	D	0,25
53	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	□	D	0,125
54	Revisión de pasadores de patas	○	□	□	D	0,25
55	Revisión de tapadera frontal y trasera	○	□	□	D	0,25
56	Revisión de *main hold*	○	□	□	D	0,3
57	Revisión de cargadores de cilindro	○	□	□	D	0,25
58	Revisión de cilindro	○	□	□	D	0,25
59	Revisión de anillos de cilindro	○	□	□	D	0,35
60	Revisión de cilindro, internamente	○	□	□	D	0,4
				B		

Continuación de la tabla XXIV.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: cisterna Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 3 De: 3

				B		
61	Revisión de mamparas	○	□	◘	D	0,2
62	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	○	□	◘	D	0,25
63	Revisión de espejo de loro	○	□	◘	D	0,125
64	Revisión de loro	○	□	◘	D	0,125
65	Revisión de cartabones generales	○	□	◘	D	0,5
66	Revisión de chasis	○	□	◘	D	0,5
67	Revisión de flauta	○	□	◘	D	5
68	Revisión de llaves y niples	○	□	◘	D	2,4
69	Revisión de mangueras	○	□	◘	D	1,2
70	Revisión de loderas	○	□	◘	D	1
						54,85

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◘	70	54,85
4	Espera	D	0	0,00
	Total acumulado		70	54,85

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Diagrama de operaciones MPS de plataforma**

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, Mant. prev semanal
Unidad de Transporte: plataforma Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 1 De: 3

Núm.	Descripción de actividades	Op.	Rev.	Op. Y Rev.	Esp.	Tiempo (min)
	Mecánico					
1	Revisión de acoples rápidos	○	□	◻	D	1,25
2	Revisión de mangueras de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
3	Revisión de tambores	○	□	◻	D	0,5
4	Revisión de fricciones	○	□	◻	D	1
5	Revisión de resortes de fricciones	○	□	◻	D	0,5
6	Revisión y engrase de cremalleras de S	○	□	◻	D	0,5
7	Revisión y engrase de *rach*	○	□	◻	D	1
8	Revisión de S de freno	○	□	◻	D	0,5
9	Revisión de bushing de S	○	□	◻	D	1
10	Revisión de termofreno	○	□	◻	D	1,5
11	Graduar frenos	○	□	◻	D	0,625
12	Revisión de mangueras termoplásticas	○	□	◻	D	2
13	Revisión de válvula A-1000	○	□	◻	D	0,5
14	Revisión de deposito de aire (chimbo)	○	□	◻	D	0,5
15	Revisión de cargadores de deposito de aire	○	□	◻	D	0,375
16	Revisión de resortajes	○	□	◻	D	0,75
17	Revisión de tornillo de centro	○	□	◻	D	0,5
18	Revisión de almohadillas de resortaje	○	□	◻	D	0,375
19	Revisión y reapriete de lañas	○	□	◻	D	0,5
20	Revisión de la base tensor	○	□	◻	D	0,5
21	Revisión de tensores fijos y ajustables	○	□	◻	D	0,25
22	Revisión de balancines	○	□	◻	D	0,25
23	Revisión del *bushing* de balancín	○	□	◻	D	0,25
24	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	0,5
25	Revisión de espárragos de bufa	○	□	◻	D	1
26	Revisión de tapaderas de bufas	○	□	◻	D	0,25
27	Revisión de nivel de aceite en bufas	○	□	◻	D	0,5
28	Revisión de bufas	○	□	◻	D	0,5
29	Revisión de retenedores	○	□	◻	D	1,25
30	Revisión de ejes	○	□	◻	D	0,5
				A		

Continuación de la tabla XXV.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: plataforma Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 2 De: 3

				A		
31	Revisión de alineación de ejes	○	□	◻	D	0,5
	Llantero					
32	Revisión de llanta	○	□	◻	D	1,25
33	Revisión de aro	○	□	◻	D	0,2
34	Revisión de válvula de paso de aire	○	□	◻	D	0,25
35	Revisión de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,1
36	Reapriete de tuercas y capiruchos	○	□	◻	D	0,125
37	Calibración de llantas (90-100 PSI)	○	□	◻	D	1
38	Toma de datos de llantas	○	□	◻	D	0,5
	Electromecánico					
39	Revisión de chicote eléctrico	○	□	◻	D	1,25
40	Revisión y limpieza de conectores frontales	○	□	◻	D	3,25
41	Revisión y limpieza de conectores traseros	○	□	◻	D	0,625
42	Revisión de luces *stop*	○	□	◻	D	5
43	Revisión luces laterales	○	□	◻	D	2,75
44	Revisión de árnes	○	□	◻	D	1,25
45	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	○	□	◻	D	1,5
	Soldador					
46	Revisión de protectores de mangueras de aire	○	□	◻	D	0,25
48	Revisión de baranda frontal	○	□	◻	D	0,15
49	Revisión de pin máster	○	□	◻	D	0,25
50	Revisión de espejo de pin máster	○	□	◻	D	0,25
51	Revisión cajuelas de patas	○	□	◻	D	0,25
52	Revisión de estructura de patas	○	□	◻	D	0,25
53	Revisión de cadenas de patas	○	□	◻	D	0,25
54	Revisión de soporte de cadena de patas	○	□	◻	D	0,125
55	Revisión de pasadores de patas	○	□	◻	D	0,25
56	Revisión de *twist lock*	○	□	◻	D	1
57	Revisión de cargadores de suspensión	○	□	◻	D	0,5
58	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	○	□	◻	D	0,25
59	Revisión de bumper trasero	○	□	◻	D	0,5
60	Revisión de espejo de loro	○	□	◻	D	0,125
				B		

Continuación de la tabla XXV.

Diagrama de operaciones

Empresa: Magrisa Departamento: Fast Track, mant. prev. semanal
Unidad de Transporte: plataforma Método: Actual
Elaborado por: Melvin Avila Revisado por: Eddy Herrera
Hoja: 3 De: 3

				B		
61	Revisión de loro	○	□	◘	D	0,125
62	Revisión de mata bueyes	○	□	◘	D	0,15
63	Revisión de chasis	○	□	◘	D	0,5
						44,6

RESUMEN

Núm.	Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
1	Operación	○	0	0,00
2	Revisión	□	0	0,00
3	Operación y revisión	◘	63	44,60
4	Espera	D	0	0,00
	Total acumulado		63	44,60

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.2.3. Recurso humano

Las actividades de mantenimiento preventivo se llevan a cabo durante las 24 horas del día en dos turnos, diurno y nocturno. Se requiere de un total de 61 colaboradores para cumplir con la demanda de trabajos de mantenimiento, incluyendo al supervisor del área de MPS. La cantidad de colaboradores es mayor a la de mantenimiento por viaje debido a que las operaciones realizadas en estas pistas requieren de una mayor inversión de tiempo. Como la cantidad de colaboradores es mayor en estas pistas de trabajo, el MPS de casi todas las unidades se lleva a cabo en tres o cuatro días y los días restantes de la semana existe ocio entre los trabajadores, ya que deben esperar a que alguna unidad que no haya recibido el MPS llegue a las pistas o que el supervisor del área se percate de la baja carga de trabajo y decida apoyar al mantenimiento preventivo por viaje.

Los 61 colaboradores son distribuidos en las pistas de trabajo siguiendo el siguiente orden.

Tabla XXVI. **Asignación de recurso humano en MPS**

Personal	Turno		Cantidad Total	Pistas C/Turno			
	Diurno	Nocturno		9	10	11	12
Supervisor	1		1	1			
Encargado	1	1	2	1			
Mecánico	8	8	16	2	2	2	2
Electromecánico	4	4	8	1	1	1	1
Soldador	8	8	16	2	2	2	2
Llantero	8	8	16	2	2	2	2
Encargado de control de llantas	1	1	2	1			
TOTAL			61				

Fuente: elaboración propia, tomando como base la planilla del área.

Al analizar al personal de esta área, se observaron debilidades tales como, desconocimiento de rutas de mantenimiento a seguir, escaso trabajo en equipo, descuido de la herramienta y equipo, trabajo realizado con base en experiencias personales, bajo interés sobre el aprovechamiento de materiales y repuestos y descoordinación de actividades con el grupo de mantenimiento preventivo por viaje.

2.1.4.2.4. Herramientas

Como en toda clase de trabajo la herramienta en buen estado es de vital importancia en las operaciones que se llevan a cabo para que el resultado de estas sea el mejor posible.

Todo el personal tiene herramienta a su cargo con la cual debe contar para poder realizar las diferentes operaciones del mantenimiento preventivo, el tipo y cantidad de herramienta es definida de acuerdo a su profesión.

Aparte el departamento cuento con herramienta especial para ciertas operaciones, esta herramienta es utilizada solo por el personal que la solicita y se cuenta con la necesaria para satisfacer la demanda de trabajo.

.

Al analizar la herramienta que utilizan los colaboradores se observó que aparte de la herramienta original y en buen estado utilizan herramienta hechiza, en mal estado, antigua, que el personal fabrica para facilitarse ciertos trabajos y se exponen al fallo de la misma corriendo el riesgo que ocurra un accidente.

Cada trabajador cuenta con su caja de herramienta y lugar asignado para mantenerla, solo los llanteros comparten herramienta debido a que sus actividades las realizan en pareja para facilitarse el trabajo.

Tabla XXVII. **Herramienta utilizada para trabajos eléctricos**

Electromecánico			
Cantidad	**Descripción**	**Cantidad**	**Descripción**
1	Alicate	1	Llave ajustable
1	*Byss grip*	1	Llaves 1/2, 7/16, 9/16
1	Cautín	1	Llaves allen
1	Cepillo de alambre	1	Llaves *tor*
1	Cepillo limpia conectores	1	Martillo
1	Cincel	1	Navaja
1	Copas 1/2, 7/16, 9/16	1	Pinza
1	Cortador de alambre	1	Probadores led de conectores
1	Desarmador cruz y plano	1	Punzón
1	Espátula	1	Rach raíz de 1/2
1	Extensión mediana raíz de 1/2	1	Remachadora
1	Lámpara de casco	1	Tester

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Herramienta utilizada para revisión de llantas**

Llantero			
Cantidad	**Descripción**	**Cantidad**	**Descripción**
1	Calibrador	1	Patía para calibrar
1	Copa 1 1/2, 1 1/4, 1 5/16, 13/16	1	Piochín
1	Crayón de cera	1	Pistola de impacto
1	Espátulas	1	Profundimetro
1	Lesna	1	Saca centros
1	Llave 9/16	1	Tarraja
1	Llave de cruz	1	*Tricket*
1	Manguera de alta presión	1	Tubo para reapretar
1	Martillo		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Herramienta utilizada para operaciones mecánicas**

Mecánico			
Cantidad	**Descripción**	**Cantidad**	**Descripción**
1	Adaptador de 1/2 3/4	1	Llave y copa 15/16 raíz 3/4
1	Almágana	1	Llave y copa 7/16, 1/2, 9/16, 5/8, 7/8
1	Copa para muñón 3 1/4, 3 3/4	1	Llave y copa 7/8, 3/4, 15/16, 1 1/8, 1 7/8
1	Copa para muñón 4 3/8, 4 13/16	1	Maneral 3/4
1	Desarmador plano y cruz	1	Martillo 4 lbs
1	Espátula	1	Pinza sacaseguro externo
1	Extensión raíz 1/2	1	Pinza sacaseguro interno
1	Extensión raíz 3/4	1	Pistola de impacto 1/2
1	Juego de torques	1	Punzón
1	Llave ajustable 12	1	*Rach* raíz 1/2
1	Llave ajustable 18	1	*Rach* raíz 3/4
1	Llave Stilson	1	Reducidor 3/4 a 1/2
1	Llave y copa 1 1/2 raíz 3/4	1	Tricket

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Herramienta utilizada para trabajos de soldadura**

Soldador			
Cantidad	**Descripción**	**Cantidad**	**Descripción**
1	Alicate	1	Llave 11/16
1	Almágana	1	Llave ajustable
1	Boquillas para corte	1	Llaves Allen
1	Boquillas para soldar SOA	1	Loro
1	*Byss grip*	1	Maneral
1	Cepillo de alambre	1	Manómetros
1	Chispero	1	Martillo
1	Cincel	1	Multiflama para calentar
1	Cinta métrica	1	Nivel
1	Compás para corte	1	Picador de escoria
1	Compás para marcar	1	Prensa de banco
1	Cortador	1	Punzón de centro
1	Desarmador plano y cruz	1	Sargento
1	Escuadra	1	Tenaza
1	Escuadrilón	1	Tijera para cortar lámina
1	Falsa escuadra	1	Tijera para cortar papel
1	Limpia boquillas	1	Tiza

Fuente: elaboración propia.

2.2. Propuesta de mejora, plan de mantenimiento preventivo

Un plan de mantenimiento preventivo es un conjunto de actividades con el fin de mantener en buen estado la maquinaria de trabajo, para que esta pueda cumplir con la función que se le requiriera. Estas actividades requieren una combinación de prácticas administrativas, de gestión y técnicas.

Las acciones de mantenimiento preventivo que se realizarán en el Departamento de Fast Track son todas aquellas revisiones, modificaciones y mejoras dirigidas a evitar fallas o mejorar el funcionamiento de la maquinaria, tomando en cuenta que las acciones se basarán en lo establecido en un procedimiento de mantenimiento preventivo, el cual se apoyará en rutas,

programación, controles de repuestos y materiales, registros y hojas de verificación para el adecuado control de mantenimiento.

El plan de mantenimiento será elaborado como una herramienta administrativa que ayudará al Departamento a fortalecer, orientar y encaminar sus metas y objetivos, para lo cual es importante involucrar a todos los relacionados con las actividades de mantenimiento.

2.2.1. Misión

"Somos un departamento encargado del mantenimiento preventivo del equipo de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios, con el propósito de prolongar el funcionamiento continuo de los equipos y con esto prolongar su vida útil y reducir los costos de operación"[3].

2.2.2. Visión

"Ser un departamento líder en la empresa garantizando el mejor servicio de mantenimiento posible, basado en la mejora continua de nuestras actividades administrativas y operativas para garantizar un servicio óptimo y sobre este reducir los costos de mantenimiento en cada temporada de zafra y reparación"[4].

2.2.3. Alcance

El plan de mantenimiento preventivo del Departamento de Fast Track aplicará a todos los equipos de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios.

---

[3] *Misión y visión*. http://mantenimiento-mi.es/acerca-de. Consulta: octubre de 2015.
[4] Ibíd.

2.2.4. Fines

- Mejorar las operaciones administrativas y técnicas de mantenimiento preventivo del Departamento.
- Reducir los costos de operación del Departamento.
- Prolongar la vida útil de los equipos de transporte.
- Que los equipos de transporte presten el servicio para el cual han sido adquiridos de manera óptima.

2.2.5. Objetivos

- Obtener la disponibilidad de los equipos de transporte mayor al 85 %.
- Cumplir el plan de mantenimiento preventivo mayor al 85 %.
- Obtener una relación de mantenimiento preventivo – correctivo mayor al 60 %.

2.2.6. Metas

- Cumplir con la programación diaria de mantenimiento preventivo
- Mejorar la calidad de los trabajos realizados
- Aumentar la vida útil de los repuestos
- Cumplir con las rutas de mantenimiento

2.2.7. Estrategias

- Establecer rutas de mantenimiento preventivo
- Establecer procedimiento de mantenimiento preventivo
- Mejorar el uso de materiales y repuestos
- Capacitar a los colaboradores

- Aumentar la supervisión

2.2.8. Procedimiento de mantenimiento preventivo

La creación de un procedimiento de mantenimiento es importante ya que este proporcionará los lineamientos que deben seguir los involucrados con el plan de mantenimiento y que este se realice de forma ordenada y correcta. El alcance del procedimiento serán a todas las unidades de transporte que reciben su mantenimiento preventivo por viaje, el cual será conocido como mantenimiento preventivo diario (MPD) y mantenimiento preventivo semanal (MPS) en las instalaciones del Departamento de Fast Track.

Figura 14. **Procedimiento de mantenimiento preventivo**

Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	**Procedimiento de mantenimiento preventivo para unidades de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios**

1. PROPÓSITO

Brindar los lineamientos para la ejecución del mantenimiento preventivo de las unidades de transporte y asegurar su disponibilidad.

2. ALCANCE

Unidades de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios.

3. REFERENCIAS

Manual de mantenimiento del Fabricante de cada unidad de transporte, si existe en la lista maestra de Documentos Externos.

4. DISTRIBUCIÓN

Este documento se distribuye así:

4.1. Original: Archivo general de documentos en Gestión de la Calidad.

4.2. Copias: Lista de distribución y difusión de documentos.

5. RESPONSABILIDADES

5.1. Jefe de Área

- Revisión y aprobación de las rutas de mantenimiento.
- Dar seguimiento al cumplimiento al programa de mantenimiento.
- Revisión de las solicitudes de compra de los recursos necesarios para el cumplimiento de los programas de mantenimiento.
- Cuando aplica, programación de abastecimiento de los recursos necesarios para el cumplimiento del programa de mantenimiento.
- Modificación de rutas de mantenimiento preventivo con base en análisis del comportamiento de las unidades de transporte.

5.2. Supervisor de Departamento

- Asigna personal y autoriza recursos en la requisición de material para la ejecución de la ruta de mantenimiento.
- Supervisa aleatoriamente el cumplimiento de la Ruta de mantenimiento preventivo.
- Realiza requerimientos de repuestos necesarios para próximo mantenimiento según diagnóstico.

5.3. Personal operativo (personal de mantenimiento)

- Cuando aplique, realiza la recepción de las unidades de transporte.

Continuación de la figura 14.

- Ejecuta la evaluación de la maquinaria para el mantenimiento preventivo diario o semanal.
- Ejecuta la ruta de mantenimiento preventivo correspondiente a la unidad que el supervisor le asigne.
- Requiere el repuesto a utilizar para ejecutar la ruta de mantenimiento.
- Informa al supervisor de departamento el diagnóstico del estado general de la unidad.
- Informa al supervisor de departamento el requerimiento de repuestos específicos y adicionales que no están disponibles para ejecución en el próximo mantenimiento.
- Al concluir la ruta de mantenimiento, cierra la orden de trabajo.

6. DEFINICIONES

- Departamento matriz: es el departamento que tiene responsabilidad directa sobre la distribución de un grupo específico de máquinas. Los departamentos matriz son: tractores; cabezales; camiones; mecánica miscelánea; motobombas; turbinas y pivotes; Fast Track; implementos; alzadoras; cosechadoras; cargadores; orugas y grúas; aire acondicionado.
- Mantenimiento preventivo: es la revisión y reparación que se llevan a cabo en la maquinaria o unidades de transporte con el propósito de extender y garantizar la disponibilidad, evitando que se produzcan fallas imprevistas o paradas emergentes. Se apoya en rutas preventivas basadas en las especificaciones del fabricante o adaptadas a las condiciones propias de nuestra operación y se programa con base a las horas y/o kilómetros trabajados.
- Orden de trabajo: registro que captura la información de los trabajos realizados en la maquinaria y/o unidades de transporte.
- Orden auxiliar de trabajo: se le denomina a todas las ordenes de trabajo que se apertura por requerimiento de trabajos en la misma sección u otras secciones dentro de una misma orden de trabajo en el sistema de maquinaria taller.
- Personal de mantenimiento o personal operativo: personal con conocimiento técnico y/o experiencia en el área de mantenimiento de las unidades de transporte (por ejemplo: mecánica, soldadura, llantas).

Continuación de la figura 14.

Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	**Procedimiento de mantenimiento preventivo para unidades de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios**

- Temporada de operación: es el periodo de tiempo en que las unidades de transporte son requeridas por el usuario para cumplir con sus actividades.

7. DESARROLLO

Los tipos de mantenimiento preventivo son:

- Mantenimiento preventivo diario:
  a) A las unidades de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios se les hace una revisión por viaje.
  b) Ejecución de ruta de mantenimiento preventivo de acuerdo a la unidad de transporte
  c) Continúa como indica el inciso 7.1.

- Mantenimiento preventivo semanal
  a) El supervisor de departamento debe desarrollar el Programa de mantenimiento preventivo semanal de la siguiente forma:

- La programación de unidades de transporte se hace según el inventario y actividad, se envía esta programación al responsable para su revisión y solicitud de modificación.

  b) Ejecución de ruta de mantenimiento preventivo de acuerdo a la unidad de transporte
  c) Continúa como indica el inciso 7.1.

7.1. Asignación de recursos

Las siguientes actividades son responsabilidad del Supervisor de Departamento:

a) Asignación de personal responsable para ejecutar Rutas de mantenimiento preventivo.
b) Autoriza recursos para la ejecución de la Ruta de mantenimiento.

7.2. Ejecución de la ruta

El personal de mantenimiento asignado se encarga de ejecutar las rutas de mantenimiento.

Continuación de la figura 14.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Procedimiento de mantenimiento preventivo para unidades de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios**
Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	

a) Si los repuestos no estuvieran disponibles y las unidades de transportes están en condiciones de operación el personal de mantenimiento procede a informar al supervisor del Departamento para que este realice o de seguimiento a la solicitud de repuestos por medio del sistema de materiales y que estos estén disponibles para ejecutar el mantenimiento en el siguiente ingreso que realicen las unidades al departamento.

b) Si el repuesto no está disponible y la unidad de transporte no está en condiciones de operación se procede a esperar el repuesto y se deja abierta la orden de trabajo hasta que pueda ejecutarse la misma.

c) El supervisor del departamento debe dar seguimiento al ingreso del repuesto y al ingresar el mismo continúa el proceso según lo especificado en el inciso 7.2.

7.3. Cierre de orden y entrega

Las siguientes actividades las realiza el personal de mantenimiento:

a) Se comunica a cabina de taller y solicita el cierre de orden de trabajo.
b) El personal de mantenimiento llena hoja de verificación.
c) El supervisor de departamento o personal de mantenimiento informa al usuario que la unidad se encuentra disponible.
d) Se entrega la unidad de transporte al usuario.

8. Documentos relacionados

- Orden de trabajo
- Rutas de mantenimiento
- Programación de mantenimiento

9. Anexos

10. Modificaciones en este documento

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN

Fuente: elaboración propia, tomando como base los procedimientos Magrisa.

2.2.9. Inventario de unidades de transporte

El inventario digital que se tiene de las unidades de transporte actualmente en sistema de maquinaria es defectuoso y general, ya que solo cuenta con la información comercial de la unidad, como la fecha en la que se ingresó al sistema, cuantos ejes tiene, número de placa, función a la que pertenece y número de correlativo. Se implementará un inventario técnico en el cual, por medio de una hoja de Excel, se llevará el control de qué tipo de repuestos utiliza cada unidad. La toma de datos de los repuestos se llevará a cabo en el tiempo de reparación, durante el cual se desarman por completo las unidades, proporcionando la oportunidad de la toma de datos.

Los datos a tabular serán los siguientes:

- Tipo cojinete interno y externo
- Tipo de sello mecánico
- Tipo de balancines
- Tipo de loro
- Tipo de tambores
- Tipo de tapaderas de bufa
- Tipo de eses
- Tipo de ejes
- Tipo de suspensión
- Tipo de fricciones

Para efectos del plan de mantenimiento se realizará el conteo de las unidades clasificándolas dependiendo su trabajo (descripción, como son conocidas por el personal), ya que con esta información se puede realizar correctamente la calendarización de mantenimiento preventivo.

Figura 15. **Inventario de unidades de transporte**

Descripción	**Cantidad (unidades)**
Jaula Vanguard 35'	190
Jaula Vanguard 40'	25
Megajaula	630
Góndola de volteo	58
Lowboy	28
Cisterna p/alcohol	14
Cisterna r/caminos	9
Cisterna p/riegos	12
Plataforma	130
Cisterna p/melaza	2
Dolly caña	613
Dolly azúcar	67
Dolly varios	70
Dolly frente	63
Dolly admón.	65
TOTAL	**1976**

Fuente: elaboración propia, datos de sistema de maquinaria Magrisa.

2.2.10. Mantenimiento preventivo diario

Como se ha mencionado, el MPD, conocido anteriormente como mantenimiento preventivo por viaje, se le realizará a todas las unidades de transporte que laboren ese día. Según el procedimiento de mantenimiento preventivo, el supervisor será el encargado de asignar al personal adecuado, materiales, repuestos y revisará aleatoriamente la calidad de los trabajos.

El MPD se llevará a cabo en las ocho pistas que le corresponden, de las cuales, la pista número 1 será utilizada para atender únicamente a las unidades de transporte de azúcar y varios, debido a que la cantidad es relativamente menor a las de transporte de caña de azúcar y que para la empresa la disponibilidad de estas unidades es primordial, porque el producto que trasportan es para el comercio internacional y atención de clientes externos. El

MPD para estas unidades se realizará por día laborado, no importando si es requerido por el coordinador de las mismas, ya que con esto se reducirá la probabilidad de falla en ruta, las restantes siete pistas serán utilizadas para atender al transporte de caña de azúcar.

Para el MPD no se realizará una programación de las unidades que deben acudir a las respectivas pistas, debido a que estas estarán obligadas a presentarse en las pistas para su mantenimiento si son utilizadas en algún momento del día.

2.2.10.1. Rutas de MPD

Las rutas de mantenimiento son una secuencia de operaciones individuales de mantenimiento que se realizarán repetidamente en las unidades de transporte independientemente de su función, para mantenerlas en buen estado de funcionamiento y presten el servicio para el cual fueron adquiridas. Las rutas de MPD fueron elaboradas con base en las actividades básicas necesarias para el buen funcionamiento de las unidades y las actividades que los colaboradores llevan a cabo en sus labores, las cuales fueron detalladas en los diagramas de operación de la sección 2.1.4.1.1. Las rutas que deberán seguir los colaboradores para realizar correctamente el MPD de las unidades de transporte se presentan a continuación.

Tabla XXXI. **Ruta de MPD para megajaula**

MAGDALENA ¡Tierra dulce! **Mantenimiento de maquinaria y equipo**		**Ruta de mantenimiento diario para megajaula**	
Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.			
	ETAPA	**DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**	**TIEMPO (Min)**
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1.1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1.2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1.3	Revisión de termofreno	1,50
	1.4	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1.5	Revisión de válvula A-1000	0,50
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2.1	Revisión de resortajes	0,75
	2.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2.3	Revisión de tapaderas de punta de resortajes	0,25
	2.4	Revisión de tapadera central de barra de *trunnion*	0,25
	2.5	Revisión de bancadas de suspensión	0,50
	2.6	Revisión de barra de *trunnion*	0,25
	2.7	Revisión de cargadores de suspensión	0,25
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3.1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3.2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3.3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3.4	Revisión de bufas	0,50
		Tiempo total mecánico	**10,50**
LLANTAS	4	**LLANTAS**	
	4.1	Revisión de llanta	1,25
	4.2	Revisión de aro	0,20
	4.3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4.4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
		Tiempo total llantero	**1,80**

Continuación de la tabla XXXI.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!		**Ruta de mantenimiento diario para megajaula**	
Mantenimiento de maquinaria y equipo			
ELÉCTRICO	5	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	5.1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	5.2	Revisión de luces *Stop*	5,00
	5.3	Revisión luces laterales	2,75
		Tiempo total electromecánico	**9,00**
SOLDADURA	6	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	6.1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	6.2	Revisión de travesaños delanteros	0,55
	6.3	Revisión de estructura de patas	0,33
	6.4	Revisión de cadenas de patas	0,25
	6.5	Revisión de soporte de cadena de patas	1,00
	6.6	Revisión de pasadores de patas	0,50
	6.7	Revisión de barandas derecha e izquierda	0,60
	6.8	Revisión de cadena de levante 5/8	0,25
	6.9	Revisión de W	0,35
	6.10	Revisión de L	0,50
	6.11	Revisión de parales laterales	0,30
	6.12	Revisión de base de lámparas laterales y stop	0,30
	6.13	Revisión de espejo de loro	0,13
	6.14	Revisión de loro	0,25
		Tiempo total soldador	**5,55**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Ruta de MPD para jaula Vanguard**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para jaulas Vanguard**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1.1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1.2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1.3	Revisión de termofreno	1,50
	1.4	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1.5	Revisión de válvula A-1000	0,50
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2.1	Revisión de resortajes	0,75
	2.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2.3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2.4	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2.5	Revisión de balancines	0,25
	2.6	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3.1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3.2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3.3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3.4	Revisión de bufas	0,50
		Tiempo total mecánico	**10,37**
LLANTAS	4	**LLANTAS**	
	4.1	Revisión de llanta	1,25
	4.2	Revisión de aro	0,20
	4.3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4.4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
		Tiempo total llantero	**1,80**

Continuación de la tabla XXXII.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para jaulas Vanguard**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

ELÉCTRICO	5	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	5,1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	5,2	Revisión de luces *stop*	5,00
	5,3	Revisión luces laterales	2,75
		Tiempo total electromecánico	**9,00**
SOLDADURA	6	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	6,1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	6,2	Revisión de travesaños delanteros	0,55
	6,3	Revisión de estructura de patas	0,33
	6,4	Revisión de cadenas de patas	0,25
	6,5	Revisión de soporte de cadena de patas	1,00
	6,6	Revisión de pasadores de patas	0,50
	6,7	Revisión de *manifull*	0,25
	6,8	Revisión de cadenas de 3/8 de *manifull*	0,25
	6,9	Revisión de cartabones	1,00
	6,10	Revisión de parales laterales	0,50
	6,11	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	0,25
	6,12	Revisión de espejo de loro	0,13
	6,13	Revisión de loro	0,13
	6,14	Revisión de chasis	0,50
		Tiempo total soldador	**5,88**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Ruta de MPD para cisternas**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para cisternas**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1.1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1.2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1.3	Revisión de termofreno	1,50
	1.4	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1.5	Revisión de válvula A-1000	0,50
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2.1	Revisión de resortajes	0,75
	2.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2.3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2.4	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2.5	Revisión de balancines	0,25
	2.6	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3.1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3.2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3.3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0.50
	3.4	Revisión de bufas	0,50
		Tiempo total de mecánico	**10,37**
LLANTAS	4	**LLANTAS**	
	4.1	Revisión de llanta	1,25
	4.2	Revisión de aro	0,20
	4.3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4.4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
		Tiempo total de llantero	**1,80**

Continuación de la tabla XXXIII.

Mantenimiento de maquinaria y equipo	**Ruta de mantenimiento diario para cisternas**

ELÉCTRICO	5	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	5,1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	5,2	Revisión de luces *stop*	5,00
	5,3	Revisión luces laterales	2,75
		Tiempo total de electromecánico	**9,00**
SOLDADURA	6	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	6,1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	6,2	Revisión de estructura de patas	0,33
	6,3	Revisión de cadenas de patas	0,25
	6,4	Revisión de soporte de cadena de patas	1,00
	6,5	Revisión de pasadores de patas	0,50
	6,6	Revisión de tapadera frontal y trasera	0,25
	6,7	Revisión de *main hold*	0,30
	6,8	Revisión de cargadores de cilindro	0,25
	6,9	Revisión de cilindro	0,25
	6,10	Revisión de anillos de cilindro	0,35
	6,11	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	0,25
	6,12	Revisión de espejo de loro	0,13
	6,13	Revisión de loro	0,13
	6,14	Revisión de flauta	5,00
	6,15	Revisión de mangueras	1,20
	6,16	Revisión de loderas	1,00
		Tiempo total de soldador	**11,43**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Ruta de MPD para góndolas de volteo**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para góndolas de volteo**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (Min)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1.1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1.2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1.3	Revisión de termofreno	1,50
	1.4	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1.5	Revisión de válvula A-1000	0,50
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2.1	Revisión de resortajes	0,75
	2.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2.3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2.4	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2.5	Revisión de balancines	0,25
	2.6	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3.1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3.2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3.3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3.4	Revisión de bufas	0,50
	4	**SISTEMA NEUMÁTICO**	
	4.1	Revisión de termofreno sencillo	0,50
	4.2	Revisión de termofreno doble	0,50
	4.3	Revisión de llave de bola	0,20
	4.7	Revisión de manguera termoplástica	0,30
	5	**SISTEMA HIDRÁULICO**	
	5.1	Revisión de acople hidráulico	0,25
	5.2	Revisión de manguera para alta presión	1,50
	5.3	Revisión de fiting de cilindro de levante	0,30
	5.4	Revisión de cilindro de levante	1,25
		Tiempo total de mecánico	**15,18**

Continuación de la tabla XXXIV.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para góndolas de volteo**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

LLANTAS	6	**LLANTAS**	
	6,1	Revisión de llanta	1,25
	6,2	Revisión de aro	0,20
	6,3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	6,4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
		Tiempo total llantero	**1,80**
ELÉCTRICO	7	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	7,1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	7,2	Revisión de luces *stop*	0,50
	7,3	Revisión luces laterales	2,75
		Tiempo total electromecánico	**9,00**
SOLDADURA	8	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	8,1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	8,2	Revisión de anclaje de cilindro de levante	0,50
	8,3	Revisión barras y bushines de cilindro de levante	0,25
	8,4	Revisión de travesaños	0,25
	8,5	Revisión cajuelas de patas	0,25
	8,6	Revisión de estructura de patas	0,30
	8,7	Revisión de cadenas de patas	0,25
	8,8	Revisión de soporte de cadena de patas	0,13
	8,9	Revisión de pasadores de patas	0,25
	8,10	Revisión de la estructura de la canasta	1,00
	8,11	Revisión de barras sujetadora de canasta	0,25
	8,12	Revisión ganchos para cierre de compuerta	0,25
	8,13	Revisión de compuerta	0,50
	8,14	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	0,25
	8,15	Revisión de espejo de loro	0,25
	8,16	Revisión de loro	0,13
	8,17	Revisión de chasis	0,50
		Tiempo total soldador	**5,55**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Ruta de MPD para *lowboy***

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para *lowboy***
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1.1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1.2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1.3	Revisión de termofreno	1,50
	1.4	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1.5	Revisión de válvula A-1000	0,50
	2	**SISTEMA HIDRÁULICO**	
	2.1	Revisión de motor	0,75
	2.2	Revisión de cargadores de motor	0,50
	2.3	Revisión de nivel de aceite de motor	1,25
	2.4	Revisión de mangueras para alta presión	1,50
	2.5	Revisión de nivel de aceite hidráulico en el deposito	0,60
	2.60	Revisión de mandos hidráulicos	0,25
	3	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	3.1	Revisión de resortajes	0,75
	3.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	3.3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	3.4	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	3.5	Revisión de balancines	0,25
	3.6	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	4	**SISTEMA DE RODAJE**	
	4.1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	4.2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	4.3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	4.4	Revisión de bufas	0,50
		Tiempo total mecánico	**15,22**

Continuación de la tabla XXXV.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para *lowboy***
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

LLANTAS	5	**LLANTAS**	
	5,1	Revisión de llanta	1,25
	5,2	Revisión de aro	0,20
	5,3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	5,4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
		Tiempo total llantero	**1,80**
ELÉCTRICO	6	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	6,1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	6,2	Revisión de luces *stop*	5,00
	6,3	Revisión luces laterales	2,75
		Tiempo total electromecánico	**9,00**
SOLDADURA	7	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	7,1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	7,2	Revisión cajuelas de patas	0,25
	7,3	Revisión de estructura de patas	0,25
	7,4	Revisión de cadenas de patas	0,25
	7,5	Revisión de soporte de cadena de patas	0,13
	7,6	Revisión de pasadores de patas	0,25
	7,7	Revisión de cargadores de depósito de aceite hidráulico	0,25
	7,8	Revisión de tapadera de motor	0,20
	7,9	Revisión de machete	0,15
	7,10	Revisión de agregados laterales	0,20
	7,11	Revisión de rampas	0,20
	7,12	Revisión de espejo de loro	0,13
	7,13	Revisión de loro	0,13
	7,14	Revisión de chasis	0,50
		Tiempo total soldador	**3,12**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Ruta de MPD para plataforma y contenedor**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para plataforma y contenedor**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1,1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1,2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1,3	Revisión de termofreno	1,50
	1,4	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1,5	Revisión de válvula A-1000	0,50
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2,1	Revisión de resortajes	0,75
	2,2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2,3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2,4	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2,5	Revisión de balancines	0,25
	2,6	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3,1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3,2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3,3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3,4	Revisión de bufas	0,50
		Tiempo total mecánico	**10,37**
LLANTAS	4	**LLANTAS**	
	4,1	Revisión de llanta	1,25
	4,2	Revisión de aro	0,20
	4,3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4,4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
		Tiempo total llantero	**1,80**

Continuación de la tabla XXXVI.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para plataforma y contenedor**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

ELÉCTRICO	5	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	5,1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	5,2	Revisión de luces *stop*	5,00
	5,3	Revisión luces laterales	2,75
		Tiempo total electromecánico	**9,00**
SOLDADURA	6	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	6,1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	6,2	Revisión de viga frontal	0,15
	6,3	Revisión de baranda frontal	0,15
	6,6	Revisión cajuelas de patas	0,25
	6,7	Revisión de estructura de patas	0,25
	6,8	Revisión de cadenas de patas	0,25
	6,9	Revisión de soporte de cadena de patas	0,13
	6,10	Revisión de pasadores de patas	0,25
	6,14	Revisión de *bumper* trasero	0,50
	6,15	Revisión de espejo de loro	0,13
	6,16	Revisión de loro	0,13
	6,17	Revisión de mata bueyes	0,15
	6,18	Revisión de chasis	0,50
		Tiempo total soldador	**3,07**
PINTURA	7	**ESTRUCTURA CONTENEDOR**	
	7,1	Revisión de soportes para montacargas	0,30
	7,2	Revisión de paredes y techo	1,00
	7,3	Revisión de pintura general	0,50
	7,4	Revisión de respiraderos	0,50
	7,5	Revisión de compuertas	1,25
	7,6	Revisión de barras de compuertas	0,50
	7,7	Revisión de kit de barras	1,25
	7,8	Revisión de empaques de compuertas	1,25
	7,9	Revisión de remaches sujetadores de empaque	0,50
		Tiempo total pintor	**7,05**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Ruta de MPD para *dolly***

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para *dolly***
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE ENGANCHE**	
	1.1	Revisión de tornamesa	0,15
	1.2	Revisión de bushines de tornamesa	0,90
	1.3	Revisión de jaladores de tornamesa	0,15
	1.4	Revisión de drawbar (argollón y cuadrado) de lanza	0,25
	1.5	Revisión de tuerca de *drawbar*	0,25
	1.6	Revisión de pasador de chaveta de *drawbar*	0,15
	1.7	Revisión de pasadores de lanza	0,30
	1.8	Revisión de bushines de lanza	0,25
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2.1	Revisión de resortajes	0,75
	2.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2.3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2.4	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2.5	Revisión de balancines	0,25
	2.6	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3.1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3.2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3.3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3.4	Revisión de bufas	0,50
		Tiempo total de mecánico	**2,25**
LLANTAS	4	**LLANTAS**	
	4.1	Revisión de llanta	1,25
	4.2	Revisión de aro	0,20
	4.3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4.4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
		Tiempo total de llantero	**1,80**

Continuación de la tabla XXXVII.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento diario para *dolly***
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

SOLDADURA	5	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	5.1	Revisión de matabueyes	1,50
	5.2	Revisión de lanza	2,00
	5.3	Revisión de desgaste de jalador	0,25
	5.4	Revisión de bases de tornamesa	0,25
	5.5	Revisión de resorte y cadenas de lanza	0,50
	5.6	Revisión de grietas en chasis	2,00
		Tiempo total de soldador	**6,50**

Fuente: elaboración propia.

2.2.10.2. Recurso humano

Las actividades de mantenimiento se llevarán a cabo durante las 24 horas del día en dos turnos, diurno y nocturno. Para satisfacer la demanda de trabajos se requiere un total de 61 colaboradores.

Debido a que las actividades de mantenimiento se llevan a cabo las 24 horas, es necesario asignar un mecánico, un soldador y un llantero en cada pista de trabajo, ya que las actividades de mantenimiento que realizan son mucha complejas, y se deben llevar a cabo con mucha rapidez para atender la mayor cantidad de unidades de transporte posible. Los electromecánicos se asignarán uno por cada dos pistas, ya que la carga de trabajo, según las rutas de mantenimiento y experimentalmente, es relativamente menor a la de los otros colaboradores.

Tabla XXXVIII. **Distribución de personal MPD**

Personal	Turno		Cantidad Total	PISTAS C/TURNO							
	Diurno	Nocturno		1	2	3	4	5	6	7	8
Supervisor	1		1	1							
Encargado	1	1	2	1							
Mecánico	8	8	16	1		1	1	1	1	1	1
Electromecánico	4	4	8	1		1			1		
Soldador	8	8	16	1	1	1	1	1	1	1	1
Llantero	8	8	16	2		2		2		2	
Encargado de control de llantas	1	1	2	1							
TOTAL			61								

Fuente: elaboración propia.

2.2.11. Mantenimiento preventivo semanal

El MPS se le realizará a todas las unidades de transporte según la programación de mantenimiento. De acuerdo al procedimiento de mantenimiento preventivo, el supervisor será el encargado de asignar al personal adecuado, materiales, repuestos y revisará aleatoriamente la calidad de los trabajos.

El MPS se llevará a cabo de acuerdo a la programación propuesta, se utilizarán cuatro pistas atendiendo a las unidades de acuerdo al orden en que se presenten al área.

2.2.11.1. Rutas de mantenimiento preventivo semanal

Las rutas de mantenimiento son una secuencia de operaciones individuales de mantenimiento que se realizarán repetidamente en las unidades de transporte independientemente de cual sea su función, para mantenerlas en buen estado de funcionamiento y que presten el servicio para el cual fueron adquiridas.

Las rutas de MPS fueron elaboradas con base en las actividades necesarias para el buen funcionamiento de las unidades, ruta de mantenimiento antigua y las actividades que los colaboradores y supervisor han determinado experimentalmente como útiles para prolongar el buen funcionamiento de las unidades, estas actividades fueron detalladas en los diagramas de operación de la sección 2.1.4.2.2. Las rutas que deberán seguir los colaboradores para realizar correctamente el MPS de las unidades de transporte se presentan a continuación

Tabla XXXIX. **Ruta de MPS para megajaula**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para megajaulas**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1,1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1,2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1,3	Revisión de tambores	0,50
	1,4	Revisión de fricciones	1,00
	1,5	Revisión de resortes de fricciones	0,50
	1,6	Revisión y engrase de cremalleras de S	0,50
	1,7	Revisión y engrase de *rach*	1,00
	1,8	Revisión de S de freno	0,50
	1,9	Revisión de *bushing* de S	1,00
	1,1	Revisión de termofreno	1,50
	1,10	Graduar frenos	0,63
	1,11	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1,12	Revisión de válvula A-1000	0,50
	1,13	Revisión de depósito de aire (chimbo)	0,50
	1,14	Revisión de cargadores de depósito de aire	0,38
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2,1	Revisión de resortajes	0,75
	2,2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2,3	Revisión y reapriete de lañas	0,50
	2,4	Revisión de bushing para barra *trunnion*	0,25
	2,5	Revisión de bushing de resortajes	0,25
	2,6	Revisión de tapaderas de punta de resortajes	0,25
	2,7	Revisión de tapadera central de barra de *trunnion*	0,25
	2,8	Revisión de bancadas de suspensión	0,50
	2,9	Revisión de barra de *trunnion*	0,25
	2,10	Revisión de cargadores de suspensión	0,25
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3,1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3,2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3,3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3,4	Revisión de bufas	0,50
	3,5	Revisión de retenedores	1,25
	3,6	Revisión de ejes	0,50
	3,7	Revisión de alineación de ejes	0,50
		Tiempo total de mecánico	**20,25**

Continuación de la tabla XXXIX.

MAGDALENA ¡Tierra dulce! **Mantenimiento de maquinaria y equipo**	**Ruta de mantenimiento semanal para megajaulas**

LLANTAS	4	**LLANTAS**	
	4,1	Revisión de llanta	1,25
	4,2	Revisión de aro	0,20
	4,3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4,4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
	4,5	Reapriete de tuercas y capiruchos	0,13
	4,6	Calibración de llantas (90-100 PSI)	1,00
	4,7	Toma de datos de llantas	0,50
		Tiempo total de llantero	**3,52**
ELÉCTRICO	5	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	5,1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	5,2	Revisión y limpieza de conectores frontales	3,25
	5,3	Revisión y limpieza de conectores traseros	0,63
	5,4	Revisión de luces *stop*	5,00
	5,5	Revisión luces laterales	2,75
	5,6	Revisión de árnes	1,25
	5,7	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	1,50
		Tiempo total de electromecánico	**6,50**
SOLDADURA	6	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	6,1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	6,2	Revisión de pin master	0,25
	6,3	Revisión de espejo de pin máster	0,25
	6,4	Revisión de travesaños delanteros	0,55
	6,5	Revisión cajuelas de patas	0,30
	6,6	Revisión de estructura de patas	0,33
	6,7	Revisión de cadenas de patas	0,25
	6,8	Revisión de soporte de cadena de patas	1,00
	6,9	Revisión de pasadores de patas	0,50
	6,1	Revisión de barandas derecha e izquierda	0,60
	6,11	Revisión de pasadores sujetadores de canasta	0,30
	6,12	Revisión de bushing de pasador de pivotes	0,50
	6,13	Revisión de cadena de levante 5/8	0,25
	6,14	Revisión de matabuey de soporte de W	0,30
	6,15	Revisión de W	0,35
	6,16	Revisión de L	0,50
	6,17	Revisión de parales laterales	0,30
	6,18	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	0,30
	6,19	Revisión de espejo de loro	0,13
	6,20	Revisión de loro	0,25
	6,21	Revisión de cartabones en general	0,50
	6,22	Revisión de chasis	0,50
		Tiempo total de soldador	**8,45**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Ruta de MPS para jaulas Vanguard**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para jaulas Vanguard**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1.1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1.2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1.3	Revisión de tambores	0,50
	1.4	Revisión de fricciones	1,00
	1.5	Revisión de resortes de fricciones	0,50
	1.6	Revisión y engrase de cremalleras de S	0,50
	1.7	Revisión y engrase de *rach*	1,00
	1.8	Revisión de S de freno	0,50
	1.9	Revisión de *bushing* de S	1,00
	1.1	Revisión de termofreno	1,50
	1.10	Graduar frenos	0,63
	1.11	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1.12	Revisión de válvula A-1000	0,50
	1.13	Revisión de depósito de aire (chimbo)	0,50
	1.14	Revisión de cargadores de depósito de aire	0,38
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2.1	Revisión de resortajes	0,75
	2.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2.3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2.4	Revisión y reapriete de lañas	0,50
	2.5	Revisión de la base tensor	0,50
	2.6	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2.7	Revisión de balancines	0,25
	2.8	Revisión del *bushing* de balancín	0,25
	2.9	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3.1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3.2	Revisión de tapaderas de bufas	0,50
	3.3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3.4	Revisión de bufas	0,75
	3.5	Revisión de retenedores	0,50
	3.6	Revisión de ejes	0,50
	3.7	Revisión de alineación de ejes	0,50
		Tiempo total de mecánico	**20,12**

Continuación de la tabla XL.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para jaulas Vanguard**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

LLANTERA	4	**LLANTAS**	
	4.1	Revisión de llanta	1,25
	4.2	Revisión de aro	0,20
	4.3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4.4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,20
	4.5	Reapriete de tuercas y capiruchos	0,13
	4.6	Calibración de llantas (90-100 PSI)	1,00
	4.7	Toma de datos de llantas	0,50
		Tiempo total de llantero	**3,52**
ELÉCTRICO	5	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	5.1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	5.2	Revisión y limpieza de conectores frontales	0,63
	5.3	Revisión y limpieza de conectores traseros	0,63
	5.4	Revisión de luces *Stop*	0,50
	5.5	Revisión luces laterales	0,75
	5.6	Revisión de árnes	1,25
	5.7	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	1,50
		Tiempo total de electromecánico	**6,50**
SOLDADURA	6	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	6.1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	6.2	Revisión de pin master	0,25
	6.3	Revisión de espejo de pin máster	0,25
	6.4	Revisión de travesaños delanteros	0,25
	6.5	Revisión cajuelas de patas	0,25
	6.6	Revisión de estructura de patas	0,25
	6.7	Revisión de cadenas de patas	0,25
	6.8	Revisión de soporte de cadena de patas	0,13
	6.9	Revisión de pasadores de patas	0,25
	6.1	Revisión de *manifull*	0,25
	6.11	Revisión de cadenas de 3/8 de *manifull*	0,25
	6.12	Revisión de cartabones de *manifull*	0,50
	6.13	Revisión de cargadores de *manifull*	0,25
	6.14	Revisión de separadores de *manifull*	0,25
	6.15	Revisión de parales laterales	0,50
	6.16	Revisión de barandas derecha e izquierda	0,50
	6.17	Revisión de pasamanos	0,75
	6.18	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	0,25
	6.19	Revisión de espejo de loro	0,13
	6.20	Revisión de loro	0,13
	6.21	Revisión de cartabones generales	0,50
	6.22	Revisión de chasis	0,50
		Tiempo total de soldador	**6,87**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Ruta de MPS para cisternas**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para cisternas**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1,1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1,2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1,3	Revisión de tambores	0,50
	1,4	Revisión de fricciones	1,00
	1,5	Revisión de resortes de fricciones	0,50
	1,6	Revisión y engrase de cremalleras de S	0,50
	1,7	Revisión y engrase de rach	1,00
	1,8	Revisión de S de freno	0,50
	1,9	Revisión de *bushing* de S	1,00
	1,1	Revisión de termofreno	1,50
	1,10	Graduar frenos	0,63
	1,11	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1,12	Revisión de válvula A-1000	0,50
	1,13	Revisión de depósito de aire (chimbo)	0,50
	1,14	Revisión de cargadores de depósito de aire	0,38
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2,1	Revisión de resortajes	0,75
	2,2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2,3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2,4	Revisión y reapriete de lañas	0,50
	2,5	Revisión de la base tensor	0,50
	2,6	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2,7	Revisión de balancines	0,25
	2,8	Revisión del *bushing* de balancín	0,25
	2,9	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3,1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3,2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3,3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3,4	Revisión de bufas	0,50
	3,5	Revisión de retenedores	1,25
	3,6	Revisión de ejes	0,50
	3,7	Revisión de alineación de ejes	0,50
		Tiempo total mecánico	**20,37**

Continuación de la tabla XLI.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para cisternas**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

LLANTAS	4	**LLANTAS**	
	4,1	Revisión de llanta	1,25
	4,2	Revisión de aro	0,20
	4,3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4,4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
	4,5	Reapriete de tuercas y capiruchos	0,13
	4,6	Calibración de llantas (90-100 PSI)	1,00
	4,7	Toma de datos de llantas	0,50
		Tiempo total llantero	**3,42**
ELÉCTRICO	5	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	5,1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	5,2	Revisión y limpieza de conectores frontales	3,25
	5,3	Revisión y limpieza de conectores traseros	0,63
	5,4	Revisión de luces *stop*	5,00
	5,5	Revisión luces laterales	2,75
	5,6	Revisión de árnes	1,25
	5,7	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	1,50
		Tiempo total electromecánico	15,62
SOLDADURA	6	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	6,1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,30
	6,2	Revisión de pin máster	0,25
	6,3	Revisión de espejo de pin máster	0,35
	6,4	Revisión de travesaños delanteros	0,25
	6,5	Revisión cajuelas de patas	0,25
	6,6	Revisión de estructura de patas	0,30
	6,7	Revisión de cadenas de patas	0,25
	6,8	Revisión de soporte de cadena de patas	0,13
	6,9	Revisión de pasadores de patas	0,25
	6,1	Revisión de tapadera frontal y trasera	0,25
	6,11	Revisión de *main hold*	0,30
	6,12	Revisión de cargadores de cilindro	0,25
	6,13	Revisión de cilindro	0,25
	6,14	Revisión de anillos de cilindro	0,35
	6,15	Revisión de cilindro, internamente	0,40
	6,16	Revisión de mamparas	0,20
	6,17	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	0,25
	6,18	Revisión de espejo de loro	0,13
	6,19	Revisión de loro	0,13
	6,20	Revisión de cartabones generales	0,50
	6,21	Revisión de chasis	0,50
	6,22	Revisión de flauta	5,00
	6,23	Revisión de llaves y niples	2,40
	6,24	Revisión de mangueras	1,20
	6,25	Revisión de loderas	1,00
		Tiempo total soldador	**15,42**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Ruta de MPS para góndolas de volteo**

MAGDALENA ¡Tierra dulce! **Mantenimiento de maquinaria y equipo**	**Ruta de mantenimiento semanal para góndolas de volteo**

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1,1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1,2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1,3	Revisión de tambores	0,50
	1,4	Revisión de fricciones	1,00
	1,5	Revisión de resortes de fricciones	5,00
	1,6	Revisión y engrase de cremalleras de S	0,50
	1,7	Revisión y engrase de *rach*	1,00
	1,8	Revisión de S de freno	0,50
	1,9	Revisión de *bushing* de S	1,00
	1,1	Revisión de termofreno	1,50
	1,10	Graduar frenos	0,63
	1,11	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1,12	Revisión de válvula A-1000	0,50
	1,13	Revisión de depósito de aire (chimbo)	0,50
	1,14	Revisión de cargadores de depósito de aire	0,38
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2,1	Revisión de resortajes	0,75
	2,2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2,3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2,4	Revisión y reapriete de lañas	0,50
	2,5	Revisión de la base tensor	0,50
	2,6	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2,7	Revisión de balancines	0,25
	2,8	Revisión del *bushing* de balancín	0,25
	2,9	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3,1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3,2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3,3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3,4	Revisión de bufas	0,50
	3,5	Revisión de retenedores	1,25
	3,6	Revisión de ejes	0,50
	3,7	Revisión de alineación de ejes	0,50
	4	**SISTEMA NEUMATICO**	
	4,1	Revisión de termofreno sencillo	0,50
	4,2	Revisión de termofreno doble	0,50
	4,3	Revisión de llave de bola	0,20
	4,4	Revisión de varillas	0,20
	4,5	Revisión de pasadores de varillas	0,25
	4,6	Revisión de seguros de pasadores	0,20
	4,7	Revisión de manguera termoplástica	0,30
	5	**SISTEMA HIDRÁULICO**	
	5,1	Revisión de acople hidráulico	0,25
	5,2	Revisión de manguera para alta presión	1,50
	5,3	Revisión de fiting de cilindro de levante	0,30
	5,4	Revisión de cilindro de levante	1,25
		Tiempo total de mecánico	**25,82**

Continuación de la tabla XLII.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para góndolas de volteo**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

LLANTAS	6	**LLANTAS**	
	6.1	Revisión de llanta	1,25
	6.2	Revisión de aro	0,20
	6.3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	6.4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
	6.5	Reapriete de tuercas y capiruchos	0,13
	6.6	Calibración de llantas (90-100 PSI)	1,00
	6.7	Toma de datos de llantas	0,50
		Tiempo total de llantero	**3,42**
ELÉCTRICO	7	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	7.1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	7.2	Revisión y limpieza de conectores frontales	3,25
	7.3	Revisión y limpieza de conectores traseros	0,63
	7.4	Revisión de luces Stop	5,00
	7.5	Revisión luces laterales	2,75
	7.6	Revisión de árnes	1,25
	7.7	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	1,50
		Tiempo total de electromecánico	**15,62**
SOLDADURA	8	**ESTRUCTURA METALICA**	
	8.1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	8.2	Revisión de pin master	0,25
	8.3	Revisión de espejo de pin master	0,25
	8.4	Revisión de anclaje de cilindro de levante	0,50
	8.5	Revisión barras y bushines de cilindro de levante	0,25
	8.6	Revisión de travesaños	0,25
	8.7	Revisión cajuelas de patas	0,25
	8.8	Revisión de estructura de patas	0,30
	8.9	Revisión de cadenas de patas	0,25
	8.10	Revisión de soporte de cadena de patas	0,13
	8.11	Revisión de pasadores de patas	0,25
	8.12	Revisión de la estructura de la canasta	1,00
	8.13	Revisión de barras sujetadora de canasta	0,25
	8.14	Revisión ganchos para cierre de compuerta	0,25
	8.15	Revisión de compuerta	0,50
	8.16	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	0,25
	8.17	Revisión de espejo de loro	0,25
	8.18	Revisión de loro	0,13
	8.19	Revisión de cartabones generales	0,50
	8.20	Revisión de chasis	0,50
		Tiempo total de soldador	**6,55**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Ruta de MPS para *lowboy***

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para *lowboy***
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1.1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1.2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1.3	Revisión de tambores	0,50
	1.4	Revisión de fricciones	1,00
	1.5	Revisión de resortes de fricciones	0,50
	1.6	Revisión y engrase de cremalleras de S	0,50
	1.7	Revisión y engrase de *rach*	1,00
	1.8	Revisión de S de freno	0,50
	1.9	Revisión de bushing de S	1,00
	1.1	Revisión de termofreno	1,50
	1.10	Graduar frenos	0,63
	1.11	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1.12	Revisión de válvula A-1000	0,50
	1.13	Revisión de depósito de aire (chimbo)	0,50
	1.14	Revisión de cargadores de depósito de aire	0,38
	2	**SISTEMA HIDRÁULICO**	
	2.1	Revisión de motor	0,75
	2.2	Revisión de cargadores de motor	0,50
	2.3	Revisión de nivel de aceite de motor	1,25
	2.4	Revisión de bomba hidráulica	0,60
	2.5	Revisión de mangueras para alta presión	1,50
	2.6	Revisión de cilindro hidráulico	1,00
	2.7	Revisión de fitting de cilindro hidráulico	0,25
	2.8	Revisión de bushing para cilindro hidráulico	0,50
	2.9	Revisión de nivel de aceite hidráulico en el deposito	0,60
	2.10	Revisión de mandos hidráulicos	0,25
	3	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	3.1	Revisión de resortajes	0,75
	3.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	3.3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	3.4	Revisión y reapriete de lañas	0,50
	3.5	Revisión de la base tensor	0,50
	3.6	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	3.7	Revisión de balancines	0,25
	3.8	Revisión del bushing de balancín	0,25
	3.9	Revisión de cargadores de suspensión	0,50

Continuación de la tabla XLIII.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para *lowboy***
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

MECÁNICA	4	**SISTEMA DE RODAJE**	
	4,1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	4,2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	4,3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	4,4	Revisión de bufas	0,50
	4,5	Revisión de retenedores	1,25
	4,6	Revisión de ejes	0,50
	4,7	Revisión de alineación de ejes	0,50
		Tiempo total de mecánico	**27,57**
LLANTAS	5	**LLANTAS**	
	5,1	Revisión de llanta	1,25
	5,2	Revisión de aro	0,20
	5,3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	5,4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
	5,5	Reapriete de tuercas y capiruchos	0,13
	5,6	Calibración de llantas (90-100 PSI)	1,00
	5,7	Toma de datos de llantas	0,50
		Tiempo total de llantero	**3,42**
ELÉCTRICO	6	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	6,1	Revisión de chicolte eléctrico	1,25
	6,2	Revisión y limpieza de conectores frontales	3,25
	6,3	Revisión y limpieza de conectores traseros	0,63
	6,4	Revisión de luces *stop*	5,00
	6,5	Revisión luces laterales	2,75
	6,6	Revisión de árnes	1,25
	6,7	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	1,50
		Tiempo total de electromecánico	**15,62**

Continuación de la tabla XLIII.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para *lowboy***
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

SOLDADURA	7	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	7.1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	7.2	Revisión de pin master	0,25
	7.3	Revisión de espejo de pin master	0,25
	7.4	Revisión cajuelas de patas	0,25
	7.5	Revisión de estructura de patas	0,25
	7.6	Revisión de cadenas de patas	0,25
	7.7	Revisión de soporte de cadena de patas	0,13
	7.8	Revisión de pasadores de patas	0,25
	7.9	Revisión de estructura de cilindro	0,30
	7.10	Revisión de deposito de aceite hidráulico	0,50
	7.11	Revisión de cargadores de deposito de aceite hidráulico	0,25
	7.12	Revisión de tapadera de motor	0,20
	7.13	Revisíón de machete	0,15
	7.14	Revisión de agregados laterales	0,20
	7.15	Revisión de *bushines* y pasadores de agregados laterales	0,50
	7.16	Revisión de rampas	0,20
	7.17	Revisión de bushines y pasadores de rampas	0,50
	7.18	Revisión de cargadores de suspensión	0,45
	7.19	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	0,25
	7.20	Revisión de espejo de loro	0,13
	7.21	Revisión de loro	0,13
	7.22	Revisión de piso	1,00
	7.23	Revisión de chasis	0,50
		Tiempo total de soldador	**7,12**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Ruta de MPS para plataformas**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para plataforma**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE FRENOS**	
	1.1	Revisión de acoples rápidos	1,25
	1.2	Revisión de mangueras de paso de aire	0,25
	1.3	Revisión de tambores	0,50
	1.4	Revisión de fricciones	1,00
	1.5	Revisión de resortes de fricciones	0,50
	1.6	Revisión y engrase de cremalleras de S	0,50
	1.7	Revisión y engrase de *rach*	1,00
	1.8	Revisión de S de freno	0,50
	1.9	Revisión de *bushing* de S	1,00
	1.1	Revisión de termofreno	1,50
	1.10	Graduar frenos	0,63
	1.11	Revisión de mangueras termoplásticas	2,00
	1.12	Revisión de válvula A-1000	0,50
	1.13	Revisión de deposito de aire (chimbo)	0,50
	1.14	Revisión de cargadores de deposito de aire	0,38
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2.1	Revisión de resortajes	0,75
	2.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2.3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2.4	Revisión y reapriete de lañas	0,50
	2.5	Revisión de la base tensor	0,50
	2.6	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2.7	Revisión de balancines	0,25
	2.8	Revisión del *bushing* de balancín	0,25
	2.9	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3.1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3.2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3.3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3.4	Revisión de bufas	0,50
	3.5	Revisión de retenedores	1,25
	3.6	Revisión de ejes	0,50
	3.7	Revisión de alineación de ejes	0,50
		Tiempo total de mecánico	**20,37**

Continuación de la tabla XLIV.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para plataforma**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

LLANTAS	4	**LLANTAS**	
	4,1	Revisión de llanta	1,25
	4,2	Revisión de aro	0,20
	4,3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4,4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
	4,5	Reapriete de tuercas y capiruchos	0,13
	4,6	Calibración de llantas (90-100 PSI)	1,00
	4,7	Toma de datos de llantas	0,50
		Tiempo total de llantero	**3,42**
ELÉCTRICO	5	**SISTEMA ELÉCTRICO**	
	5,1	Revisión de chicote eléctrico	1,25
	5,2	Revisión y limpieza de conectores frontales	3,25
	5,3	Revisión y limpieza de conectores traseros	0,63
	5,4	Revisión de luces *stop*	5,00
	5,5	Revisión luces laterales	2,75
	5,6	Revisión de árnes	1,25
	5,7	Prueba de funcionamiento correcto de todo el sistema eléctrico	1,50
		Tiempo total de electromecánico	**15,62**
SOLDADURA	6	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	6,1	Revisión de protectores de mangueras de aire	0,25
	6,2	Revisión de viga frontal	0,15
	6,3	Revisión de baranda frontal	0,15
	6,4	Revisión de pin máster	0,25
	6,5	Revisión de espejo de pin máster	0,25
	6,6	Revisión cajuelas de patas	0,25
	6,7	Revisión de estructura de patas	0,25
	6,8	Revisión de cadenas de patas	0,25
	6,9	Revisión de soporte de cadena de patas	0,13
	6,10	Revisión de pasadores de patas	0,25
	6,11	Revisión de twist lock	1,00
	6,12	Revisión de cargadores de suspensión	0,50
	6,13	Revisión de base de lámparas laterales y *stop*	0,25
	6,14	Revisión de bumper trasero	0,50
	6,15	Revisión de espejo de loro	0,13
	6,16	Revisión de loro	0,13
	6,17	Revisión de mata bueyes	0,15
	6,18	Revisión de chasis	0,50
		Tiempo total de soldador	**5,32**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Ruta de MPS para *dolly***

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para *dolly***
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO (MIN)
MECÁNICA	1	**SISTEMA DE ENGANCHE**	
	1.1	Revisión de tornamesa	0,15
	1.2	Revisión de bushines de tornamesa	0,90
	1.3	Revisión de jaladores de tornamesa	0,15
	1.4	Revisión de candado de tornamesa	0,15
	1.5	Revisión de resortes de tornamesa	0,5
	1.6	Revisión de machete de tornamesa	0,25
	1.7	Revisión de graduación de tornamesa	1,00
	1.8	Revisión de drawbar (argollón y cuadrado) de lanza	0,25
	1.9	Revisión de tuerca de *drawbar*	0,25
	1.1	Revisión de pasador de chaveta de *drawbar*	0,15
	1.10	Revisión de pasadores de lanza	0,30
	1.11	Revisión de bushines de lanza	0,25
	1.12	Engrase general	0,60
	2	**SISTEMA DE SUSPENSIÓN**	
	2.1	Revisión de resortajes	0,75
	2.2	Revisión de tornillo de centro	0,50
	2.3	Revisión de almohadillas de resortaje	0,38
	2.4	Revisión y reapriete de lañas	0,50
	2.5	Revisión de la base tensor	0,50
	2.6	Revisión de tensores fijos y ajustables	0,25
	2.7	Revisión de balancines	0,25
	2.8	Revisión del *bushing* de balancín	0,25
	2.9	Revisión de esparragos para cargadores de suspensión	0,50
	3	**SISTEMA DE RODAJE**	
	3.1	Revisión de espárragos de bufa	1,00
	3.2	Revisión de tapaderas de bufas	0,25
	3.3	Revisión de nivel de aceite en bufas	0,50
	3.4	Revisión de bufas	0,50
	3.5	Revisión de retenedores	1,25
	3.6	Revisión de ejes	0,50
	3.7	Revisión de alineación de ejes	0,50

Continuación de la tabla XLV.

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para *dolly***
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

		Tiempo total de mecánico	**13,27**
LLANTAS	4	**LLANTAS**	
	4.1	Revisión de llanta	1,25
	4.2	Revisión de aro	0,20
	4.3	Revisión de válvula de paso de aire	0,25
	4.4	Revisión de tuercas y capiruchos	0,10
	4.5	Reapriete de tuercas y capiruchos	0,13
	4.6	Calibración de llantas (90-100 PSI)	1,00
	4.7	Toma de datos de llantas	0,50
		Tiempo total de llantero	**3,42**
SOLDADURA	5	**ESTRUCTURA METÁLICA**	
	5.1	Revisión de matabuey delantero	0,45
	5.2	Revisión de matabuey central	0,45
	5.3	Revisión de matabuey trasero	0,45
	5.4	Revisión de cargadores de suspensión	1,00
	5.5	Revisión de cielos de cargadores de suspensión	1,20
	5.6	Revisión de lanza	2,00
	5.7	Revisión de desgaste de jalador	0,25
	5.8	Revisión de bases de tornamesa	0,25
	5.9	Revisión de resorte y cadenas de lanza	0,50
	5.10	Revisión de grietas en chasis	2,00
		Tiempo total de soldador	**8,55**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Ruta de MPS para contenedores**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Ruta de mantenimiento semanal para contenedores**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Instrucciones: para realizar la ruta de mantenimiento semanal, debe llevar a cabo las actividades descritas a continuación.

	ETAPA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO
PINTURA	1	**ESTRUCTURA METALICA**	
	1.1	Revisión de soportes para montacargas	0,30
	1.2	Revisión de paredes y techo	1,00
	1.3	Revisión de pintura general	0,50
	1.4	Revisión de respiraderos	0,50
	1.5	Revisión de piso	1,00
	1.6	Revisión de compuertas	1,25
	1.7	Revisión de bisagras de compuertas	0,50
	1.8	Revisión de barras de compuertas	0,50
	1.9	Revisión de kit de barras	1,25
	1.1	Revisión de *bushines* de barras para compuerta	1,00
	1.10	Revisión de empaques de compuertas	1,25
	1.11	Revisión de hembras acero inoxidable	0,75
	1.12	Revisión de remaches sujetadores de empaque	0,5
		Tiempo total de pintor	10,30

Fuente: elaboración propia.

2.2.11.2. Programación de mantenimiento preventivo

La programación de mantenimiento es la calendarización de las unidades de transporte que recibirán mantenimiento preventivo el día que se le ha asignado, es una propuesta de las unidades que deben llegar a las pistas de mantenimiento, tomando en cuenta las labores de las unidades, mano de obra, materiales y disponibilidad de pistas de trabajo. Con esta programación se

obtendrán beneficios como el control del área, aprovechamiento de recursos y mayor disponibilidad de las unidades.

El MPD se llevará a cabo por cada viaje que realicen los equipos, pero se dará prioridad a que estos reciban el MPS según el programa de mantenimiento. Al momento que los equipos lleguen a las pistas, los encargados de mantenimiento realizarán la asignación de pista y recurso humano según el mantenimiento que les corresponda.

2.2.11.2.1. Cálculos de programación

Para determinar la capacidad que tiene el área de MPS para llevar a cabo sus actividades, se utilizó el tiempo que es requerido por el mecánico para realizar las rutas de mantenimiento de las diferentes unidades.

A continuación se detallan los aspectos a considerar:

- Descripción: qué unidad requiere MPS.
- Tiempo RMP: tiempo en el que se lleva a cabo la ruta de mantenimiento.
- Número unidad: cantidades de unidades de cada tipo según inventario.
- Tiempo requerido: tiempo necesario para que todas las unidades de cada tipo reciba su MPS, excluyendo a *dolly* de administración y de frente, ya que a estos se les realiza el MPS por parte de sus encargados en el lugar donde estén asignados.

Tabla XLVII. **Tiempo necesario para MPS**

Descripción	Tiempo RMP (Min)	Núm. unidades	Tiempo requerido (Min)
Jaula Vanguard 35'	20,12	190	3 822,80
Jaula Vanguard 40'	20,12	25	503,00
Megajaula	20,25	630	12 757,50
Góndola de volteo	25,82	58	1 497,56
Lowboy	27,57	28	771,96
Cisterna p/alcohol	20,37	14	285,18
Cisterna r/caminos	20,37	9	183,33
Cisterna p/riegos	20,37	12	244,44
Plataforma	20,37	130	2 648,10
Cisterna p/melaza	20,37	2	40,74
Dolly caña	13,27	613	8 134,51
Dolly azúcar	13,27	67	889,09
Dolly varios	13,27	70	928,90
Tiempo total necesario			**32 707,11**

Fuente: elaboración propia.

El tiempo necesario para que se le pueda aplicar MPS a las unidades es de 32 707,11 minutos. Considerando el tiempo de descanso, el número de pistas de trabajo, los días de trabajo se obtiene que el tiempo total disponible a la semana para llevar a cabo el MPS es de 38 220 minutos.

Debido a que el tiempo disponible es mayor al requerido, se calcula que los días necesarios para que las unidades reciban el mantenimiento es de 6 días, tomando en cuenta aspectos como el tiempo de duración de ruta de mantenimiento y una distribución del total de unidades entre 6 días se calcula que:

Tabla XLVIII. **Tiempo necesario por día**

Descripción	Unidades diarias	Tiempo RMP (Min)	Tiempo requerido (Min)
Jaula Vanguard 35'	30	20,12	603,60
Jaula Vanguard 40'	4	20,12	80,48
Megajaula	105	20,25	2 126,25
Góndola de volteo	10	25,82	258,20
Lowboy	5	27,57	137,85
Cisterna p/alcohol	2	20,37	40,74
Cisterna r/caminos	2	20,37	40,74
Cisterna p/riegos	2	20,37	40,74
Plataforma	22	20,37	448,14
Cisterna p/melaza	1	20,37	20,37
Dolly caña	103	13,27	1 366,81
Dolly azúcar	11	13,27	145,97
Dolly varios	11	13,27	145,97
Tiempo necesario * día			**5 455,86**

Fuente: elaboración propia.

El tiempo necesario por día para realizar el mantenimiento preventivo a la misma cantidad de unidades por día es de 5 455,86 minutos.

Debido a los aspectos anteriores, se decide realizar la programación llevando a cabo una distribución equitativa de las cargas de trabajo, asignando la misma cantidad de unidades por día. A continuación se presenta la asignación del número de unidades que deben recibir el mantenimiento preventivo.

Tabla XLIX. **Asignación de mantenimiento preventivo**

Asignación de MP a unidades de mantenimiento preventivo							
Descripción	**Lunes**	**Martes**	**Miércoles**	**Jueves**	**Viernes**	**Sábado**	**Total**
Jaula Vanguard 35'	30	30	30	30	30	40	**190**
Jaula Vanguard 40'	4	4	4	4	4	5	**25**
Megajaula	105	105	105	105	105	105	**630**
Góndola de volteo	10	10	10	10	10	8	**58**
Lowboy	5	5	5	5	5	3	**28**
Cisterna p/alcohol	2	3	3	3	3		**14**
Cisterna r/caminos	2	2	2	2	1		**9**
Cisterna p/riegos	2	2	2	2	2	2	**12**
Plataforma	22	22	22	22	22	20	**130**
Cisterna p/melaza	1				1		**2**
Dolly caña	103	102	102	102	102	102	**613**
Dolly azúcar	11	12	11	11	11	11	**67**
Dolly varios	11	11	12	12	12	12	**70**
Dolly frente	11	11	11	11	11	8	**63**
Dolly admón.	11	11	11	11	11	10	**65**
TOTAL	**330**	**330**	**330**	**330**	**330**	**326**	**1 976**

Fuente: elaboración propia, empleando el inventario general.

El MPS se llevará a cabo de lunes a sábado porque, debido a las diferentes contratiempos que surgen en las áreas de trabajo, existen unidades que no se presentarán el día que les corresponde. Por lo tanto, estas automáticamente se programarán para el domingo y para que este día no exista tiempo de ocio en las pistas se apoyara al área de MPD.

Con base en la tabla XLVIII, se realizó la propuesta de programación diaria de las unidades que deben asistir al Departamento de Fast Track para recibir el MPS, especificando ID. La programación para MPS de Dolly se realizó por separado debido a que la cantidad de estos es elevada y esto dificulta su control.

Tabla L. **Programación de MPS, lunes**

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		CAÑA		ACT. VARIAS Y AZÚCAR	
	ID	Descripción	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
	1302	Jaula Vanguard 35'	4139	Megajaula	4186	Megajaula	41153	Megajaula	1801	*Lowboy*
	1304	Jaula Vanguard 35'	4140	Megajaula	4187	Megajaula	41154	Megajaula	1802	*Lowboy*
	1306	Jaula Vanguard 35'	4141	Megajaula	4188	Megajaula	41155	Megajaula	1804	*Lowboy*
	1307	Jaula Vanguard 35'	4142	Megajaula	4189	Megajaula	41156	Megajaula	1809	*Lowboy*
	1308	Jaula Vanguard 35'	4143	Megajaula	4190	Megajaula			1811	*Lowboy*
	1310	Jaula Vanguard 35'	4144	Megajaula	4191	Megajaula			1938	Cisterna p/melaza
	1313	Jaula Vanguard 35'	4145	Megajaula	4192	Megajaula			38293	Cisterna p/alcohol
	1314	Jaula Vanguard 35'	4146	Megajaula	4193	Megajaula			38815	Cisterna p/alcohol
	1315	Jaula Vanguard 35'	4147	Megajaula	4194	Megajaula			1986	Cisterna r/caminos
	1316	Jaula Vanguard 35'	4148	Megajaula	4195	Megajaula			1988	Cisterna r/caminos
	1317	Jaula Vanguard 35'	4149	Megajaula	4196	Megajaula			38192	Cisterna contra incendio
	1318	Jaula Vanguard 35'	4150	Megajaula	4197	Megajaula			38345	Cisterna p/riego
	1319	Jaula Vanguard 35'	4151	Megajaula	4198	Megajaula			1603	Platarforma
	1324	Jaula Vanguard 35'	4152	Megajaula	4199	Megajaula			1609	Platarforma
	1329	Jaula Vanguard 35'	4153	Megajaula	41100	Megajaula			1612	Platarforma
	1331	Jaula Vanguard 35'	4154	Megajaula	41101	Megajaula			1615	Platarforma
	1332	Jaula Vanguard 35'	4155	Megajaula	41102	Megajaula			1619	Platarforma
	1335	Jaula Vanguard 35'	4156	Megajaula	41103	Megajaula			1620	Platarforma
L	1337	Jaula Vanguard 35'	4157	Megajaula	41104	Megajaula			1621	Platarforma
U	1340	Jaula Vanguard 35'	4158	Megajaula	41105	Megajaula			1628	Platarforma
N	1341	Jaula Vanguard 35'	4159	Megajaula	41106	Megajaula			1629	Platarforma
E	1344	Jaula Vanguard 35'	4160	Megajaula	41107	Megajaula			1632	Platarforma
S	1345	Jaula Vanguard 35'	4161	Megajaula	41130	Megajaula			1633	Platarforma
	1346	Jaula Vanguard 35'	4162	Megajaula	41131	Megajaula			1641	Platarforma
	1347	Jaula Vanguard 35'	4163	Megajaula	41132	Megajaula			1645	Platarforma
	1348	Jaula Vanguard 35'	4164	Megajaula	41133	Megajaula			1646	Platarforma
	1350	Jaula Vanguard 35'	4165	Megajaula	41134	Megajaula			1647	Platarforma
	1351	Jaula Vanguard 35'	4166	Megajaula	41135	Megajaula			1653	Platarforma
	1353	Jaula Vanguard 35'	4167	Megajaula	41136	Megajaula			1659	Platarforma
	1354	Jaula Vanguard 35'	4168	Megajaula	41137	Megajaula			1660	Platarforma
	1301	Jaula Vanguard 40'	4169	Megajaula	41138	Megajaula			1661	Platarforma
	1303	Jaula Vanguard 40'	4172	Megajaula	41139	Megajaula			1662	Platarforma
	1305	Jaula Vanguard 40'	4173	Megajaula	41140	Megajaula			1663	Platarforma
	1309	Jaula Vanguard 40'	4174	Megajaula	41141	Megajaula			1664	Platarforma
	4123	Megajaula	4175	Megajaula	41142	Megajaula			1711	Góndola
	4124	Megajaula	4176	Megajaula	41143	Megajaula			1712	Góndola
	4125	Megajaula	4177	Megajaula	41144	Megajaula			1713	Góndola
	4126	Megajaula	4178	Megajaula	41145	Megajaula			1714	Góndola
	4127	Megajaula	4179	Megajaula	41146	Megajaula			1715	Góndola
	4128	Megajaula	4180	Megajaula	41147	Megajaula			1716	Góndola
	4129	Megajaula	4181	Megajaula	41148	Megajaula			1718	Góndola
	4130	Megajaula	4182	Megajaula	41149	Megajaula			1719	Góndola
	4131	Megajaula	4183	Megajaula	41150	Megajaula			1720	Góndola
	4132	Megajaula	4184	Megajaula	41151	Megajaula			1721	Góndola
	4133	Megajaula	4185	Megajaula	41152	Megajaula				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Programación de MPS, martes**

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		CAÑA		ACT. VARIAS Y AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
M A R T E S	1355	Jaula Vanguard 35'	41168	Megajaula	41213	Megajaula	41259	Megajaula	1812	*Lowboy*
	1356	Jaula Vanguard 35'	41169	Megajaula	41214	Megajaula	41260	Megajaula	1813	*Lowboy*
	1357	Jaula Vanguard 35'	41170	Megajaula	41215	Megajaula	41261	Megajaula	1814	*Lowboy*
	1358	Jaula Vanguard 35'	41171	Megajaula	41216	Megajaula	41258	Megajaula	1815	*Lowboy*
	1359	Jaula Vanguard 35'	41172	Megajaula	41217	Megajaula			1816	*Lowboy*
	1360	Jaula Vanguard 35'	41173	Megajaula	41218	Megajaula			38296	Cisterna p/alcohol
	1361	Jaula Vanguard 35'	41174	Megajaula	41219	Megajaula			38297	Cisterna p/alcohol
	1362	Jaula Vanguard 35'	41175	Megajaula	41220	Megajaula			38307	Cisterna p/alcohol
	1363	Jaula Vanguard 35'	41176	Megajaula	41221	Megajaula			1989	Cisterna r/caminos
	1364	Jaula Vanguard 35'	41177	Megajaula	41222	Megajaula			3825	Cisterna r/caminos
	1365	Jaula Vanguard 35'	41178	Megajaula	41223	Megajaula			38354	Cisterna p/riego
	1366	Jaula Vanguard 35'	41179	Megajaula	41224	Megajaula			38365	Cisterna p/riego
	1367	Jaula Vanguard 35'	41180	Megajaula	41225	Megajaula			1665	Platarforma
	1368	Jaula Vanguard 35'	41181	Megajaula	41226	Megajaula			1666	Platarforma
	1369	Jaula Vanguard 35'	41182	Megajaula	41227	Megajaula			1667	Platarforma
	1370	Jaula Vanguard 35'	41183	Megajaula	41228	Megajaula			1668	Platarforma
	1371	Jaula Vanguard 35'	41184	Megajaula	41229	Megajaula			1669	Platarforma
	1372	Jaula Vanguard 35'	41185	Megajaula	41230	Megajaula			1670	Platarforma
	1373	Jaula Vanguard 35'	41186	Megajaula	41231	Megajaula			1671	Platarforma
	1374	Jaula Vanguard 35'	41187	Megajaula	41232	Megajaula			1672	Platarforma
	1375	Jaula Vanguard 35'	41188	Megajaula	41233	Megajaula			1673	Platarforma
	1376	Jaula Vanguard 35'	41189	Megajaula	41234	Megajaula			1675	Platarforma
	1377	Jaula Vanguard 35'	41190	Megajaula	41235	Megajaula			1687	Platarforma
	1378	Jaula Vanguard 35'	41191	Megajaula	41236	Megajaula			1694	Platarforma
	1379	Jaula Vanguard 35'	41192	Megajaula	41237	Megajaula			1695	Platarforma
	1380	Jaula Vanguard 35'	41193	Megajaula	41238	Megajaula			1696	Platarforma
	1384	Jaula Vanguard 35'	41194	Megajaula	41239	Megajaula			1697	Platarforma
	1385	Jaula Vanguard 35'	41195	Megajaula	41240	Megajaula			1699	Platarforma
	1386	Jaula Vanguard 35'	41196	Megajaula	41241	Megajaula			16100	Platarforma
	1387	Jaula Vanguard 35'	41197	Megajaula	41242	Megajaula			16102	Platarforma
	1311	Jaula Vanguard 40'	41198	Megajaula	41243	Megajaula			16104	Platarforma
	1312	Jaula Vanguard 40'	41199	Megajaula	41244	Megajaula			16105	Platarforma
	1320	Jaula Vanguard 40'	41200	Megajaula	41245	Megajaula			16107	Platarforma
	1321	Jaula Vanguard 40'	41201	Megajaula	41246	Megajaula			16108	Platarforma
	41157	Megajaula	41202	Megajaula	41247	Megajaula			1722	Góndola
	41158	Megajaula	41203	Megajaula	41248	Megajaula			1723	Góndola
	41159	Megajaula	41204	Megajaula	41249	Megajaula			1724	Góndola
	41160	Megajaula	41205	Megajaula	41250	Megajaula			1725	Góndola
	41161	Megajaula	41206	Megajaula	41251	Megajaula			1726	Góndola
	41162	Megajaula	41207	Megajaula	41252	Megajaula			1727	Góndola
	41163	Megajaula	41208	Megajaula	41253	Megajaula			1729	Góndola
	41164	Megajaula	41209	Megajaula	41254	Megajaula			1730	Góndola
	41165	Megajaula	41210	Megajaula	41255	Megajaula			1731	Góndola
	41166	Megajaula	41211	Megajaula	41256	Megajaula			1732	Góndola
	41167	Megajaula	41212	Megajaula	41257	Megajaula				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Programación de MPS, miércoles**

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		CAÑA		ACT. VARIAS Y AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
	1388	Jaula Vanguard 35'	41273	Megajaula	41318	Megajaula	41363	Megajaula	1817	*Lowboy*
	1389	Jaula Vanguard 35'	41274	Megajaula	41319	Megajaula	41364	Megajaula	1818	*Lowboy*
	1390	Jaula Vanguard 35'	41275	Megajaula	41320	Megajaula	41365	Megajaula	1819	*Lowboy*
	1391	Jaula Vanguard 35'	41276	Megajaula	41321	Megajaula	41366	Megajaula	1820	*Lowboy*
	1392	Jaula Vanguard 35'	41277	Megajaula	41322	Megajaula			1821	*Lowboy*
	1393	Jaula Vanguard 35'	41278	Megajaula	41323	Megajaula			38308	Cisterna p/alcohol
	1394	Jaula Vanguard 35'	41279	Megajaula	41324	Megajaula			38567	Cisterna p/alcohol
	1395	Jaula Vanguard 35'	41280	Megajaula	41325	Megajaula			38568	Cisterna p/alcohol
	1396	Jaula Vanguard 35'	41281	Megajaula	41326	Megajaula			38156	Cisterna r/caminos
	1397	Jaula Vanguard 35'	41282	Megajaula	41327	Megajaula			38210	Cisterna r/caminos
	1398	Jaula Vanguard 35'	41283	Megajaula	41328	Megajaula			38377	Cisterna p/riego
	1399	Jaula Vanguard 35'	41284	Megajaula	41329	Megajaula			38378	Cisterna p/riego
	3407	Jaula Vanguard 35'	41285	Megajaula	41330	Megajaula			16109	Platarforma
	3408	Jaula Vanguard 35'	41286	Megajaula	41331	Megajaula			16110	Platarforma
	3409	Jaula Vanguard 35'	41287	Megajaula	41332	Megajaula			16111	Platarforma
	3410	Jaula Vanguard 35'	41288	Megajaula	41333	Mega Jaula			16112	Platarforma
M	3411	Jaula Vanguard 35'	41289	Megajaula	41334	Megajaula			16113	Platarforma
I	3412	Jaula Vanguard 35'	41290	Megajaula	41335	Megajaula			16116	Platarforma
E	3413	Jaula Vanguard 35'	41291	Megajaula	41336	Megajaula			16118	Platarforma
R	3414	Jaula Vanguard 35'	41292	Megajaula	41337	Megajaula			16119	Platarforma
C	3415	Jaula Vanguard 35'	41293	Megajaula	41338	Megajaula			16120	Platarforma
O	3416	Jaula Vanguard 35'	41294	Megajaula	41339	Megajaula			16121	Platarforma
L	3417	Jaula Vanguard 35'	41295	Megajaula	41340	Megajaula			16122	Platarforma
E	3418	Jaula Vanguard 35'	41296	Megajaula	41341	Megajaula			16123	Platarforma
S	3419	Jaula Vanguard 35'	41297	Megajaula	41342	Megajaula			16124	Platarforma
	3421	Jaula Vanguard 35'	41298	Megajaula	41343	Megajaula			16125	Platarforma
	3422	Jaula Vanguard 35'	41299	Megajaula	41344	Megajaula			16126	Platarforma
	3423	Jaula Vanguard 35'	41300	Megajaula	41345	Megajaula			16127	Platarforma
	3424	Jaula Vanguard 35'	41301	Megajaula	41346	Megajaula			16129	Platarforma
	3425	Jaula Vanguard 35'	41302	Megajaula	41347	Megajaula			16130	Platarforma
	1322	Jaula Vanguard 40'	41303	Megajaula	41348	Megajaula			16131	Platarforma
	1323	Jaula Vanguard 40'	41304	Megajaula	41349	Megajaula			16134	Platarforma
	1325	Jaula Vanguard 40'	41305	Megajaula	41350	Megajaula			16135	Platarforma
	1326	Jaula Vanguard 40'	41306	Megajaula	41351	Megajaula			16136	Platarforma
	41262	Megajaula	41307	Megajaula	41352	Megajaula			1733	Góndola
	41263	Megajaula	41308	Megajaula	41353	Megajaula			1734	Góndola
	41264	Megajaula	41309	Megajaula	41354	Megajaula			1735	Góndola
	41265	Megajaula	41310	Megajaula	41355	Megajaula			1736	Góndola
	41266	Megajaula	41311	Megajaula	41356	Megajaula			1737	Góndola
	41267	Megajaula	41312	Megajaula	41357	Megajaula			1738	Góndola
	41268	Megajaula	41313	Megajaula	41358	Megajaula			1739	Góndola
	41269	Megajaula	41314	Megajaula	41359	Megajaula			1740	Góndola
	41270	Megajaula	41315	Megajaula	41360	Megajaula			1741	Góndola
	41271	Megajaula	41316	Megajaula	41361	Megajaula			1742	Góndola
	41272	Megajaula	41317	Megajaula	41362	Megajaula				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Programación de MPS, jueves**

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		CAÑA		ACT. VARIAS Y AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
	3426	Jaula Vanguard 35'	41378	Megajaula	41423	Megajaula	41468	Megajaula	1822	*Lowboy*
	3427	Jaula Vanguard 35'	41379	Megajaula	41424	Megajaula	41469	Megajaula	1823	*Lowboy*
	3428	Jaula Vanguard 35'	41380	Megajaula	41425	Megajaula	41470	Megajaula	1824	*Lowboy*
	3429	Jaula Vanguard 35'	41381	Megajaula	41426	Megajaula	41471	Megajaula	1825	*Lowboy*
	3430	Jaula Vanguard 35'	41382	Megajaula	41427	Megajaula			1826	*Lowboy*
	3431	Jaula Vanguard 35'	41383	Megajaula	41428	Megajaula			38692	Cisterna p/alcohol
	3432	Jaula Vanguard 35'	41384	Megajaula	41429	Megajaula			38693	Cisterna p/alcohol
	3433	Jaula Vanguard 35'	41385	Megajaula	41430	Megajaula			38694	Cisterna p/alcohol
	3434	Jaula Vanguard 35'	41386	Megajaula	41431	Megajaula			38211	Cisterna r/caminos
	3435	Jaula Vanguard 35'	41387	Megajaula	41432	Megajaula			38212	Cisterna r/caminos
	3436	Jaula Vanguard 35'	41388	Megajaula	41433	Megajaula			38379	Cisterna p/riego
	3437	Jaula Vanguard 35'	41389	Megajaula	41434	Megajaula			38380	Cisterna p/riego
	3438	Jaula Vanguard 35'	41390	Megajaula	41435	Megajaula			16137	Platarforma
	3439	Jaula Vanguard 35'	41391	Megajaula	41436	Megajaula			16138	Platarforma
	3440	Jaula Vanguard 35'	41392	Megajaula	41437	Megajaula			16139	Platarforma
	3441	Jaula Vanguard 35'	41393	Megajaula	41438	Megajaula			16140	Platarforma
	3442	Jaula Vanguard 35'	41394	Megajaula	41439	Megajaula			16141	Platarforma
	3443	Jaula Vanguard 35'	41395	Megajaula	41440	Megajaula			16142	Platarforma
J	3444	Jaula Vanguard 35'	41396	Megajaula	41441	Megajaula			16143	Platarforma
U	3445	Jaula Vanguard 35'	41397	Megajaula	41442	Megajaula			16144	Platarforma
E	3446	Jaula Vanguard 35'	41398	Megajaula	41443	Megajaula			16145	Platarforma
V	3447	Jaula Vanguard 35'	41399	Megajaula	41444	Megajaula			16146	Platarforma
E	3448	Jaula Vanguard 35'	41400	Megajaula	41445	Megajaula			16147	Platarforma
S	3449	Jaula Vanguard 35'	41401	Megajaula	41446	Megajaula			16148	Platarforma
	3450	Jaula Vanguard 35'	41402	Megajaula	41447	Megajaula			16149	Platarforma
	3451	Jaula Vanguard 35'	41403	Megajaula	41448	Megajaula			16150	Platarforma
	3452	Jaula Vanguard 35'	41404	Megajaula	41449	Megajaula			16151	Platarforma
	3453	Jaula Vanguard 35'	41405	Megajaula	41450	Megajaula			16152	Platarforma
	3454	Jaula Vanguard 35'	41406	Megajaula	41451	Megajaula			16153	Platarforma
	3455	Jaula Vanguard 35'	41407	Megajaula	41452	Megajaula			16154	Platarforma
	1327	Jaula Vanguard 40'	41408	Megajaula	41453	Megajaula			16155	Platarforma
	1328	Jaula Vanguard 40'	41409	Megajaula	41454	Megajaula			16156	Platarforma
	1330	Jaula Vanguard 40'	41410	Megajaula	41455	Megajaula			16158	Platarforma
	1333	Jaula Vanguard 40'	41411	Megajaula	41456	Megajaula			16159	Platarforma
	41367	Megajaula	41412	Megajaula	41457	Megajaula			1743	Góndola
	41368	Megajaula	41413	Megajaula	41458	Megajaula			1744	Góndola
	41369	Megajaula	41414	Megajaula	41459	Megajaula			1745	Góndola
	41370	Megajaula	41415	Megajaula	41460	Megajaula			1746	Góndola
	41371	Megajaula	41416	Megajaula	41461	Megajaula			1747	Góndola
	41372	Megajaula	41417	Megajaula	41462	Megajaula			1748	Góndola
	41373	Megajaula	41418	Megajaula	41463	Megajaula			1749	Góndola
	41374	Megajaula	41419	Megajaula	41464	Megajaula			1750	Góndola
	41375	Megajaula	41420	Megajaula	41465	Megajaula			1751	Góndola
	41376	Megajaula	41421	Megajaula	41466	Megajaula			1752	Góndola
	41377	Megajaula	41422	Megajaula	41467	Megajaula				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Programación de MPS, viernes**

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		CAÑA		ACT. VARIAS Y AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
	3456	Jaula Vanguard 35'	41483	Megajaula	41528	Megajaula	41573	Megajaula	1827	*Lowboy*
	3457	Jaula Vanguard 35'	41484	Megajaula	41529	Megajaula	41574	Megajaula	1828	*Lowboy*
	3458	Jaula Vanguard 35'	41485	Megajaula	41530	Megajaula	41575	Megajaula	1829	*Lowboy*
	3459	Jaula Vanguard 35'	41486	Megajaula	41531	Megajaula	41576	Megajaula	1830	*Lowboy*
	3460	Jaula Vanguard 35'	41487	Megajaula	41532	Megajaula			1831	*Lowboy*
	3461	Jaula Vanguard 35'	41488	Megajaula	41533	Megajaula			1939	Cisterna p/melaza
	3462	Jaula Vanguard 35'	41489	Megajaula	41534	Megajaula			38695	Cisterna p/alcohol
	3463	Jaula Vanguard 35'	41490	Megajaula	41535	Megajaula			38812	Cisterna p/alcohol
	3464	Jaula Vanguard 35'	41491	Megajaula	41536	Megajaula			38813	Cisterna p/alcohol
	3465	Jaula Vanguard 35'	41492	Megajaula	41537	Megajaula			38262	Cisterna r/caminos
	3466	Jaula Vanguard 35'	41493	Megajaula	41538	Megajaula			38544	Cisterna p/riego
	3467	Jaula Vanguard 35'	41494	Megajaula	41539	Megajaula			38545	Cisterna p/riego
	3468	Jaula Vanguard 35'	41495	Megajaula	41540	Megajaula			16160	Platarforma
	3469	Jaula Vanguard 35'	41496	Megajaula	41541	Megajaula			16161	Platarforma
	3470	Jaula Vanguard 35'	41497	Megajaula	41542	Megajaula			16162	Platarforma
	3471	Jaula Vanguard 35'	41498	Megajaula	41543	Megajaula			16163	Platarforma
	3472	Jaula Vanguard 35'	41499	Megajaula	41544	Megajaula			16164	Platarforma
V	3473	Jaula Vanguard 35'	41500	Megajaula	41545	Megajaula			16165	Platarforma
I	3474	Jaula Vanguard 35'	41501	Megajaula	41546	Megajaula			16166	Platarforma
E	3475	Jaula Vanguard 35'	41502	Megajaula	41547	Megajaula			16167	Platarforma
R	3476	Jaula Vanguard 35'	41503	Megajaula	41548	Megajaula			16168	Platarforma
N	3477	Jaula Vanguard 35'	41504	Megajaula	41549	Megajaula			16169	Platarforma
E	3478	Jaula Vanguard 35'	41505	Megajaula	41550	Megajaula			16170	Platarforma
S	3479	Jaula Vanguard 35'	41506	Megajaula	41551	Megajaula			16171	Platarforma
	3480	Jaula Vanguard 35'	41507	Megajaula	41552	Megajaula			16172	Platarforma
	3481	Jaula Vanguard 35'	41508	Megajaula	41553	Megajaula			16173	Platarforma
	3482	Jaula Vanguard 35'	41509	Megajaula	41554	Megajaula			16174	Platarforma
	3483	Jaula Vanguard 35'	41510	Megajaula	41555	Megajaula			16175	Platarforma
	3484	Jaula Vanguard 35'	41511	Megajaula	41556	Megajaula			16176	Platarforma
	3485	Jaula Vanguard 35'	41512	Megajaula	41557	Megajaula			16177	Platarforma
	1334	Jaula Vanguard 40'	41513	Megajaula	41558	Megajaula			16178	Platarforma
	1336	Jaula Vanguard 40'	41514	Megajaula	41559	Megajaula			16179	Platarforma
	1338	Jaula Vanguard 40'	41515	Megajaula	41560	Megajaula			16180	Platarforma
	1339	Jaula Vanguard 40'	41516	Megajaula	41561	Megajaula			16181	Platarforma
	41472	Megajaula	41517	Megajaula	41562	Megajaula			1753	Góndola
	41473	Megajaula	41518	Megajaula	41563	Megajaula			1754	Góndola
	41474	Megajaula	41519	Megajaula	41564	Megajaula			1755	Góndola
	41475	Megajaula	41520	Megajaula	41565	Megajaula			1756	Góndola
	41476	Megajaula	41521	Megajaula	41566	Megajaula			1757	Góndola
	41477	Megajaula	41522	Megajaula	41567	Megajaula			1758	Góndola
	41478	Megajaula	41523	Megajaula	41568	Megajaula			1759	Góndola
	41479	Megajaula	41524	Megajaula	41569	Megajaula			1760	Góndola
	41480	Megajaula	41525	Megajaula	41570	Megajaula			1761	Góndola
	41481	Megajaula	41526	Megajaula	41571	Megajaula			1762	Góndola
	41482	Megajaula	41527	Megajaula	41572	Megajaula				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. **Programación de MPS, sábado**

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		CAÑA		ACT. VARIAS Y AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
S A B A D O	3486	Jaula Vanguard 35'	41577	Megajaula	41622	Megajaula	41667	Megajaula	16195	Platarforma
	3487	Jaula Vanguard 35'	41578	Megajaula	41623	Megajaula	41668	Megajaula	16196	Platarforma
	3488	Jaula Vanguard 35'	41579	Megajaula	41624	Megajaula	41669	Megajaula	16197	Platarforma
	3489	Jaula Vanguard 35'	41580	Megajaula	41625	Megajaula	41670	Megajaula	16198	Platarforma
	3490	Jaula Vanguard 35'	41581	Megajaula	41626	Megajaula	41671	Megajaula	16200	Platarforma
	3491	Jaula Vanguard 35'	41582	Megajaula	41627	Megajaula	41672	Megajaula	16201	Platarforma
	3492	Jaula Vanguard 35'	41583	Megajaula	41628	Megajaula	41673	Megajaula	16202	Platarforma
	3493	Jaula Vanguard 35'	41584	Megajaula	41629	Megajaula	41674	Megajaula	16203	Platarforma
	3496	Jaula Vanguard 35'	41585	Megajaula	41630	Megajaula	41675	Megajaula	16204	Platarforma
	3497	Jaula Vanguard 35'	41586	Megajaula	41631	Megajaula	41676	Megajaula	16205	Platarforma
	3498	Jaula Vanguard 35'	41587	Megajaula	41632	Megajaula	41677	Megajaula	16206	Platarforma
	3499	Jaula Vanguard 35'	41588	Megajaula	41633	Megajaula	41678	Megajaula	16207	Platarforma
	4001	Jaula Vanguard 35'	41589	Megajaula	41634	Megajaula	41679	Megajaula	16208	Platarforma
	4002	Jaula Vanguard 35'	41590	Megajaula	41635	Megajaula	41680	Megajaula	16209	Platarforma
	4004	Jaula Vanguard 35'	41591	Megajaula	41636	Megajaula	41681	Megajaula	16210	Platarforma
	4005	Jaula Vanguard 35'	41592	Megajaula	41637	Megajaula			16211	Platarforma
	4006	Jaula Vanguard 35'	41593	Megajaula	41638	Megajaula			16213	Platarforma
	4007	Jaula Vanguard 35'	41594	Megajaula	41639	Megajaula			16214	Platarforma
	4008	Jaula Vanguard 35'	41595	Megajaula	41640	Megajaula			1763	Góndola
	4009	Jaula Vanguard 35'	41596	Megajaula	41641	Megajaula			1764	Góndola
	4010	Jaula Vanguard 35'	41597	Megajaula	41642	Megajaula			1765	Góndola
	4011	Jaula Vanguard 35'	41598	Megajaula	41643	Megajaula			1766	Góndola
	4012	Jaula Vanguard 35'	41599	Megajaula	41644	Megajaula			1767	Góndola
	4013	Jaula Vanguard 35'	41600	Megajaula	41645	Megajaula			1768	Góndola
	4014	Jaula Vanguard 35'	41601	Megajaula	41646	Megajaula			1769	Góndola
	4015	Jaula Vanguard 35'	41602	Megajaula	41647	Megajaula			1770	Góndola
	4016	Jaula Vanguard 35'	41603	Megajaula	41648	Megajaula			38546	Cisterna p/riego
	4017	Jaula Vanguard 35'	41604	Megajaula	41649	Megajaula			38547	Cisterna p/riego
	4018	Jaula Vanguard 35'	41605	Megajaula	41650	Megajaula			16182	Platarforma
	4019	Jaula Vanguard 35'	41606	Megajaula	41651	Megajaula			16183	Platarforma
	4020	Jaula Vanguard 35'	41607	Megajaula	41652	Megajaula			1832	*Lowboy*
	4021	Jaula Vanguard 35'	41608	Megajaula	41653	Megajaula			1833	*Lowboy*
	4022	Jaula Vanguard 35'	41609	Megajaula	41654	Megajaula			1834	*Lowboy*
	4023	Jaula Vanguard 35'	41610	Megajaula	41655	Megajaula				
	4024	Jaula Vanguard 35'	41611	Megajaula	41656	Megajaula				
	4026	Jaula Vanguard 35'	41612	Megajaula	41657	Megajaula				
	4027	Jaula Vanguard 35'	41613	Megajaula	41658	Megajaula				
	4028	Jaula Vanguard 35'	41614	Megajaula	41659	Megajaula				
	3494	Jaula Vanguard 35'	41615	Megajaula	41660	Megajaula				
	3495	Jaula Vanguard 35'	41616	Megajaula	41661	Megajaula				
	1342	Jaula Vanguard 40'	41617	Megajaula	41662	Megajaula				
	1349	Jaula Vanguard 40'	41618	Megajaula	41663	Megajaula				
	1352	Jaula Vanguard 40'	41619	Megajaula	41664	Megajaula				
	1381	Jaula Vanguard 40'	41620	Megajaula	41665	Megajaula				
	1382	Jaula Vanguard 40'	41621	Megajaula	41666	Megajaula				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. **Programación de MPS, lunes, *dolly***

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		AZÚCAR	
	ID	Descripción	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
LUNES	2562	*Dolly* para caña	4456	*Dolly* para caña	44119	*Dolly* para caña	2517	*Dolly* para azúcar
	2563	*Dolly* para caña	4458	*Dolly* para caña	44120	*Dolly* para caña	2520	*Dolly* para azúcar
	2564	*Dolly* para caña	4459	*Dolly* para caña	44121	*Dolly* para caña	2521	*Dolly* para azúcar
	2568	*Dolly* para caña	4460	*Dolly* para caña	44122	*Dolly* para caña	2524	*Dolly* para azúcar
	2570	*Dolly* para caña	4461	*Dolly* para caña	44123	*Dolly* para caña	2526	*Dolly* para azúcar
	2573	*Dolly* para caña	4462	*Dolly* para caña	44124	*Dolly* para caña	2529	*Dolly* para azúcar
	2579	*Dolly* para caña	4468	*Dolly* para caña	44125	*Dolly* para caña	2531	*Dolly* para azúcar
	2582	*Dolly* para caña	4469	*Dolly* para caña	44126	*Dolly* para caña	2537	*Dolly* para azúcar
	2585	*Dolly* para caña	4470	*Dolly* para caña	44127	*Dolly* para caña	2538	*Dolly* para azúcar
	2590	*Dolly* para caña	4473	*Dolly* para caña	44128	*Dolly* para caña	2539	*Dolly* para azúcar
	2591	*Dolly* para caña	4477	*Dolly* para caña	44129	*Dolly* para caña	2541	*Dolly* para azúcar
	2594	*Dolly* para caña	4479	*Dolly* para caña	44130	*Dolly* para caña	44761	*Dolly* para azúcar
	2596	*Dolly* para caña	4481	*Dolly* para caña	44782	*Dolly* para caña		
	2598	*Dolly* para caña	4482	*Dolly* para caña			ADMINISTRACIÓN	
	3504	*Dolly* para caña	4483	*Dolly* para caña	DE FRENTE		2527	*Dolly* para administraciones
	3508	*Dolly* para caña	4484	*Dolly* para caña	2515	*Dolly* para frente	2557	*Dolly* para administraciones
	3510	*Dolly* para caña	4487	*Dolly* para caña	2532	*Dolly* para frente	2561	*Dolly* para administraciones
	3515	*Dolly* para caña	4488	*Dolly* para caña	2535	*Dolly* para frente	2575	*Dolly* para administraciones
	3517	*Dolly* para caña	4489	*Dolly* para caña	2545	*Dolly* para frente	2581	*Dolly* para administraciones
	3519	*Dolly* para caña	4490	*Dolly* para caña	2548	*Dolly* para frente	2583	*Dolly* para administraciones
	3524	*Dolly* para caña	4491	*Dolly* para caña	2550	*Dolly* para frente	2586	*Dolly* para administraciones
	3525	*Dolly* para caña	4492	*Dolly* para caña	2559	*Dolly* para frente	3505	*Dolly* para administraciones
	3526	*Dolly* para caña	4493	*Dolly* para caña	2560	*Dolly* para frente	3507	*Dolly* para administraciones
	3531	*Dolly* para caña	4494	*Dolly* para caña	2569	*Dolly* para frente	3511	*Dolly* para administraciones
	3534	*Dolly* para caña	4495	*Dolly* para caña	2574	*Dolly* para frente	3523	*Dolly* para administraciones
	3544	*Dolly* para caña	4498	*Dolly* para caña	2576	*Dolly* para frente		
	3546	*Dolly* para caña	4499	*Dolly* para caña				
	3559	*Dolly* para caña	44100	*Dolly* para caña	VARIOS			
	3561	*Dolly* para caña	44101	*Dolly* para caña	2519	*Dolly* para varios		
	3575	*Dolly* para caña	44102	*Dolly* para caña	2525	*Dolly* para varios		
	3583	*Dolly* para caña	44103	*Dolly* para caña	2534	*Dolly* para varios		
	3587	*Dolly* para caña	44105	*Dolly* para caña	2552	*Dolly* para varios		
	3591	*Dolly* para caña	44106	*Dolly* para caña	2555	*Dolly* para varios		
	3593	*Dolly* para caña	44107	*Dolly* para caña	2556	*Dolly* para varios		
	4401	*Dolly* para caña	44108	*Dolly* para caña	2558	*Dolly* para varios		
	4428	*Dolly* para caña	44109	*Dolly* para caña	2572	*Dolly* para varios		
	4429	*Dolly* para caña	44110	*Dolly* para caña	2580	*Dolly* para varios		
	4430	*Dolly* para caña	44111	*Dolly* para caña	2589	*Dolly* para varios		
	4431	*Dolly* para caña	44112	*Dolly* para caña	2595	*Dolly* para varios		
	4433	*Dolly* para caña	44113	*Dolly* para caña				
	4440	*Dolly* para caña	44114	*Dolly* para caña				
	4441	*Dolly* para caña	44115	*Dolly* para caña				
	4442	*Dolly* para caña	44116	*Dolly* para caña				
	4454	*Dolly* para caña	44117	*Dolly* para caña				
	4455	*Dolly* para caña	44118	*Dolly* para caña				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Programación de MPS, martes, *dolly***

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
MARTES	44131	*Dolly* para caña	44181	*Dolly* para caña	44242	*Dolly* para caña	2543	*Dolly* para azúcar
	44132	*Dolly* para caña	44182	*Dolly* para caña	44243	*Dolly* para caña	2546	*Dolly* para azúcar
	44133	*Dolly* para caña	44183	*Dolly* para caña	44244	*Dolly* para caña	2547	*Dolly* para azúcar
	44134	*Dolly* para caña	44184	*Dolly* para caña	44245	*Dolly* para caña	2549	*Dolly* para azúcar
	44136	*Dolly* para caña	44185	*Dolly* para caña	44246	*Dolly* para caña	2551	*Dolly* para azúcar
	44138	*Dolly* para caña	44187	*Dolly* para caña	44247	*Dolly* para caña	2553	*Dolly* para azúcar
	44139	*Dolly* para caña	44188	*Dolly* para caña	44248	*Dolly* para caña	2554	*Dolly* para azúcar
	44140	*Dolly* para caña	44189	*Dolly* para caña	44249	*Dolly* para caña	2566	*Dolly* para azúcar
	44141	*Dolly* para caña	44190	*Dolly* para caña	44250	*Dolly* para caña	2577	*Dolly* para azúcar
	44142	*Dolly* para caña	44191	*Dolly* para caña	44251	*Dolly* para caña	2578	*Dolly* para azúcar
	44143	*Dolly* para caña	44192	*Dolly* para caña	44252	*Dolly* para caña	2584	*Dolly* para azúcar
	44144	*Dolly* para caña	44193	*Dolly* para caña	44253	*Dolly* para caña		
	44145	*Dolly* para caña	44194	*Dolly* para caña			ADMINISTRACIÓN	
	44146	*Dolly* para caña	44195	*Dolly* para caña	DE FRENTE		3527	*Dolly* para administraciones
	44147	*Dolly* para caña	44196	*Dolly* para caña	3503	*Dolly* para frente	3528	*Dolly* para administraciones
	44148	*Dolly* para caña	44197	*Dolly* para caña	3506	*Dolly* para frente	3529	*Dolly* para administraciones
	44149	*Dolly* para caña	44198	*Dolly* para caña	3512	*Dolly* para frente	3535	*Dolly* para administraciones
	44150	*Dolly* para caña	44199	*Dolly* para caña	3513	*Dolly* para frente	3536	*Dolly* para administraciones
	44151	*Dolly* para caña	44201	*Dolly* para caña	3514	*Dolly* para frente	3538	*Dolly* para administraciones
	44152	*Dolly* para caña	44202	*Dolly* para caña	3516	*Dolly* para frente	3545	*Dolly* para administraciones
	44153	*Dolly* para caña	44203	*Dolly* para caña	3521	*Dolly* para frente	3558	*Dolly* para administraciones
	44154	*Dolly* para caña	44204	*Dolly* para caña	3530	*Dolly* para frente	3564	*Dolly* para administraciones
	44155	*Dolly* para caña	44205	*Dolly* para caña	3537	*Dolly* para frente	3565	*Dolly* para administraciones
	44156	*Dolly* para caña	44206	*Dolly* para caña	3542	*Dolly* para frente	3576	*Dolly* para administraciones
	44157	*Dolly* para caña	44207	*Dolly* para caña	3578	*Dolly* para frente		
	44158	*Dolly* para caña	44208	*Dolly* para caña				
	44159	*Dolly* para caña	44210	*Dolly* para caña	VARIOS			
	44163	*Dolly* para caña	44211	*Dolly* para caña	3502	*Dolly* para varios		
	44164	*Dolly* para caña	44212	*Dolly* para caña	3532	*Dolly* para varios		
	44165	*Dolly* para caña	44213	*Dolly* para caña	3541	*Dolly* para varios		
	44166	*Dolly* para caña	44214	*Dolly* para caña	3543	*Dolly* para varios		
	44167	*Dolly* para caña	44215	*Dolly* para caña	3582	*Dolly* para varios		
	44168	*Dolly* para caña	44216	*Dolly* para caña	4435	*Dolly* para varios		
	44169	*Dolly* para caña	44217	*Dolly* para caña	4465	*Dolly* para varios		
	44170	*Dolly* para caña	44218	*Dolly* para caña	44529	*Dolly* para varios		
	44171	*Dolly* para caña	44219	*Dolly* para caña	44531	*Dolly* para varios		
	44172	*Dolly* para caña	44220	*Dolly* para caña	44532	*Dolly* para varios		
	44173	*Dolly* para caña	44222	*Dolly* para caña	44533	*Dolly* para varios		
	44174	*Dolly* para caña	44223	*Dolly* para caña				
	44175	*Dolly* para caña	44224	*Dolly* para caña				
	44176	*Dolly* para caña	44226	*Dolly* para caña				
	44177	*Dolly* para caña	44227	*Dolly* para caña				
	44178	*Dolly* para caña	44228	*Dolly* para caña				
	44179	*Dolly* para caña	44230	*Dolly* para caña				
	44180	*Dolly* para caña	44231	*Dolly* para caña				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. **Programación de MPS, miércoles, *dolly***

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
MIERCOLES	44254	*Dolly* para caña	44301	*Dolly* para caña	44347	*Dolly* para caña	2587	*Dolly* para azúcar
	44255	*Dolly* para caña	44302	*Dolly* para caña	44348	*Dolly* para caña	2597	*Dolly* para azúcar
	44256	*Dolly* para caña	44303	*Dolly* para caña	44349	*Dolly* para caña	2599	*Dolly* para azúcar
	44257	*Dolly* para caña	44304	*Dolly* para caña	44350	*Dolly* para caña	3501	*Dolly* para azúcar
	44258	*Dolly* para caña	44305	*Dolly* para caña	44357	*Dolly* para caña	3509	*Dolly* para azúcar
	44259	*Dolly* para caña	44306	*Dolly* para caña	44360	*Dolly* para caña	3518	*Dolly* para azúcar
	44261	*Dolly* para caña	44307	*Dolly* para caña	44372	*Dolly* para caña	3533	*Dolly* para azúcar
	44262	*Dolly* para caña	44308	*Dolly* para caña	44373	*Dolly* para caña	3539	*Dolly* para azúcar
	44263	*Dolly* para caña	44309	*Dolly* para caña	44374	*Dolly* para caña	3540	*Dolly* para azúcar
	44264	*Dolly* para caña	44310	*Dolly* para caña	44375	*Dolly* para caña	3581	*Dolly* para azúcar
	44265	*Dolly* para caña	44311	*Dolly* para caña	44376	*Dolly* para caña	3598	*Dolly* para azúcar
	44266	*Dolly* para caña	44312	*Dolly* para caña	44388	*Dolly* para caña		
	44267	*Dolly* para caña	44313	*Dolly* para caña			ADMINISTRACIÓN	
	44268	*Dolly* para caña	44314	*Dolly* para caña	DE FRENTE		3585	*Dolly* para administraciones
	44269	*Dolly* para caña	44315	*Dolly* para caña	4410	*Dolly* para frente	3586	*Dolly* para administraciones
	44270	*Dolly* para caña	44316	*Dolly* para caña	4438	*Dolly* para frente	3588	*Dolly* para administraciones
	44271	*Dolly* para caña	44317	*Dolly* para caña	4449	*Dolly* para frente	3589	*Dolly* para administraciones
	44272	*Dolly* para caña	44318	*Dolly* para caña	4452	*Dolly* para frente	3592	*Dolly* para administraciones
	44273	*Dolly* para caña	44319	*Dolly* para caña	4463	*Dolly* para frente	4403	*Dolly* para administraciones
	44274	*Dolly* para caña	44320	*Dolly* para caña	4474	*Dolly* para frente	4405	*Dolly* para administraciones
	44275	*Dolly* para caña	44321	*Dolly* para caña	4485	*Dolly* para frente	4408	*Dolly* para administraciones
	44277	*Dolly* para caña	44322	*Dolly* para caña	4486	*Dolly* para frente	4409	*Dolly* para administraciones
	44278	*Dolly* para caña	44323	*Dolly* para caña	4497	*Dolly* para frente	4432	*Dolly* para administraciones
	44279	*Dolly* para caña	44324	*Dolly* para caña	25100	*Dolly* para frente	4443	*Dolly* para administraciones
	44280	*Dolly* para caña	44325	*Dolly* para caña	25113	*Dolly* para frente		
	44281	*Dolly* para caña	44326	*Dolly* para caña				
	44282	*Dolly* para caña	44327	*Dolly* para caña	VARIOS			
	44283	*Dolly* para caña	44328	*Dolly* para caña	44534	*Dolly* para varios		
	44284	*Dolly* para caña	44329	*Dolly* para caña	44621	*Dolly* para varios		
	44285	*Dolly* para caña	44330	*Dolly* para caña	44622	*Dolly* para varios		
	44286	*Dolly* para caña	44331	*Dolly* para caña	44623	*Dolly* para varios		
	44287	*Dolly* para caña	44332	*Dolly* para caña	44624	*Dolly* para varios		
	44288	*Dolly* para caña	44333	*Dolly* para caña	44625	*Dolly* para varios		
	44289	*Dolly* para caña	44334	*Dolly* para caña	44626	*Dolly* para varios		
	44290	*Dolly* para caña	44335	*Dolly* para caña	44627	*Dolly* para varios		
	44291	*Dolly* para caña	44336	*Dolly* para caña	44628	*Dolly* para varios		
	44292	*Dolly* para caña	44337	*Dolly* para caña	44629	*Dolly* para varios		
	44293	*Dolly* para caña	44338	*Dolly* para caña	44630	*Dolly* para varios		
	44294	*Dolly* para caña	44339	*Dolly* para caña	44631	*Dolly* para varios		
	44295	*Dolly* para caña	44340	*Dolly* para caña				
	44296	*Dolly* para caña	44341	*Dolly* para caña				
	44297	*Dolly* para caña	44342	*Dolly* para caña				
	44298	*Dolly* para caña	44343	*Dolly* para caña				
	44299	*Dolly* para caña	44344	*Dolly* para caña				
	44300	*Dolly* para caña	44345	*Dolly* para caña				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Programación de MPS, jueves, *dolly***

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
JUEVES	44389	*Dolly* para caña	44439	*Dolly* para caña	44485	*Dolly* para caña	3599	*Dolly* para azúcar
	44390	*Dolly* para caña	44440	*Dolly* para caña	44486	*Dolly* para caña	4402	*Dolly* para azúcar
	44391	*Dolly* para caña	44441	*Dolly* para caña	44487	*Dolly* para caña	4434	*Dolly* para azúcar
	44392	*Dolly* para caña	44442	*Dolly* para caña	44488	*Dolly* para caña	4439	*Dolly* para azúcar
	44393	*Dolly* para caña	44443	*Dolly* para caña	44489	*Dolly* para caña	4464	*Dolly* para azúcar
	44394	*Dolly* para caña	44444	*Dolly* para caña	44490	*Dolly* para caña	4466	*Dolly* para azúcar
	44395	*Dolly* para caña	44445	*Dolly* para caña	44491	*Dolly* para caña	4480	*Dolly* para azúcar
	44396	*Dolly* para caña	44446	*Dolly* para caña	44492	*Dolly* para caña	44137	*Dolly* para azúcar
	44397	*Dolly* para caña	44447	*Dolly* para caña	44493	*Dolly* para caña	44161	*Dolly* para azúcar
	44398	*Dolly* para caña	44448	*Dolly* para caña	44494	*Dolly* para caña	44200	*Dolly* para azúcar
	44399	*Dolly* para caña	44449	*Dolly* para caña	44495	*Dolly* para caña	44221	*Dolly* para azúcar
	44400	*Dolly* para caña	44450	*Dolly* para caña	44496	*Dolly* para caña		
	44401	*Dolly* para caña	44451	*Dolly* para caña			ADMINISTRACIÓN	
	44402	*Dolly* para caña	44452	*Dolly* para caña	DE FRENTE		4450	*Dolly* para administraciones
	44403	*Dolly* para caña	44453	*Dolly* para caña	44104	*Dolly* para frente	4451	*Dolly* para administraciones
	44404	*Dolly* para caña	44454	*Dolly* para caña	44135	*Dolly* para frente	4467	*Dolly* para administraciones
	44405	*Dolly* para caña	44455	*Dolly* para caña	44160	*Dolly* para frente	4475	*Dolly* para administraciones
	44406	*Dolly* para caña	44456	*Dolly* para caña	44162	*Dolly* para frente	4476	*Dolly* para administraciones
	44407	*Dolly* para caña	44457	*Dolly* para caña	44209	*Dolly* para frente	4478	*Dolly* para administraciones
	44408	*Dolly* para caña	44458	*Dolly* para caña	44225	*Dolly* para frente	25102	*Dolly* para administraciones
	44409	*Dolly* para caña	44459	*Dolly* para caña	44260	*Dolly* para frente	25103	*Dolly* para administraciones
	44410	*Dolly* para caña	44460	*Dolly* para caña	44276	*Dolly* para frente	25104	*Dolly* para administraciones
	44411	*Dolly* para caña	44461	*Dolly* para caña	44414	*Dolly* para frente	25105	*Dolly* para administraciones
	44412	*Dolly* para caña	44462	*Dolly* para caña	44415	*Dolly* para frente	25106	*Dolly* para administraciones
	44413	*Dolly* para caña	44463	*Dolly* para caña	44416	*Dolly* para frente		
	44418	*Dolly* para caña	44464	*Dolly* para caña				
	44420	*Dolly* para caña	44465	*Dolly* para caña	VARIOS			
	44421	*Dolly* para caña	44466	*Dolly* para caña	44634	*Dolly* para varios		
	44422	*Dolly* para caña	44467	*Dolly* para caña	44635	*Dolly* para varios		
	44423	*Dolly* para caña	44468	*Dolly* para caña	44636	*Dolly* para varios		
	44424	*Dolly* para caña	44469	*Dolly* para caña	44637	*Dolly* para varios		
	44425	*Dolly* para caña	44470	*Dolly* para caña	44638	*Dolly* para varios		
	44426	*Dolly* para caña	44471	*Dolly* para caña	44640	*Dolly* para varios		
	44427	*Dolly* para caña	44472	*Dolly* para caña	44641	*Dolly* para varios		
	44428	*Dolly* para caña	44473	*Dolly* para caña	44642	*Dolly* para varios		
	44429	*Dolly* para caña	44474	*Dolly* para caña	44643	*Dolly* para varios		
	44430	*Dolly* para caña	44475	*Dolly* para caña	44644	*Dolly* para varios		
	44431	*Dolly* para caña	44476	*Dolly* para caña	44652	*Dolly* para varios		
	44432	*Dolly* para caña	44478	*Dolly* para caña	44741	*Dolly* para varios		
	44433	*Dolly* para caña	44479	*Dolly* para caña				
	44434	*Dolly* para caña	44480	*Dolly* para caña				
	44435	*Dolly* para caña	44481	*Dolly* para caña				
	44436	*Dolly* para caña	44482	*Dolly* para caña				
	44437	*Dolly* para caña	44483	*Dolly* para caña				
	44438	*Dolly* para caña	44484	*Dolly* para caña				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. **Programación de MPS, viernes, *dolly***

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
VIERNES	44497	*Dolly* para caña	44550	*Dolly* para caña	44613	*Dolly* para caña	44229	*Dolly* para azúcar
	44498	*Dolly* para caña	44551	*Dolly* para caña	44614	*Dolly* para caña	44346	*Dolly* para azúcar
	44499	*Dolly* para caña	44552	*Dolly* para caña	44615	*Dolly* para caña	44351	*Dolly* para azúcar
	44500	*Dolly* para caña	44553	*Dolly* para caña	44616	*Dolly* para caña	44352	*Dolly* para azúcar
	44501	*Dolly* para caña	44554	*Dolly* para caña	44617	*Dolly* para caña	44353	*Dolly* para azúcar
	44502	*Dolly* para caña	44555	*Dolly* para caña	44618	*Dolly* para caña	44354	*Dolly* para azúcar
	44503	*Dolly* para caña	44556	*Dolly* para caña	44619	*Dolly* para caña	44355	*Dolly* para azúcar
	44504	*Dolly* para caña	44557	*Dolly* para caña	44620	*Dolly* para caña	44356	*Dolly* para azúcar
	44505	*Dolly* para caña	44558	*Dolly* para caña	44632	*Dolly* para caña	44358	*Dolly* para azúcar
	44506	*Dolly* para caña	44559	*Dolly* para caña	44633	*Dolly* para caña	44359	*Dolly* para azúcar
	44507	*Dolly* para caña	44560	*Dolly* para caña	44639	*Dolly* para caña	44361	*Dolly* para azúcar
	44508	*Dolly* para caña	44561	*Dolly* para caña	44645	*Dolly* para caña		
	44509	*Dolly* para caña	44562	*Dolly* para caña			ADMINISTRACIÓN	
	44510	*Dolly* para caña	44563	*Dolly* para caña	DE FRENTE		25107	*Dolly* para administraciones
	44511	*Dolly* para caña	44564	*Dolly* para caña	44417	*Dolly* para frente	25109	*Dolly* para administraciones
	44512	*Dolly* para caña	44568	*Dolly* para caña	44419	*Dolly* para frente	25110	*Dolly* para administraciones
	44513	*Dolly* para caña	44571	*Dolly* para caña	44565	*Dolly* para frente	25111	*Dolly* para administraciones
	44514	*Dolly* para caña	44572	*Dolly* para caña	44566	*Dolly* para frente	25112	*Dolly* para administraciones
	44515	*Dolly* para caña	44573	*Dolly* para caña	44569	*Dolly* para frente	25115	*Dolly* para administraciones
	44516	*Dolly* para caña	44574	*Dolly* para caña	44570	*Dolly* para frente	44528	*Dolly* para administraciones
	44517	*Dolly* para caña	44575	*Dolly* para caña	44576	*Dolly* para frente	44547	*Dolly* para administraciones
	44518	*Dolly* para caña	44577	*Dolly* para caña	44582	*Dolly* para frente	44772	*Dolly* para administraciones
	44519	*Dolly* para caña	44578	*Dolly* para caña	44583	*Dolly* para frente	44773	*Dolly* para administraciones
	44520	*Dolly* para caña	44579	*Dolly* para caña	44587	*Dolly* para frente	44774	*Dolly* para administraciones
	44521	*Dolly* para caña	44580	*Dolly* para caña	44589	*Dolly* para frente		
	44522	*Dolly* para caña	44581	*Dolly* para caña				
	44523	*Dolly* para caña	44584	*Dolly* para caña	VARIOS			
	44524	*Dolly* para caña	44585	*Dolly* para caña	44742	*Dolly* para varios		
	44525	*Dolly* para caña	44586	*Dolly* para caña	44743	*Dolly* para varios		
	44526	*Dolly* para caña	44588	*Dolly* para caña	44744	*Dolly* para varios		
	44527	*Dolly* para caña	44590	*Dolly* para caña	44745	*Dolly* para varios		
	44535	*Dolly* para caña	44591	*Dolly* para caña	44746	*Dolly* para varios		
	44536	*Dolly* para caña	44593	*Dolly* para caña	44747	*Dolly* para varios		
	44537	*Dolly* para caña	44594	*Dolly* para caña	44748	*Dolly* para varios		
	44538	*Dolly* para caña	44595	*Dolly* para caña	44749	*Dolly* para varios		
	44539	*Dolly* para caña	44596	*Dolly* para caña	44750	*Dolly* para varios		
	44540	*Dolly* para caña	44600	*Dolly* para caña	44751	*Dolly* para varios		
	44541	*Dolly* para caña	44604	*Dolly* para caña	44752	*Dolly* para varios		
	44542	*Dolly* para caña	44606	*Dolly* para caña	44753	*Dolly* para varios		
	44543	*Dolly* para caña	44607	*Dolly* para caña				
	44544	*Dolly* para caña	44608	*Dolly* para caña				
	44545	*Dolly* para caña	44609	*Dolly* para caña				
	44546	*Dolly* para caña	44610	*Dolly* para caña				
	44548	*Dolly* para caña	44611	*Dolly* para caña				
	44549	*Dolly* para caña	44612	*Dolly* para caña				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. **Programación de MPS, sábado, *dolly***

	CAÑA		CAÑA		CAÑA		AZÚCAR	
	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO	ID	GRUPO
SABADO	44646	*Dolly* para caña	44692	*Dolly* para caña	44737	*Dolly* para caña	44362	*Dolly* para azúcar
	44647	*Dolly* para caña	44693	*Dolly* para caña	44738	*Dolly* para caña	44363	*Dolly* para azúcar
	44648	*Dolly* para caña	44694	*Dolly* para caña	44739	*Dolly* para caña	44364	*Dolly* para azúcar
	44649	*Dolly* para caña	44695	*Dolly* para caña	44740	*Dolly* para caña	44365	*Dolly* para azúcar
	44650	*Dolly* para caña	44696	*Dolly* para caña	44764	*Dolly* para caña	44366	*Dolly* para azúcar
	44651	*Dolly* para caña	44697	*Dolly* para caña	44765	*Dolly* para caña	44367	*Dolly* para azúcar
	44653	*Dolly* para caña	44698	*Dolly* para caña	44766	*Dolly* para caña	44368	*Dolly* para azúcar
	44654	*Dolly* para caña	44699	*Dolly* para caña	44767	*Dolly* para caña	44369	*Dolly* para azúcar
	44655	*Dolly* para caña	44700	*Dolly* para caña	44768	*Dolly* para caña	44370	*Dolly* para azúcar
	44656	*Dolly* para caña	44701	*Dolly* para caña	44769	*Dolly* para caña	44371	*Dolly* para azúcar
	44657	*Dolly* para caña	44702	*Dolly* para caña	44770	*Dolly* para caña	44477	*Dolly* para azúcar
	44658	*Dolly* para caña	44703	*Dolly* para caña	44771	*Dolly* para caña		
	44659	*Dolly* para caña	44704	*Dolly* para caña			ADMINISTRACIÓN	
	44660	*Dolly* para caña	44705	*Dolly* para caña	DE FRENTE		44775	*Dolly* para administraciones
	44661	*Dolly* para caña	44706	*Dolly* para caña	44592	*Dolly* para frente	44776	*Dolly* para administraciones
	44662	*Dolly* para caña	44707	*Dolly* para caña	44597	*Dolly* para frente	44777	*Dolly* para administraciones
	44663	*Dolly* para caña	44708	*Dolly* para caña	44598	*Dolly* para frente	44778	*Dolly* para administraciones
	44664	*Dolly* para caña	44709	*Dolly* para caña	44599	*Dolly* para frente	44779	*Dolly* para administraciones
	44665	*Dolly* para caña	44710	*Dolly* para caña	44601	*Dolly* para frente	44780	*Dolly* para administraciones
	44666	*Dolly* para caña	44711	*Dolly* para caña	44602	*Dolly* para frente	44781	*Dolly* para administraciones
	44667	*Dolly* para caña	44712	*Dolly* para caña	44603	*Dolly* para frente	44783	*Dolly* para administraciones
	44668	*Dolly* para caña	44713	*Dolly* para caña	44605	*Dolly* para frente	44784	*Dolly* para administraciones
	44669	*Dolly* para caña	44714	*Dolly* para caña			44785	*Dolly* para administraciones
	44670	*Dolly* para caña	44715	*Dolly* para caña	VARIOS			
	44671	*Dolly* para caña	44716	*Dolly* para caña	44754	*Dolly* para varios		
	44672	*Dolly* para caña	44717	*Dolly* para caña	44755	*Dolly* para varios		
	44673	*Dolly* para caña	44718	*Dolly* para caña	44756	*Dolly* para varios		
	44674	*Dolly* para caña	44719	*Dolly* para caña	44757	*Dolly* para varios		
	44675	*Dolly* para caña	44720	*Dolly* para caña	44758	*Dolly* para varios		
	44676	*Dolly* para caña	44721	*Dolly* para caña	44759	*Dolly* para varios		
	44677	*Dolly* para caña	44722	*Dolly* para caña	44760	*Dolly* para varios		
	44678	*Dolly* para caña	44723	*Dolly* para caña	44796	*Dolly* para varios		
	44679	*Dolly* para caña	44724	*Dolly* para caña	44801	*Dolly* para varios		
	44680	*Dolly* para caña	44725	*Dolly* para caña	44802	*Dolly* para varios		
	44681	*Dolly* para caña	44726	*Dolly* para caña	44803	*Dolly* para varios		
	44682	*Dolly* para caña	44727	*Dolly* para caña	44804	*Dolly* para varios		
	44683	*Dolly* para caña	44728	*Dolly* para caña				
	44684	*Dolly* para caña	44729	*Dolly* para caña				
	44685	*Dolly* para caña	44730	*Dolly* para caña				
	44686	*Dolly* para caña	44731	*Dolly* para caña				
	44687	*Dolly* para caña	44732	*Dolly* para caña				
	44688	*Dolly* para caña	44733	*Dolly* para caña				
	44689	*Dolly* para caña	44734	*Dolly* para caña				
	44690	*Dolly* para caña	44735	*Dolly* para caña				
	44691	*Dolly* para caña	44736	*Dolly* para caña				

Fuente: elaboración propia.

2.2.11.3. Recurso humano

Las actividades de mantenimiento preventivo semanal se llevarán a cabo durante las 24 horas del día en dos turnos, diurno y nocturno. Para satisfacer la demanda de trabajos se requiere de un total de 53 colaboradores, incluyendo al supervisor.

Tabla LXII. **Distribución de personal MPS**

Personal	Turno		Cantidad Total	Pistas C/Turno			
	Diurno	Nocturno		9	10	11	12
Supervisor	1		1	1			
Encargado	1	1	2	1			
Mecánico	4	4	8	1	1	1	1
Electromecánico	4	4	8	1	1	1	1
Soldador	8	8	16	2	2	2	2
Llantero	8	8	16	2	2	2	2
Encargado de control de llantas	1	1	2	1			
TOTAL			53				

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de colaboradores se ha reducido a 53, anteriormente eran 61, ya que según la programación de MPS, en la tabla XLVIII, las actividades de MPS se deben llevar a cabo en seis días y el séptimo día para las unidades que no se presenten en los días anteriores y apoyar al MPD.

Para las actividades de mantenimiento, según el tiempo establecido en las rutas de mantenimiento semanal, es necesario:

- Un mecánico en cada pista de trabajo ya que la carga de trabajo es durante las 24 horas en cada pista.

- La cantidad de soldadores, debido al tipo de operaciones que llevan a cabo y con ayuda de la experiencia de los supervisores, se recomienda que sean ubicados dos soldadores por cada pista. Como algunos trabajos son dentro de las unidades y otros en las partes superiores de las unidades, para lo que deben utilizar escaleras, lo cual significa mayor inversión de tiempo en llevar a cabo la ruta de mantenimiento.
- Un electromecánico por cada pista, debido a que las actividades se realizan las 24 horas y siempre debe haber un colaborador para llevar a cabo la ruta de mantenimiento.
- Se asignará a dos llanteros por pista, debido a que las operaciones de mantenimiento que deben hacer requieren que se realicen en pareja.

2.2.12. Insumos

Los insumos son materiales específicos que utiliza el personal para llevar a cabo las rutas de mantenimiento preventivo. Hay materiales que no se utilizan en MPD debido a la diferencia que existe en las operaciones a realizar.

Tabla LXIII. **Insumos**

Insumos			Ruta MP	
Código	**Descripción**	**Cantidad**	**Diario**	**Semanal**
1000273	Aceite 85W 140	1/2 galón		X
1031115	Aceite hidra. ATFMD3	Lo necesario		X
1041371	Acetileno	Lo necesario	X	X
1112577	Batería 12 V	1		X
1008143	Crayón para marcar llantas	1	X	X
1003636	Cilindro de oxígeno	Lo necesario	X	X
1000278	Grasa extra duty Molly 462	5 libras		X
1008143	Penetrante aflojalotodo	1		X
1000332	Tiza	1	X	X
1066809	Wypall L20, airflex	1 hoja	X	X
1014734	*Wype* fino	1/4 libra	X	X

Fuente: elaboración propia.

2.2.13. Control del mantenimiento preventivo

Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.

2.2.13.1. Registro de evaluación

Para tener información de qué operaciones de corrección se le realizan a las unidades en las rutas de mantenimiento, se establece el registro de evaluación en el cual cada operario debe anotar las fallas que detectó durante el MPD o MPS. El formato se realizó agrupando las operaciones de mantenimiento a las que son sometidas todas las unidades y utilizar el mismo formato para los dos mantenimientos, con esto se ahorrará en papel, costos de imprenta de los formatos, no aumentar la documentación que controla el Departamento y no tener que generar un formato por cada tipo de unidad. El formato (registro) se presenta a continuación.

Tabla LXIV. **Registro de evaluación**

Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	REGISTRO DE EVALUACIÓN DE UNIDADES DE TRANSPORTE				
Fecha:	ID:		Código:		
ESTADO: B=Bueno C=Cambiar R=Reparar			MPD ( ) MPS ( )		
SISTEMA DE FRENOS	**ESTADO**	**OBSERVACIONES**	**SISTEMA ESTRUCTURAL**	**ESTADO**	**OBSERVACIONES**
Acople rápido			Protectores de mangueras		
Mangueras paso de aire			Pin Master		
Tambores			Espejo de pin master		
Fricciones			Travesaños		
Resortes de fricciones			Cajuelas de patas		
Cremalleras			Cadenas		
Rach			Soporte de cadenas		
S de freno			Pasadores de patas		
Bushing de S			Barandas		
Termofreno			Pasadores de canasta		
Manguera termoplástica			Bushing		
Válvula A-1000			Matabuey		
Depósito de aire			W, L y parales laterales		
SISTEMA DE SUSPENSIÓN			Bases de lámparas		
Resortaje			Espejo de loro		
Tornillos de centro			Loro		
Almohadillas			Cartabones		
Lañas			Chasis		
Bases de tensor			**SISTEMA HIDRÁULICO**		
Tensores			Acople		
Balancines			Manguera		
Bushing			Fitting cilindro de levante		
Cargadores			Cilindro de levante		
Barra *trunnion*			**SISTEMA ELÉCTRICO**		
Tapaderas de punta			Chicote		
SISTEMA DE RODAJE			Conectores		
Espárragos			Luces		
Tapaderas de bufa			Árnes		
Nivel de aceite			**SISTEMA NEUMÁTICO**		
Bufas			Termofrenos		
Retenedores			Llave de bola		
Ejes			Varillas		
			Pasadores de varillas		
			Seguros de pasadores		
OBSERVACIONES GENERALES					

Fuente: elaboración propia, basado en rutas de mantenimiento.

2.2.13.2. Control de asignación de materiales y repuestos

Como en toda área de trabajo, es necesario tener un control estricto de los repuestos y materiales con el objetivo de evitar pérdidas y malos cargos de los mismos. En el caso en el que cargan repuestos y materiales a unidades que no los utilizan, por ejemplo que a un *dolly* se le cargue material eléctrico y esta unidad no cuenta con sistema eléctrico. Este tipo casos se dan por la variedad de repuestos y materiales que utilizan las unidades, además los supervisores y encargados no tienen una herramienta adecuada para verificar qué se le carga a cada unidad.

La empresa cuenta con un sistema electrónico de generación de requisición de repuestos y materiales, por medio del cual los colaboradores notifican qué materiales utilizan en los trabajos a realizar. Pero, debido a la elevada cantidad de trabajos que se realizan diariamente, los supervisores no se dan abasto para verificar si el material requerido es el correcto para cada unidad. Por lo tanto, se propone implementar la restricción de materiales y repuestos por medio del código asignado por el sistema de bodega. Esta restricción es la asignación de los materiales que las unidades utilizan específicamente, evitando que si la unidad no utiliza algún repuesto se le pueda realizar cargo alguno y si la unidad, por alguna modificación, requiere de ese repuesto restringido, el operario debe solicitar verbalmente la autorización del supervisor para que este compruebe si el material es requerido y aplicable en la unidad.

Ejemplos de la restricción:

- Se tiene el repuesto llamado Acople rápido de ¼” fnpt milton dc 20, código 1050522. Este repuesto lo utilizan todas las unidades excepto los *Dolly*, debido a que estos no tienen conexión neumática. Si, por alguna razón, un colaborador quiere requerir este repuesto para un *dolly* el sistema automáticamente le negará su solicitud.

- Se tiene el repuesto llamado cilindro (Maxi-brake) doble servicio, código 1006608. Este repuesto es utilizado por las góndolas de volteo, grupo de transportes varios, es utilizado para abrir y cerrar la compuerta de la canasta y debido a que solo este tipo de unidades tiene ese mecanismo solo a estas unidades se le podrá cargar este repuesto.

A continuación se presenta el listado de materiales que están asignados a cada grupo de transporte (caña de azúcar, azúcar, varios e individualmente *dolly*) y se realizó un promedio de la cantidad de materiales y repuestos que serán requeridos para cumplir con las operaciones de mantenimiento preventivo durante los periodos de zafra. La equis (x) marca a qué grupo de transporte es permitido la asignación de materiales o repuestos.

Tabla LXV. **Asignación de repuestos y materiales**

Núm.	CÓDIGO BODEGA	DESCRIPCIÓN	CONSUMO ZAFRA	UM	CAÑA	*DOLLY*	AZÚCAR	VARIOS
1	1050522	ACOPLE RAPIDO DE 1/4" FNPT MILTON DC20	901	Un	X		X	X
2	1016605	ACOPLE RAPIDO RECTO FNPT 1/4"	834	Un	X		X	X
3	1010394	ADAPTADOR 2038-4-8	1 167	Un	X			X
4	1050523	ADAPTADOR HEMBRA 1/4"	350	Un	X		X	X
5	1020677	ALMA 3/8"	3 721	Un	X	X	X	X
6	1022443	ALMA DE 1/2	20	Un	X		X	X
7	1112577	BATERIA 12V. # EP-31T/HD MARCA ENERGYZER 950 CCA	6	Un				X
8	1115108	*BUSHIN* DE BALANCIN "A" 3" X 1,1/2" X 4"L.	47	Un	X			X
9	1115110	*BUSHING* DE BALANCIN "C" 3" X 1 1/2" X 1 1/2"L.	56	Un	X			X
10	1012027	*BUSHING* E1980, M1449 DE 7/8" P/TENSOR 09729-01	74	Un	X		X	X
11	1088573	*BUSHING* FOR GUIDE PLATE 091P360AGR	21	Un			X	
12	1050357	*BUSHING* FOR HISTER DE 3" E-7457 POLIURETANO	20	Un				X
13	1088572	*BUSHING* FOR ROD GUIDE 111P360AGR	12	Un			X	
14	1057789	*BUSHING* P/BALANCIN 1.1/4" 0649-00	23	Un		X	X	X
15	1041628	*BUSHING* P/BALANCIN REYCO 146282-01	471	Un	X	X	X	X
16	1075530	*BUSHING* P/BARRA DE TRUNNION NEWAY E-7486	157	Un	X		X	X
17	1003056	*BUSHING* P/ESES # M-571-B, 1163 E536	13	Un	X			
18	1006062	*BUSHING* P/ESES E661 EXTRA LARGO	39	Un	X		X	
19	1010869	*BUSHING* P/ESES GRUESA M1049, E1567	8	Un	X			
20	1115112	*BUSHING* PARA LANZA 3" X 1 1/2" X 3" C/GRASERA	16	Un		X		
21	1031600	*BUSHING* REYCO T5493, EUCLID E-1160	695	Un		X	X	X
22	1011978	CADENA 3/4 CAÑERA P/JAULA	125	Pi	X			
23	1068672	CADENA DE 5/8" CAÑERA P/JAULA GRADO 100	1 287	Pi	X	X		
24	1082497	CADENA GRADO 70 DE 3/8" (CAÑERA P/JAULA)	3 664,6	Pi	X			
25	1016593	CANDELA DE EMERGENCIA P/VALVULA A-1000	85	Un	X		X	X
26	1108483	CAPIRUCHO CORTO DERECHO (E7895R)	4 428	Un	X	X	X	X
27	1108484	CAPIRUCHO CORTO IZQUIERDO (E7895L)	101	Un	X	X		X
28	1003143	CAPIRUCHO DERECHO E5549 "R"	3 626	Un	X	X	X	X
29	1003142	CAPIRUCHO IZQUIERDO E5549 "L"	4 865	Un	X	X	X	X
30	1006608	CILINDRO (MAXI-BRAKE) DOBLE SERVICIO	43	Un				X
31	1022242	CILINDRO AIRE (MAXI-BRAKE) TIPO 24	25	Un	X		X	X
32	1008621	CILINDRO AIRE (MAXI-BRAKE) TIPO 30	111	Un	X		X	X
33	1074302	CILINDRO HIDRAULICO PARKER 2000 PSI	4	Un				X
34	1010398	CONECTOR FEMALE DE 1/4" NPT ARO # 210	464	Un	X		X	X
35	1012392	CONECTOR HEMBRA ELECTRICO P/CHICOTE	438	Un	X		X	X
36	1032617	CONECTOR MACHO ELECTRICO	821	Un	X		X	X
37	1010399	CONECTOR MALE 1/4" NPT ARO 210-212	30	Un	X		X	X
38	1034303	CONECTOR RECTO HEMBRA 1/2"	4	Un				X
39	1050276	CREMALLERA PARA "S" DELGADA DE 1.1/2"	328	Un	X		X	X
40	1073861	CREMALLERA PARA ANCLA DE ESE E-11952	95	Un	X			X
41	1003034	DIAFRAGMA TIPO 24	7	Un	X		X	

Continuación de la tabla LXV.

42	1003035	DIAFRAGMA TIPO 30, M466	182	Un	X		X	X
43	1011202	DRAWBARS (HALADOR) BD61030	406	Un		X		
44	1107630	EJE REDONDO 5" X 71.5" 30,000 LBS.	26	Un	X	X	X	X
45	1107631	EJE REDONDO 5" X 71.5" 30,000 LBS.	3	Un	X	X	X	X
46	1007662	EQUALIZER SHAFT 14683-01, E7719	763	Un	X	X		
47	1007664	EQUALIZER SHAFT NUT E2854, 08914-01	696	Un	X	X		
48	1047627	ESE GRUESA E-9734 DE 1.5/8" X 20.7/16" R DE LARGO	10	Un	X			X
49	1047626	ESE GRUESA E-9733 DE 1.5/8" X 20.7/16" L DE LARGO	8	Un	X			X
50	1112007	ESE Q-PLUS DE 1.5/8"X20.13/32"X1.1/2" RH	14	Un	X			X
51	1112006	ESE Q-PLUS DE 1.5/8"X20.13/32"X1.1/2" LH	16	Un	X			X
52	1081750	HALADOR DE CANDADO DE TORNAMESA HOLLAND	44	Un		X		
53	1067178	HALADOR PRIMARIO DE TORNAMESA XA-71 HOLLAND	12	Un		X		
54	1067179	HALADOR SECUNDARIO DE TORNAMESA XA-71 HOLLAND	20	Un		X		
55	1009235	HEMBRA 1/2"X4"	357,5	Pi	X	X	X	X
56	1010642	HEMBRA 1/4"X1"	20	Pi				X
57	1007906	HEMBRA 1/4"X2"	538,5	Pi	X	X	X	X
58	1010640	HEMBRA 1/4"X3"	108	Pi	X	X	X	X
59	1007911	HEMBRA 1/8"X1.1/2"	20	Pi			X	
60	1012945	HEMBRA 1/8"X3/4"	60	Pi				X
61	1017241	HEMBRA 1/8"X4"	26	Pi			X	X
62	1010636	HEMBRA 3/8"X2.1/2"	1 650,5	Pi	X	X		X
63	1099156	HEMBRA A.I. 1/8"X1.1/4"	47	Pi			X	
64	1009232	HEMBRA H.N. 1/4"X1.1/2"	92	Pi	X	X	X	X
65	1010639	HEMBRA H.N. 1/8"X1"	723	Pi	X		X	X
66	1083252	HOJA DE RESORTAJE PRINCIPAL P/SUSPENSION	18	Un	X			
67	1071359	HOJA DE RESORTE PRIMERA P/HDTS60 TRA 3508-1	42	Un	X			
68	1006598	HOJA PRINCIPAL DE RESORTE P/JAULA 22"X22"X3"X1/2"	1 308	Un	X	X	X	X
69	1073579	INSERTO PARA CONECTOR MACHO, 7 VIAS, PHILIPS	464	Un			X	X
70	1073578	INSERTO PARA RECEPTACULO HEMBRA, 7 VIAS. PHILIPS	227	Un			X	X
71	1072698	KIT DE FRICCION DE FRENO 4515	823	Un	X		X	X
72	1072697	KIT DE FRICCION DE FRENO 4707	907	Un	X		X	X
73	1106048	KIT DE FRICCION DE FRENO EXTREME 4515	393	Un	X		X	X
74	1106047	KIT DE FRICCION DE FRENO EXTREME 4707	576	Un	X		X	X
75	1065252	KIT DE RODOS DE FRENOS ROCKWELL MKT4515QHDN	21	Un	X		X	
76	1054455	KIT DE RODOS P/ FRENOS MKT4515Q	165	Un	X		X	X
77	1046906	KIT P/LORO PREMIER 2400 8 HOYOS	90	Un	X		X	X
78	1022085	KIT PARA LORO HOLLAND GUB ENSAMBLAJE XA-02536	29	Un	X		X	X
79	1052098	KIT PARA TAPADERA DE BUFA 359-5995	147	Un	X	X	X	X
80	1012422	LAMINA EXPANDED METAL P/PISO 1/4"X4'X8'	132	P2	X	X	X	
81	1003686	LAMINA H.N. 1"X4'X8'	827,5	P2	X		X	X
82	1073714	LAMINA H.N. 1"X6'X20'	469	P2	X		X	X
83	1073716	LAMINA H.N. 1/2"X6'X20'	3358	P2	X	X	X	X
84	1073718	LAMINA H.N. 1/4"X6'X20'	3 407,5	P2	X	X	X	X
85	1006776	LAMINA H.N. 1/8"X4'X8'	381	P2	X		X	X
86	1073719	LAMINA H.N. 1/8"X6'X20'	3 949	P2	X	X	X	X
87	1003687	LAMINA H.N. 3/16"X6'X20'	1 158	P2	X		X	X
88	1006777	LAMINA H.N. 3/8"X4'X8'	308	P2	X	X	X	X

Continuación de la tabla LXV.

89	1073721	LAMINA H.N. 3/8"X6'X20'	2 227	P2	X	X	X	X
90	1073723	LAMINA H.N. 5/8"X6'X20'	1 570	P2	X	X	X	X
91	1081281	LAMPARA LATERAL LED # M23O15- MAXXIMA	1 330	Un	X		X	X
92	1055884	LAMPARA STOP LED M42323R	1 927	Un	X		X	X
93	1059037	LANZA COMPLETA CON LLAVE 915-769	82	Un				
94	1040901	LAÑA CUADRADA COMPLETA 1.1/8" X 5" X 15"	18	Un	X		X	
95	1050505	LAÑA DE 1.1/8" X 5.3/4" X 16" E-4418A	222	Un	X			
96	1015475	LAÑA DE 7/8X3X14" E-2366A,M-1492,UBK1225	2 062	Un	X	X	X	X
97	1023099	LAÑA DE 7/8X3X16" UBK126, EUB5161-16	269	Un	X	X	X	X
98	1018547	LAÑA E-UB5165-14, E-2368A	32	Un			X	X
99	1075725	LAÑA P/SUSPENSION NEWAY 1.1/8 X 5.11/16 X 14.1/2	64	Un	X			X
100	1040900	LAÑA REDONDA COMPLETA DE 3/4" X 5.1/8" X 8",	34	Un	X			X
101	1068351	LAÑA REDONDA DE 5/8" X 5" X 8" ROSCA FINA	970	Un	X		X	
102	1017243	LORO PREMIER 2400 DE 10 HOYOS CON CAMARA DE AIRE	24	Un	X		X	X
103	1092575	LORO PREMIER 2880 CAPACIDAD DE 170,000 LBS	215	Un	X			X
104	1075102	PIN MASTER HOLLAND KP-AAR880-B	233	Un	X		X	X
105	1017045	RESORTAJE 1/2X3X44 10 HOJAS 4 PRINCIPAL TRA2349A3	126	Un	X	X	X	X
106	1080548	RESORTAJE DE 3 HOJAS HUTCH TRA-2727	30	Un			X	X
107	1084957	RESORTAJE HUTCH TRA2740PTP DE 3 HOJAS DE 1"	21	Un			X	X
108	1080078	RESORTAJE PARA SUSPENSION NE-WAY 60,000 LBS	4	Un	X			
109	1059122	RESORTE 17-125 DE 25" P/MANGUERAS PHILIPS	377	Un	X		X	X
110	1070268	RESORTE 9 HOJAS WATSON HDTS60 SP-0243	5	Un	X			
111	1048800	RESORTE DE 1 ARGOLLA P/LORO PREMIER, 2072A	15	Un	X		X	X
112	1023175	RESORTE E-2767, 1171	902	Un			X	X
113	1002142	RETENEDOR 370025A 2110, 46300 MARCA SKF PLUS XL	1 001	Un	X	X	X	X
114	1002144	RETENEDOR 370036-A, 747400,40136 CR	28	Un	X	X	X	X
115	1016522	RETENEDOR 370065, 376590, 69596	69	Un		X		X
116	1113863	RUBBERS TIMBREN PARA SUSPENSION DE DOLLYS	16	Un	X	X		
117	1003060	SEGURO M1046, 191, E1569 ESE GRUESA	127	Un	X	X		X
118	1023219	SEGURO M1523, E801 DE 1.1/8 P/PASADOR	122	Un	X			X
119	1014875	SEGURO P/ ESE DELGADA 190, M579, E526	63	Un	X		X	X
120	1061752	SET HM212049/HM212011 (CONO+CUNA)	182	Un	X	X	X	X
121	1061753	SET HM218248/HM218210 (CONO+CUNA)	178	Un	X	X	X	X
122	1061754	SET HM518445/HM518410 (CONO+CUNA)	34	Un		X		X
123	1059121	SOPORTE 17-157 PARA 03 MANGUERAS PHILIPS	121	Un	X			
124	1080410	SPREING END PAD E-8665 (SANWICH P/SUSP. HOSCH)	22	Un	X			
125	1040899	SPRING END CAP E-1330 RUBBER (SANWICH)	321	Un	X			
126	1023723	STEP JAM& WEDGE WE-200-L KIT DE TORNAMESA	13	Un		X		
127	1097598	TAMBOR TRACERO GUNITE PARA JAULA 3600AX	44	Un	X			
128	1063394	TAPADERA P/BASE CENTRAL DE BARRA TRUNIOM	12	Un	X			
129	1061873	TAPADERA P/BASE DE RESORTAJE SUS-NEW-WAY	15	Un	X			
130	1003073	TAPADERA P/BUFA 06 AGUJEROS 340-4009	396	Un	X	X	X	X
131	1003074	TAPADERA P/BUFA PLASTICA M1052,	11	Un	X		X	X
132	1005282	TAPON DE METAL P/VALVULA DE LLANTA	12 072	Un	X	X	X	X
133	1012026	TAPON P/TAPADERA DE BUFA COLOR ROJO	251	Un	X	X	X	
134	1001582	TEE GALV. 1/4"	186	Un			X	X

Continuación de la tabla LXV.

135	1062305	TENSOR AJUSTABLE DE 01 PULGADA AMBOS LADOS	21	Un		X	X	X
136	1011245	TENSOR AJUSTABLE REYCO 1035-20, E4824	4	Un			X	
137	1043262	TENSOR FIJO BUSHING ENCONTRADO DE 1"	15	Un	X	X	X	X
138	1062306	TENSOR FIJO DE 01 PULGADA AMBOS LADOS E3284C	8	Un		X		X
139	1007736	TENSOR FIJO E4825,0075-20	2	Un			X	
140	1007675	TENSOR FIJO TRASERO 18.7/8", E2856	8	Un		X		X
141	1043259	TENSOR ROSCABLE P/BUSHING ENCONTRADO DE 1"	18	Un		X		X
142	1043260	TENSOR ROSCABLE P/BUSHING ENCONTRADO DE 1" Y 7/8"	18	Un	X	X	X	X
143	1006735	TERMINAL 8781353128 BOSCH, TC-5/16 AMARILLA	252	Un	X		X	X
144	1006729	TERMINAL AMARILLO TC-157	63	Un	X			X
145	1029315	TERMINAL D/ARGOLLA P/CABLE 10 Y 12	163	Un	X		X	X
146	1016348	TERMINAL DE 1/2 R32023, TC-155	15	Un	X		X	X
147	1032934	TERMINAL DE ARGOLLA 2/0 7340 3/8	14	Un				X
148	1021133	TERMINAL HEMBRA P/CABLE 10-12	11	Un				X
149	1043193	TOP PLATE E-9553 08877-01	38	Un	X	X	X	X
150	1020447	TORNAMESA HOLLAND NUEVA 200,000 LBS	26	Un		X		
151	1061141	TORQUE ARM ASSEMBLY E-1023	194	Un	X			X
152	1007670	TORQUE ARM BOLT E1166, T5492	177	Un	X		X	X
153	1057096	TORQUE ARM BUSHING 722-00 (POLY) E-7453	33	Un	X			X
154	1007672	TORQUE ARM NUT E937, T5495	171	Un	X		X	X
155	1053491	TRUNNION CLAMP CASTING 910-01-055	5	Un	X			
156	1058808	TRUNNION CLAMP CASTING 910-01-056	34	Un	X			
157	1027079	TUBING 1/4"X3"X3"	1 972	Pi	X	X		X
158	1044148	TUBING 1/4"X3"X6"	203	Pi	X		X	X
159	1017240	TUBING 1/8"X2"X3"	60	Pi	X			
160	1017919	TUBING 3/16"X2"X3"	508	Pi	X	X	X	X
161	1020860	TUBING 3/16"X2"X4"	170	Pi	X			X
162	1017920	TUBING 3/16"X3"X3"	1 081	Pi	X	X	X	X
163	1017921	TUBING 3/16"X3"X5"	353,5	Pi	X			X
164	1048937	TUBING 3/8"X4"X6"	23	Pi	X			X
165	1060218	TUBING 3/8"X4"X8"	250	Pi	X		X	X
166	1008523	TUBING ASTM A500 1/4"X4"X6"	340	Pi	X		X	X
167	1008525	TUBING H.N. 1/4"X4"X4"	2652	Pi	X		X	X
168	1109448	TUBING H.N. 1/4"X4"X4"X40'	1 713,5	Un	X		X	X
169	1039264	TUBING RECTANG. 1/16"X1.1/2"X1.1/2"	218	Pi				X
170	1039265	TUBING RECTANG. 1/16"X1.1/4"X1.1/4"	210	Pi				X
171	1071852	TUBING RECTANG. H.N. 1/4"X2"X2"	52	Pi				X
172	1034206	TUBO CUAD. 1/8"X1.1/2"X1.1/2"	90	Pi			X	X
173	1082529	TUBO CUAD. A.I. 3/16"X3"X3"	10	Pi	X			
174	1012942	TUBO D/PROCESO 1"	192	Pi			X	
175	1010964	TUBO D/PROCESO 1/2"	20	Pi				X
176	1007023	TUBO D/PROCESO 2"	127	Pi	X	X	X	X
177	1006996	TUBO GALV. 1"	276	Pi			X	X
178	1007641	TUBO GALV. 1.1/2"	24	Pi				X
179	1007642	TUBO GALV. 1.1/4"	78	Pi				X
180	1007470	TUBO GALV. 2"	31	Pi				X

Continuación de la tabla LXV.

181	1007639	TUBO GALV. 3"	37	Pi				X
182	1007687	TUBO H.N. S/COSTURA 3/4"	43	Pi				X
183	1000442	TUBO H.N. S/COSTURA CED.40 8"	10	Pi				X
184	1000434	TUBO S/COSTURA CED.40 1"	725,5	Pi				X
185	1059188	TUBOS DE EPOXICAS MISC.	11	Un				X
186	1054026	TWIST LOCK PL-101	42	Un			X	
187	1001120	UNION COBRE P/MANGUERA PLASTICA 3/8"	1 199	Un			X	X
188	1021790	VALVULA D/BOLA 1/4	958	Un	X		X	X
189	1042553	VALVULA D/BOLA 2" CIERRE RAPIDO	81	Un				X
190	1009574	VALVULA D/BOLA 3" CIERRE RAPIDO	35	Un				X
191	1012040	VALVULA DE AIRE A-1000 MARCA SEALCO	46	Un			X	X
192	1045312	VARILLA LISA 7/8"	9.5	Pi				X
193	1012500	VARILLA LISA DE 1/2"	72,08	Pi	X			X
194	1015083	VARILLA LISA DE 1/4" (P/CONSTRUCCION)	38	Un				X
195	1010966	VARILLA LISA DE 3/8"	20	Pi				X
196	1018732	VARILLA LISA DE 5/8"	65,41	Pi	X			X
197	1009404	VIGA C 1/4"X2"X4"	228,5	Pi	X	X	X	X
198	1009402	VIGA C 1/4"X2"X6" 10.5LB	1 651	Pi	X	X	X	X
199	1009403	VIGA C 1/4"X2"X8"	1 442	Pi	X	X	X	X
200	1012212	VIGA H 8"X8"X3/8"	68	Pi		X		
201	1010850	WASHER E-1565 1.5/8" P/ESE GRUESA	315	Un	X			X
202	1045957	WINCH STANDAR 4"	63	Un	X		X	
203	1104668	ZAPATA P/FRICCION # 4707	373	Un	X			X

Fuente: elaboración propia.

2.2.13.3. Rendimiento de repuestos

Como es sabido, en el mantenimiento preventivo se busca evitar fallas antes que surjan, realizando revisiones, lubricando, limpiando. Otra manera de hacerlo es sustituyendo piezas de desgaste antes del fin de su vida útil.

Al sustituir las piezas antes de que surja la falla, se busca disminuir los costos provocados por realizar reparaciones en ruta, fincas, frentes de cosecha y desgaste de otros componentes. La disminución de costos se verá al final de cada zafra, analizando el número de asistencias que se realizaron y sus motivos.

Con base en el historial de cambio de repuestos, se ha determinado el rendimiento esperado de los repuestos que por la labor realizada sufren el mayor desgaste y que son considerados de mayor importancia. Con ayuda de la experiencia de los supervisores se han establecido los siguientes rendimientos.

Tabla LXVI. **Rendimiento de repuestos**

PRONÓSTICO DE RENDIMIENTOS							
Código	**Descripción**	**Años**		**Código**	**Descripción**	**Años**	
		Máx.	**Mín.**			**Máx.**	**Mín.**
1092575	Loro 2400	5,8	0,48	1011202	Drawbars (jalador)	3,7	0,04
1092575	Loro 2880	5,8	0,55	1007984	Eje sin freno	5,81	1,55
1061753	Set cojinete 218248 Int	5,81	1,72	1020447	Tornamesa Holland	5,81	1,55
1061752	Set cojinete 212049 Ext	5,81	1,72	1041628	*Bushing* reyco	3,92	0,17
1002142	Retenedor 370025	2,63	0,35	1016346	*Bushing* para tornamesa	2,95	0,01
1075102	Pin máster	2,67	0,77	1062306	Tensor fijo de 1 a 1" (corto)	5,81	1,55
1022242	Thermofreno tipo 24	5,03	0,32	1007675	Tensor fijo de 1 a 1" (largo)	5,81	1,55
1008621	Thermofreno tipo 30	5,67	0,36	1062305	Tensor ajustable de 1 a 1" (corto)	5,81	1,55
1006741	Eje con freno	5,81	1,72	1043259	Tensor ajustable de 1 a 1" (largo)	5,81	1,55
1106047	Fricciones 4707 clutches	1,25	0,64	1015475	Laña 7/8x2x14"	4,51	0,18
1072697	Fricciones 4707 cefric	3,97	0,77	1007669	Base de suspensión reyco	5,76	0,14
1106048	Fricciones 4515 clutches	1,23	0,50	1031600	*Bushing* encontrado	3,92	0,18
1072698	Fricciones 4515 cefric	3,97	0,48	1023365	Bufa 1000x20	5,81	1,55
1012040	Válvula A-1000	5,81	1,72	1003073	Tapadera de bufa 6 hoyos	5,64	0,01
1017203	*Rach* de 28 dientes	4,39	0,23	1017045	Resortaje de 10 hojas	5,7	0,31
1003080	*Rach* de 10 dientes	5,81	1,72	1006598	Hoja principal suspension reyco	4,35	0,14
1061741	Ese delgada de 1 1/2 L	5,81	1,72	1097449	Kit bases p/tornamesa	4,98	1,43
1044438	Ese delgada de 1 1/2 R	5,81	1,72	1070268	Resortaje 9 hojas Watson	5,81	1,72
1047626	Ese gruesa de 1 5/8 L	5,81	1,72	1071359	Hoja principal watson	5,81	1,72
1047627	Ese gruesa de 1 5/8 R	5,81	1,72	1071360	Hoja segunda watson	5,81	1,72
1073861	Cremallera de 1 5/8	5,29	0,74	1050505	Laña 1 1/8 X 5 3/4 X 16" WATSON	4,31	0,42
1016593	Candela de emergencia	3,48	0,55	1068351	Laña 5/8 x 5 x8" watson	5,63	0,30
1075530	*Bushing* para barra de trunnion	5,8	0,59	1007662	Tornillo para balancín, jaulas	2,28	0,48
1040899	*Bushing* sandwich	5,73	0,28	1007662	Tornillo para balancín, dolly	2,43	0,59

Fuente: elaboración propia, basado en el historial de cambio de repuestos.

Con ayuda de estos datos, cuando un repuesto falle, se procederá a determinar la causa de falla dependiendo cuál haya sido su rendimiento, ya que si falla después del tiempo de vida útil esperado, rendimiento máximo, se concluirá que el fallo fue por desgaste natural. Pero, si este falla antes de lo estimado, rendimiento mínimo, se investigará la causa, ya que podría ser por mala instalación, mal uso del equipo o causas ambientales.

Todo repuesto que falle entre el tiempo de rendimiento máximo y mínimo será analizado con el objetivo de encontrar opciones de mejora en el mantenimiento y que estos logren dar su máximo rendimiento.

Para llevar un control adecuado del cambio de repuesto, se establecerá el registro de los repuestos que sean cambiados por cada mecánico. Con esto se fortalecerá el control de la asignación de repuestos y disminuirán los daños provocados por un repuesto en mal estado.

Tabla LXVII. **Registro de cambio de repuesto**

MAGDALENA ¡Tierra dulce!	**Registro de cambio de repuesto**
Mantenimiento de maquinaria y equipo	

Código:		ID:	Fecha:
Código repuesto	Descripción	Causa	Fecha instalación

F. Supervisor F. Colaborador

Fuente: elaboración propia.

2.2.14. Costos de mantenimiento

Estos costos son los que se tienen que pagar por concepto de las operaciones de mantenimiento preventivo realizadas para conservar las unidades de transporte en buen estado y que no sufran daños que provoquen mayores gastos a causa de acciones correctivas.

Los costos estudiados son los que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento.

2.2.14.1. Costos por mano de obra

El mantenimiento preventivo se da durante los 7 días de la semana y las 24 horas del día, separando al personal en dos grupos, jornada diurna y nocturna.

El costo catorcenal por mano de obra que se tendrá para cumplir con todas operaciones de MPD con un total de 61 personas de diferentes puestos es de Q 197 126,20 y para MPS con un total de 53 personas de diferentes puestos es de Q 172 074,60. Entonces, para cumplir con todas las operaciones del mantenimiento preventivo se incurrirá en un costo de total de Q 382 187,10 catorcenalmente. El detalle se muestra a continuación:

Tabla LXVIII. **Costos por mano de obra**

	Personal		Salario catorcenal	Costo catorcenal	
Puesto	**MPD**	**MPS**		**MPD**	**MPS**
Supervisor	1	1	Q 4 300,00	Q 4 300,00	Q 4 300,00
Encargado	2	2	Q 4 131,05	Q 8 262,10	Q 8 262,10
Mecánico	16	8	Q 3 131,45	Q 50 103,20	Q 25 051,60
Electromecánico	8	8	Q 3 315,45	Q 25 051,60	Q 25 051,60
Soldador	16	16	Q 3 131,20	Q 53 043,20	Q 53 043,20
Llantero	16	16	Q 3 131,45	Q 50 103,20	Q 50 103,20
Encargado de control de llantas	2	2	Q 3 131,45	Q 6 262,90	Q 6 262,90
TOTAL	61	53		Q 197 126,20	Q 172 074,60

Fuente: elaboración propia, con información de la Administración de Recursos, Magrisa.

2.2.14.2. Costos por materiales fungibles

Son los costos en el mantenimiento provocado por todos aquellos materiales que son necesarios para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento preventivo, como pintura, tornillos, tuercas, focos, brocas, brochas, cuchillas, oxigeno, acetileno, papelería de oficina, entre otros.

Debido a la variedad de materiales, códigos y medidas, se realizó una agrupación con la que se puede obtener el costo de estos materiales para la temporada de zafra, con base en el historial de consumo de zafras pasadas.

Al utilizar estos materiales durante la zafra se tendrá un costo total de Q 857 727,01. Se debe tomar en cuenta que este costo se podrá reducir si las rutas de mantenimiento se llevan a cabo correctamente, porque un material de gran costo es la grasa y al aplicarla correctamente el consumo de esta disminuirá.

Tabla LXIX. **Costos por materiales fungibles**

COSTO POR MATERIALES FUNGIBLES		
Núm.	**Grupo**	**Costo**
1	ABRAZADERAS	Q 1 469,40
2	ACEITES ESPECIALES	Q 2 443,85
3	ACEITES HIDRAULICOS	Q 1 396,55
4	ALAMBRE GALVANIZADO Y DE AMARRE	Q 60,28
5	ALAMBRE Y CABLE	Q 4 715,80
6	ANGULARES	Q 7 241,05
7	ANTEOJOS	Q 14,18
8	BROCAS	Q 24,71
9	BROCHAS	Q 259,74
10	CASTIGADORES ALLEN	Q 7,10
11	CHAVETAS	Q 1 130,65
12	DESENGRASANTES	Q 188,09
13	DESINFECTANTES	Q 0,00
14	ELECTRODO PARA ACERO INOXIDABLE	Q 9 133,83
15	ELECTRODO PARA ALUMINIO	Q 6 825,48
16	ELECTRODO PARA AUTOGENA	Q 6 810,51
17	ELECTRODO PARA HIERRO DULCE	Q 9 4700,78
18	ELECTRODO PARA HIERRO FUNDIDO	Q 62 448,65
19	ELECTRODO PARA REVESTIMIENTO	Q 220,11
20	EQUIPO DE OFICINA	Q 5,45
21	FORMULARIOS IMPRESOS	Q 364,86
22	GASES P/CORTE (OXIGENO,ACETILENO,GAS)	Q 117 501,75
23	GRASAS	Q 410 564,68
24	GUANTES DE TODO TIPO	Q 152,10
25	HEMBRAS	Q 28 177,5
26	LAMINA DE EXPANDED METAL	Q 7 415,12
27	LAMINA GALVANIZADA	Q 26,01
28	LAMPARAS	Q 89,42
29	LIJA	Q 440,98
30	LIMAS Y LIMATONES	Q 12,99
31	LIMPIADORES	Q 1 250,64
32	LLAVES DE COPA Y MANERALES	Q 35,00
33	MANOMETROS	Q 7 185,33
34	MASCARILLAS	Q 1 814,98
35	MATERIAL PARA CORTAR (SOLDADURA)	Q 2 230,86
36	PAPEL HIGIENICO	Q 31,21
37	PAPELERIA DE OFICINA	Q 510,74
38	PEGAMENTOS EPOXICOS	Q 10 789,17
39	PIEDRAS P/ESMERIL Y DISCOS DE PULIR	Q 3 364,86
36	PINTURA ALTA TEMPERATURA	Q 2 417,16
37	PINTURA ANTICORROSIVA	Q 2 813,54
38	PINTURA DE ACEITE	Q 937,09
39	PINTURAS EN SPRAY	Q 5 677,02
40	REMACHES	Q 1 178,35
41	ROLDANAS DE PRESION	Q 152,24
42	ROLDANAS PLANAS	Q 1 153,06
39	ROTULOS Y SEÑALIZACIONES	Q 1 758,73
40	SIERRA Y ARCOS	Q 158,76
41	SOLVENTES (THINER AGUARRAS)	Q 39 409,73
42	TORNILLOS CAB. HEXAGONAL MILIMETRICA	Q 0,83
43	TORNILLOS PARA LAMINA	Q 4,24
44	TRAPEADORES	Q 1 571,77
45	TUBOS FLUORECENTES	Q 66,17

Continuación de la tabla LXIX.

46	TUERCAS CON SEGURO	Q 1 986,21
47	TUERCAS R.F.	Q 668,98
48	TUERCAS R.O.	Q 5 250,61
49	VELUMOIDE	Q 1 468,11
Total general		**Q 857 727,01**

Fuente: elaboración propia, con datos del sistema de materiales Magrisa.

2.2.14.3. Costos por repuestos

Son los costos en el mantenimiento provocado por repuestos utilizados para realizar cambios en reparaciones imprevistas. Debido a la variedad de materiales, códigos y medidas, se realizó una agrupación con la que se puede obtener el costo de estos materiales para la temporada de zafra, con base al historial de consumo de zafras pasadas.

Tabla LXX. **Costos por repuestos**

COSTO POR REPUESTOS		
Núm.	**Grupo**	**Costo**
1	ACCESORIOS DE HIERRO GALVANIZADO	Q 9 942,02
2	CADENAS CAÑERAS	Q 174 551,86
3	COJINETE DE BOLAS	Q 1 466,42
4	COJINETE DE RODILLO	Q 27 863,95
5	CONOS + CUNAS	Q 51 321,71
6	FITTINGS Y CONECTORES	Q 184 053,34
7	PILLOW BLOCK (CHUMACERAS)	Q 1 177,23
8	REP. PARA PLATAFORMAS, JAULAS, DOLLY	Q 6 629 745,16
9	RETENEDORES	Q 117 565,93
11	VALVULA DE CHORRO	Q 7 236,79
12	VALVULA DE COMPUERTA BRONCE	Q 2 184,31
13	VALVULA DE COMPUERTA CLASE 600	Q 2 948,12
14	VALVULA DE GLOBO BRONCE	Q 2 136,02
Total general		**Q 7 212 192,86**

Fuente: elaboración propia, con datos del sistema de materiales Magrisa.

Al utilizar estos repuestos durante la zafra se tendrá un costo total de Q 7 212 192,86, al seguir adecuadamente el plan de mantenimiento estos costos tenderán a reducirse.

2.2.14.4. Costos por rendimiento de repuestos

En la siguiente tabla se encuentran datos del rendimiento máximo y mínimo que se espera obtener de los repuestos, los costos por unidad y cuáles serían los costos con el rendimiento máximo y mínimo.

Tabla LXXI. **Costos contra rendimiento**

Código	Descripción	Rendimiento (años)		Costos (Q)		
		Máx	Mín	Unitario	Máx.	Mín.
1092575	Loro 2400	5,80	0,48	6 461,34	6 461,34	78 074,57
1092575	Loro 2880	5,80	0,55	6 566,16	6 566,16	69 243,14
1061753	Set cojinete 218248 Int	5,81	1,72	220,82	220,82	745,90
1061752	Set cojinete 212049 Ext	5,81	1,72	150,86	150,86	509,60
1002142	Retenedor 370025	2,63	0,35	105,27	105,27	791,03
1075102	Pin máster	2,67	0,77	1 196,19	1 196,19	4 147,82
1022242	Thermofreno tipo 24	5,03	0,32	206,48	206,48	3 245,65
1008621	Thermofreno tipo 30	5,67	0,36	202,50	202,50	3 189,38
1006741	Eje con freno	5,81	1,72	13 566,25	13 566,25	45 825,53
1106047	Fricciones 4707 clutches	1,25	0,64	98,28	98,28	190,07
1072697	Fricciones 4707 cefric	3,97	0,77	83,04	83,04	428,07
1106048	Fricciones 4515 clutches	1,23	0,50	76,27	76,27	187,58
1072698	Fricciones 4515 cefric	3,97	0,48	71,43	71,43	585,02
1012040	Valvula A-1000	5,81	1,72	527,71	527,71	1 782,55
1017203	Rach de 28 dientes	4,39	0,23	99,94	99,94	1 907,51
1003080	Rach de 10 dientes	5,81	1,72	100,53	100,53	339,58
1061741	Ese delgada de 1 1/2 L	5,81	1,72	250,00	250,00	844,48
1044438	Ese delgada de 1 1/2 R	5,81	1,72	250,00	250,00	844,48
1047626	Ese gruesa de 1 5/8 L	5,81	1,72	229,98	229,98	776,86
1047627	Ese gruesa de 1 5/8 R	5,81	1,72	243,83	243,83	823,64
1073861	Cremallera de 1 5/8	5,29	0,74	153,40	153,40	1 096,58
1016593	Candela de emergencia	3,48	0,55	219,22	219,22	1 387,04
1075530	*Bushing* para barra de *trunnion*	5,80	0,59	115,90	115,90	1 139,37
1040899	*Bushing* sandwich	5,73	0,28	62,46	62,46	1 278,19
1011202	Drawbars (jalador)	3,70	0,04	1 661,92	1 661,92	153 727,92
1007984	Eje sin freno	5,81	1,55	6 725,19	6 725,19	25 208,62
1020447	Tornamesa Holland	5,81	1,55	13 414,04	13 414,04	50 281,00
1041628	*Bushing* reyco	3,92	0,17	202,86	202,86	4 677,64

Continuación de la tabla LXXI.

1016346	*Bushing* para tornamesa	2,95	0,01	129,44	129,44	69 765,83
1062306	Tensor fijo de 1 a 1" (corto)	5,81	1,55	591,14	591,14	2 215,84
1007675	Tensor fijo de 1 a 1" (largo)	5,81	1,55	280,93	280,93	1 053,03
1062305	Tensor ajustable de 1 a 1" (corto)	5,81	1,55	367,22	367,22	1 376,47
1043259	Tensor ajustable de 1 a 1" (largo)	5,81	1,55	388,14	388,14	1 454,91
1015475	Laña 7/8x2x14"	4,51	0,18	67,50	67,50	1 691,14
1007669	Base de suspensión reyco	5,76	0,14	376,34	376,34	15 483,67
1031600	*Bushing* encontrado	3,92	0,18	32,87	32,87	715,94
1023365	Bufa 1000x20	5,81	1,55	2 293,53	2 293,53	8 597,03
1003073	Tapadera de bufa 6 hoyos	5,64	0,01	76,01	76,01	42 869,93
1017045	Resortaje de 10 hojas	5,70	0,31	1 530,88	1 530,88	28 148,47
1006598	Hoja principal suspension reyco	4,35	0,14	296,86	296,86	9 223,81
1097449	Kit bases p/tornamesa	4,98	1,43	4 130,39	4 130,39	14 384,14
1070268	Resortaje 9 hojas Watson	5,81	1,72	1 458,16	1 458,16	4 932,63
1071359	Hoja principal watson	5,81	1,72	1 138,39	1 138,39	3 850,93
1071360	Hoja segunda watson	5,81	1,72	1 135,60	1 135,60	3 841,47
1050505	Laña 1 1/8 X 5 3/4 X 16" WATSON	4,31	0,42	208,81	208,81	2 119,26
1068351	Laña 5/8 x 5 x8" watson	5,63	0,30	50,05	50,05	934,54
1007662	Tornillo para balancín, jaulas	2,28	0,48	189,06	189,06	898,05
1007662	Tornillo para balancín, dolly	2,43	0,59	189,06	189,06	778,68

Fuente: elaboración propia.

Al analizar los resultados, se puede verificar que al aumentar la vida útil de los repuestos, obteniendo su máximo rendimiento, su costo de estos es menor, igual al precio unitario. Mientras que, si solo se obtiene el rendimiento mínimo para obtener el mismo tiempo laborado con el rendimiento máximo, se debe sustituir varias veces el mismo repuesto aumentando el costo de mantenimiento de la unidad a la que se le instale.

Por ejemplo, con el loro 2400 código 1092575, si se obtiene su rendimiento máximo de 5,8 años, el costo por el repuesto será de Q 6 461,34 y si por diferentes factores, como el mantenimiento defectuoso o mala instalación solo se obtiene un rendimiento mínimo de 0,48 años, entonces para cumplir con el tiempo de trabajo realizado con el rendimiento máximo de 5,8 años el costo por la cantidad de loros utilizados durante ese tiempo será de Q 78 074,57.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.1. Situación actual

Para realizar una propuesta de mejora, se debe realizar un análisis de la situación actual, la cual se realizará llevando a cabo observaciones de funcionamiento de las lámparas actuales, detalles de costo por iluminación y por medio de un análisis numérico.

3.1.1. Diagnóstico

La empresa cuenta con varias naves industriales en las cuales se puede observar que la iluminación no está estandarizada, ya que se cuenta con diferentes tipos de lámparas de diferente capacidad lumínica, consumo eléctrico y ubicación a diferentes distancias. Las naves en las que se efectúa un estudio de iluminación para realizar una propuesta de cambio de las lámparas actuales por lámparas led para reducir los costos en el consumo de energía eléctrica y brindar la iluminación adecuada a los colaboradores son: reparación de jaulas, mantenimiento semanal cabezales y mantenimiento preventivo semanal y diario.

3.1.1.1. Inventario de lámparas

Para determinar cuál es el la potencia (watt) consumida actualmente y el respectivo flujo luminoso (lm), se inventariaron todas las lámparas instaladas en dichas naves y se utilizó esta información para los análisis de diagnóstico.

Tabla LXXII. **Inventario de lámparas**

GALERA	Cantidad de lámparas	Total Watts	Lm
REPARACIÓN JAULAS	**81**	**8 480**	**699 370**
Campana plástica	18	7 200	36 000
Candela doble	1	40	1 150
Reflector	62	1 240	810
MANTENIMIENTO SEMANAL	**79**	**11 360**	**697 410**
Campana metal	2	800	36 000
Campana plástica	16	6 400	36 000
Reflector	61	4 160	810
MANTENIMIENTO DIARIO	**56**	**8 620**	**682 860**
Campana metal	13	5 200	36 000
Campana plástica	5	2 000	36 000
Candela doble	12	900	1 150
Reflector	26	520	810
MANTENIMIENTO SEMANAL CABEZALES	**10**	**4 000**	**360 000**
Campana metal	6	2 400	36 000
Campana plástica	4	1 600	36 000
Total general	**226**	**32 460**	**2 439 640**

Fuente: elaboración propia.

3.1.1.2. Consumo eléctrico

Debido a que la empresa no tiene separado el consumo eléctrico por áreas de trabajo, para determinar cuál es la es el costo de la electricidad consumida, se utilizará un historial de los totales de consumo y costos que la empresa factura mensualmente.

Tabla LXXIII. **Historial de consumo eléctrico**

Mes – año	Suma de kwh	Suma de cobro
Nov-14	327 307,76	Q 150 958,81
Dic-14	394 884,76	Q 143 222,56
Ene-15	399 079,26	Q 197 430,26
Feb-15	389 732,47	Q 200 201,49
Mar-15	421 496,69	Q 244 082,02
Abr-15	402 177,06	Q 266 237,77
May-15	297 264,06	Q 196 986,23
Jun-15	282 730,82	Q 171 272,76
Jul-15	236 611,68	Q 158 998,55
Ago-15	185 309,73	Q 122 313,43
Total	3 336 594,30	Q 1 851 703,87

Fuente: elaboración propia, empleando los registros de Administración de Recursos, Magrisa,

El costo de kilowatt hora para el mes de noviembre seria de:

$Costo = \frac{Q\ 150\ 958{,}81}{327\ 307{,}76\ kwh} = Q\ 0{,}46$ por cada kilowatt hora

Realizando la misma operación con todos los datos obtenemos el costo por cada kilowatt hora consumido por la empresa, pero debido a la variación de resultados se procede a realizar un promedio y obtener el costo de kilowatt hora el cual será utilizado para el estudio, los resultados obtenidos son:

Tabla LXXIV. **Costo kilowatt hora**

Mes - año	Costo Q/kwh
Nov-14	Q 0,46
Dic-14	Q 0,36
Ene-15	Q 0,49
Feb-15	Q 0,51
Mar-15	Q 0,58
Abr-15	Q 0,66
May-15	Q 0,66
Jun-15	Q 0,61
Jul-15	Q 0,67
Ago-15	Q 0,66
Promedio	**Q 0,57**

Fuente: elaboración propia.

El costo mensual por kwh para la empresa es de Q 0,57 por kilowatt

3.1.1.3. Método de cavidad zonal

Este método es recomendado por la Sociedad de Ingeniería de Iluminación (IES) para realizar cálculos de iluminación interior uniformemente distribuidos, con el cual se toma en cuenta todos los aspectos que influyen en la iluminación de áreas de trabajo.

El propósito de utilizar este método es para determinar si la iluminación actual es la adecuada y si no lo es determinar cuántas lámparas se necesitan adquirir y cuál sería ubicación en las respectivas áreas de trabajo. Para realizar los cálculos necesarios se debe obtener información de las áreas respectivas.

Tabla LXXV. **Dimensiones de las áreas de estudio**

Galeras	Ancho	Largo	Altura
Reparación de jaulas	28	50	5,75
Mantenimiento semanal	26	50	5,75
Mantenimiento diario	26	50	5,75
Mantenimiento semanal cabezales	40	18,5	5,75

Fuente: elaboración propia.

- Altura de piso a cielo = 5,75 m
- Altura de piso a área de trabajo = 1,1 m
- Altura de techo a lámpara = 0,78 m
- Color de piso = gris
- Color de paredes = beige
- Color de techo = gris
- Edad de usuarios = 32 años

3.1.1.3.1. Nivel lumínico

Por las operaciones realizadas en las diferentes áreas de trabajo, se considera según la tabla que se encuentra en los anexos figura 1, un nivel de luz adecuado tipo D y tomando en cuenta factores como:

- Edad
- Velocidad y exactitud
- Reflectancia

Tabla LXXVI. **Factores de área de trabajo, para iluminación**

	-1	0	1
Edad de los operarios	**< 40 años**	40 - 55	> 55 años
Velocidad o exactitud	No importante	**Importante**	Critico
Reflectancia de alrededores	> 70 %	30 - 70	< 30 %

Fuente: TORRES, Sergio. *Material didáctico laboratorio de ingeniería de plantas.* p. 97.

Considerando el nivel adecuado de iluminación tipo D y los datos de en anexos figura 3, se verifica que los trabajos que abarcan son: trabajo de gran contraste o tamaño, lectura de fotocopias y originales. Lo cual nos indica que el área se encuentra dentro del siguiente rango:

200 lux – 300 lux – 500 lux

Al aplicar la información de la tabla LXXVI se determina que el dato a utilizar para los cálculos necesarios es de 300 lux.

3.1.1.3.2. Porcentaje de reflexión

Con base en la tabla que se encuentra en anexos figura 2 se determinaron los porcentajes de reflexión, siendo estos:

- Pared = 0,5 = 50 % = Pp
- Techo = 0,3 = 30 % = Pc
- Suelo = 0,3 = 30 % = Pf

3.1.1.3.3. Relación de cavidad zonal

El método de cavidad zonal divide el local en tres cavidades individuales. Para determinar los índices en los cuales se relacionen los tres aspectos del local (techo, pared y suelo) se utilizan las siguientes formulas:

$$R_{ca} = \frac{5H_{ca} * (l + a)}{l * a}$$

$$R_{CC} = \frac{5H_{cc} * (l + a)}{l * a}$$

$$R_{Cp} = \frac{5H_{cp} * (l + a)}{l * a}$$

Donde

Rca = razón de cavidad de la habitación
Rcc = razón de cavidad del techo
Rcp = razón de cavidad del suelo
l = largo del local en metros
a = ancho del local en metros
Hca = altura útil de la habitación
Hcc = altura de la cavidad del cielo
Hcp = altura de la cavidad del piso

Datos, altura de instalación ideal de las lámparas:

- Hcc = 0,78 m
- Hca = 3,87 m

- Hcp = 1,10 m

Sustituyendo los valores de las relaciones de cavidad zonal:

$$R_{CA} = \frac{5(3{,}87) * (50 + 28)}{50 * 28} = 1{,}08$$

$$R_{CC} = \frac{5(0{,}78) * (50 + 28)}{50 * 28} = 0{,}21$$

$$R_{Cp} = \frac{5(1{,}10) * (50 + 28)}{50 * 28} = 0{,}30$$

3.1.1.3.4. Reflectancia efectiva

Con los siguientes datos:

- Pf = 0,3 = 30 %
- Pp = 0,5 = 50 %
- Rcp = 0,30

Se busca el porcentaje de reflexión por medio de la tabla del anexo 4, obtienendo:

P_{cc} = 28 = 28 %

3.1.1.3.5. Determinación del coeficiente de utilización (k)

Este coeficiente representa la demanda de luz requerida durante el tiempo que las lámparas sean utilizadas. Realizando la comparación entre la distribución de la luz producida por las lámparas y las especificaciones del anexo 5 se puede obtener el coeficiente de utilización, para determinarlo se utilizan los siguientes datos:

- Pcc = 28
- Pp = 0,5
- Rca = 1,30

Se obtiene el coeficiente de utilización:

$$K = 0,73$$

3.1.1.3.6. Factor de mantenimiento

El nivel de nivel de suciedad o de limpieza de las áreas de trabajo es un factor a tomar en cuenta. Este es llamado factor de mantenimiento y diferentes autores los clasifican en tres: 0,6 sucio, 0,7 intermedio y 0,8 limpio. El valor que será utilizado será de 0,7.

3.1.1.4. Iluminación actual versus iluminación necesaria

Con la información adquirida por medio de los cálculos anteriores y la información que las lámparas instaladas proveen, se puede determinar si los

niveles de iluminación actuales son los adecuados para el tipo de tareas que se desempeñan en las diferentes áreas de trabajo. La siguiente fórmula es utilizada para determinar el flujo lumínico necesario para cada área de trabajo:

$$\Phi = \frac{Área * nivel\ lumínico}{Factor\ de\ mantenimiento * k}$$

Para determinar el nivel mínimo de iluminación se despeja la variable de nivel lumínico, obteniendo:

$$Nivel\ lumínico = \frac{\Phi * \text{factor de mantenimiento} * \text{k}}{Área}$$

Cada área de trabajo analizada debe tener como mínimo un nivel lumínico de 300 lux, según lo establece el anexo 3.

- Cálculo para nave de reparación de jaulas

$$Nivel\ lumínico = \frac{699\ 370 * 0{,}7 * 0{,}73}{(50\ m * 28\ m)} = 255{,}27\ lux$$

Los cálculos de las áreas restantes se realizan con la fórmula anterior, Los resultados obtenidos y su comparación con el nivel mínimo requerido son los que siguen:

Tabla LXXVII. **Resultados de diagnóstico**

Galeras	Nivel requerido	Nivel actual	Diferencia	Cumple
Reparación de jaulas	300 lux	255,27 lux	44,73 lux	NO
Mantenimiento semanal	300 lux	274,13 lux	25,87 lux	NO
Mantenimiento diario	300 lux	268,41 lux	31,59 lux	NO
Mantenimiento semanal cabezales	300 lux	248,59 lux	51,41 lux	NO

Fuente: elaboración propia.

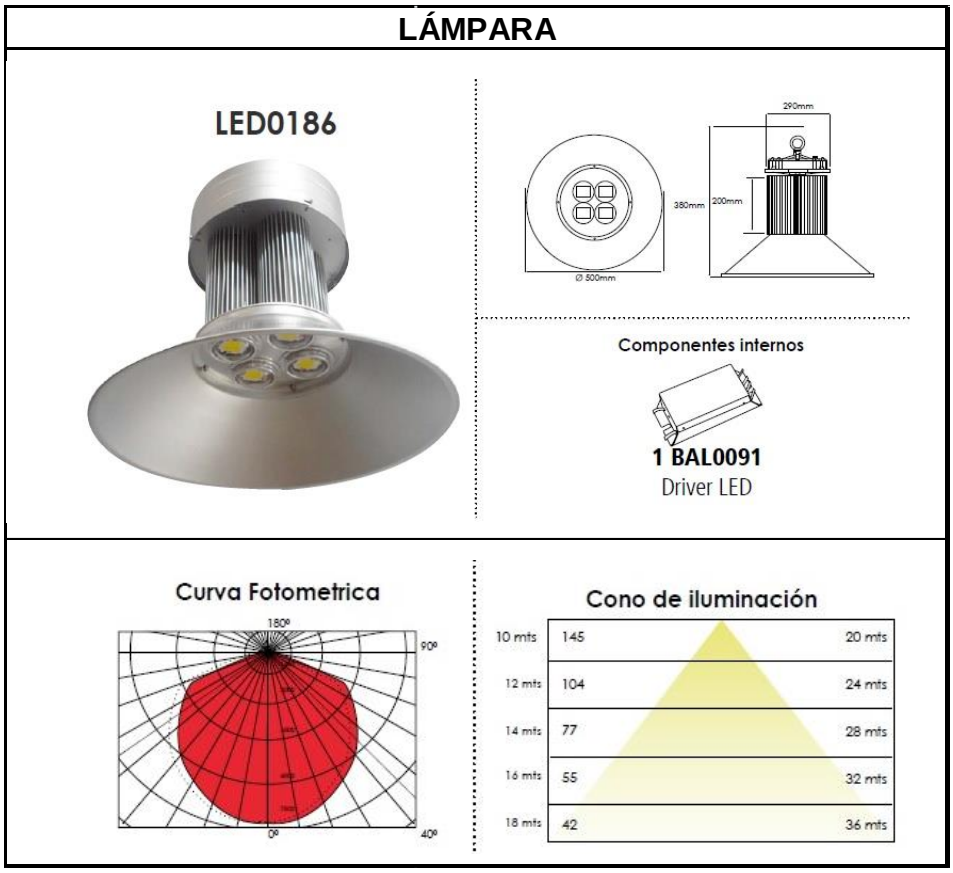
Según los resultados obtenidos en la tabla LXXVII ninguna de las áreas de trabajo cuenta con los niveles de iluminación adecuados. Por lo tanto, con los resultados obtenidos se realizará una propuesta de mejora con la implementación de lámparas led.

3.2. Propuesta de mejora

Actualmente, todas las empresas buscan reducir sus costos y ser amigables con el medio ambiente. Gracias a los avances tecnológicos, un área de oportunidad se encuentra en la reducción de los costos derivados del consumo eléctrico.

Se presenta a la empresa un análisis de la posible implementación de lámparas led, cuáles pueden ser sus ahorros monetarios y los beneficios para el medio ambiente si se implementa esta nueva tecnología.

Figura 16. **Lámpara utilizada para la propuesta**



Fuente: Luxlite. *Manual de productos.*

Tabla LXXVIII. **Información de lámpara**

Características de desempeño	
Código	LED0186
Flujo luminoso	36,000 lm
Temperatura	6,500 k
Índice de creación de color	>75 CRI
Tiempo de vida del chip	> 50 000 hrs,
Temperatura de operación	De 40 a 50 grados centígrados
Características eléctricas	
Código	LED0186
Voltaje de operación	90 V/265 V
Frecuencia	60 Hz
Consumo energético	200 W
Rendimiento lumínico	180 Lm/w

Características generales	**Aplicaciones**
Excelente rendimiento de color	Fábricas
Campana de aluminio resistente y anodizado	Bodegas
Fácil instalación	Tiendas
Equivalente 400W HID	Estructuras amplias
4 leds cantidad 4x50W chip COB, marca Epistar	Supermercados
Ahorro de energía de más de 50 % en comparación con lámpara Metal Halide	

Fuente: Luxlite. *Catálogo de productos*.

El costo de este tipo de lámpara es de Q 2 805,00 por cada una, el cual es variable dependiendo del proveedor y la cantidad que se adquiera.

3.2.1. Cálculos para determinación de cantidad de lámparas necesarias

Para determinar cuántas lámparas son necesarias para cumplir con la demanda total de flujo luminoso en cada área, se deben realizar varios cálculos tomando en cuenta aspectos como: flujo luminoso necesario, área de las naves industriales, nivel lumínico mínimo, factor de mantenimiento y coeficiente de utilización. Los aspectos anteriores fueron obtenidos en la fase de diagnóstico.

3.2.1.1. Nave de reparación de jaulas

El flujo de iluminación total necesario es:

$$\Phi = \frac{Área * nivel\ lumínico}{Factor\ de\ mantenimiento * k}$$

$$\Phi = \frac{(50\ m * 28\ m) * 300}{0{,}7 * 0{,}73} = 821\ 917{,}81\ lumenes$$

Con los datos anteriores se puede determinar la cantidad de lámparas necesarias para la nave, Las lámparas led que se utilizarán tienen una potencia de 200 watts, equivalentes a 400 watts de las lámparas HID que se utilizan actualmente, obteniendo una producción total de luz de 36 000 lúmenes.

$$NL = \frac{flujo\ lumínico}{lúmenes\ emitidos} = \frac{821\ 917{,}81}{36\ 000} = 23\ lámparas$$

El área cubierta por este número de lámparas es igual a:

$$AC = \frac{Área}{NL} = \frac{50 * 28}{23} = 60{,}87\ {}^{m^2}/_{lámpara}$$

El espaciamiento entre lámpara es igual:

$$E = \sqrt{AC} = \sqrt{60{,}87} = 7{,}80\ m$$

El número de lámparas a lo largo es de:

$$NLL = \frac{largo}{E} \frac{50\ m}{7{,}80\ m} = 6\ lámparas$$

El número de lámparas a lo ancho es de:

$$NLA = \frac{ancho}{E} = \frac{28\ m}{7{,}80\ m} = 4\ lámparas$$

Según los cálculos para determinar la cantidad de lámparas, se necesitan 23, pero al momento de realizar la distribución ya que los resultados son aproximados, se determinó que para que la iluminación sea uniforme en toda el área se necesitan 24 lámparas.

3.2.1.2. Naves de mantenimiento diario y semanal

Como el área de trabajo de las dos naves es igual, los resultados obtenidos serán los mismos para para ambas. El flujo de iluminación total necesario es:

$$\Phi = \frac{Área * nivel\ lumínico}{Factor\ de\ mantenimiento * k}$$

$$\Phi = \frac{(50\ m * 26\ m) * 300}{0{,}7 * 0{,}73} = 763\ 209{,}39\ lumenes$$

Con los datos anteriores se puede determinar la cantidad de lámparas necesarias para la nave. Las lámparas led que se utilizarán tienen una potencia de 200 watts, equivalentes a 400 watts de las lámparas HID que se utilizan actualmente, obteniendo una producción total de luz de 36 000 lúmenes.

$$NL = \frac{flujo\ lumínico}{lúmenes\ emitidos} = \frac{763\ 209{,}39}{36\ 000} = 21\ lámparas$$

El área cubierta por este número de lámparas es igual a:

$$AC = \frac{Área}{NL} = \frac{50 * 26}{21} = 61{,}90\ {}^{m^2}/_{lámpara}$$

El espaciamiento entre lámpara es igual:

$$E = \sqrt{AC} = \sqrt{61{,}90} = 7{,}87\ m$$

El número de lámparas a lo largo es de:

$$NLL = \frac{largo}{E} = \frac{50\ m}{7{,}87\ m} = 7\ lámparas$$

El número de lámparas a lo ancho es de:

$$NLA = \frac{ancho}{E} = \frac{26\ m}{7{,}87\ m} = 3\ lámparas$$

3.2.1.3. Nave de mantenimiento semanal de cabezales

El flujo de iluminación total necesario es:

$$\Phi = \frac{Área * nivel\ lumínico}{Factor\ de\ mantenimiento * k}$$

$$\Phi = \frac{(18{,}5m * 40\ m) * 300}{0{,}7 * 0{,}73} = 434\ 442{,}27\ lumenes$$

Con los datos anteriores se puede determinar la cantidad de lámparas necesarias para la nave. Las lámparas led que se utilizarán tienen una potencia de 200 watts, equivalentes a 400 watts de las lámparas HID que se utilizan actualmente, obteniendo una producción total de luz de 36 000 lúmenes.

$$NL = \frac{flujo\ lumínico}{lúmenes\ emitidos} = \frac{434\ 442{,}27}{36\ 000} = 12\ lámparas$$

El área cubierta por este número de lámparas es igual a:

$$AC = \frac{Área}{NL} = \frac{18{,}5 * 40}{12} = 61{,}67\ {m^2}/{lámpara}$$

El espaciamiento entre lámpara es igual:

$$E = \sqrt{AC} = \sqrt{61{,}67} = 7{,}85\ m$$

El número de lámparas a lo largo es de:

$$NLL = \frac{largo}{E} = \frac{18{,}5\ m}{7{,}85\ m} = 2\ lámparas$$

El número de lámparas a lo ancho es de:

$$NLA = \frac{ancho}{E} = \frac{40\ m}{7{,}85\ m} = 6\ lámparas$$

3.2.2. Distribución de lámparas

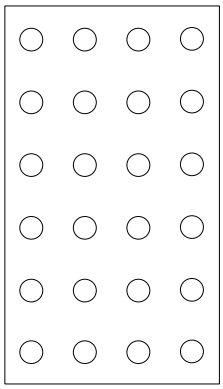
Calculada la cantidad necesarias para las diferentes naves, para que la iluminación sea la adecuada, las lámparas serán ubicadas en las naves de la siguiente forma:

3.2.2.1. Nave de reparación de jaulas

La distancia de instalación entre lámparas:

- Horizontal:
    - Distancia entre lámparas a lo ancho: 7 metros aproximadamente de centro a centro de cada una de las lámparas.
    - Distancia entre lámparas y pared: 3,5 metros aproximadamente del centro de la lámpara hacia la pared.
- Vertical:
    - Distancia entre lámparas a lo largo: 8,33 metros aproximadamente de centro a centro de cada una de las lámparas.
    - Distancia entre lámparas y pared: 4,16 metros aproximadamente de centro de la lámpara hacia la pared.

Figura 17. **Bosquejo de ubicación de lámparas 1**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

3.2.2.2. Nave mantenimiento semanal de cabezales

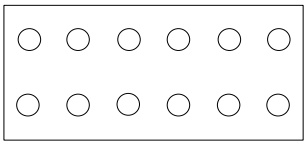
La distancia de instalación entre lámparas:

- Horizontal
  - Distancia entre lámparas a lo ancho: 6,67 metros aproximadamente de centro a centro de cada una de las lámparas.
  - Distancia entre lámparas y pared: 3,33 metros aproximadamente del centro de la lámpara hacia la pared.

- Vertical

  - Distancia entre lámparas a lo largo: 9,25 metros aproximadamente de centro a centro de cada una de las lámparas.
  - Distancia entre lámparas y pared: 4,12 metros aproximadamente de centro de la lámpara hacia la pared.

Figura 18. **Bosquejo de ubicación de lámparas 2**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

3.2.2.3. Nave Mantenimiento diario y semanal

La distancia de instalación entre lámparas:

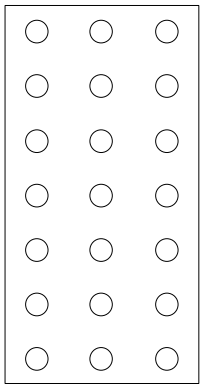
- Horizontal

  - Distancia entre lámparas a lo ancho: 8,66 metros aproximadamente de centro a centro de cada una de las lámparas.
  - Distancia entre lámparas y pared: 4,33 metros aproximadamente del centro de la lámpara hacia la pared.

- Vertical

  - Distancia entre lámparas a lo largo: 9,25 metros aproximadamente de centro a centro de cada una de las lámparas.
  - Distancia entre lámparas y pared: 3,57 metros aproximadamente de centro de la lámpara hacia la pared.

Figura 19. **Bosquejo de ubicación de lámparas 3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

3.2.3. Consumo propuesto

El consumo total de todas las naves al instalar las lámparas led sería de 15 600 watts, el detalle se muestra a continuación:

Tabla LXXIX.**Consumo total de lámparas led**

Nave	Número de lámparas	Potencia (watts)	Total watts
Reparación de jaulas	24	200	4 800
Mantenimiento semanal	21	200	4 200
Mantenimiento diario	21	200	4 200
Mantenimiento semanal cabezales	12	200	2 400
TOTAL	**78**	**800**	**15 600**

Fuente: elaboración propia.

3.2.3.1. Costo de consumo propuesto

Para determinar el costo mensual al instalar las lámparas led, se tiene que el número total de lámparas es 78 con potencia del 200 watt, el costo por kilowatt hora consumido por la empresa es de Q 0,57; o cual haría un costo en cada nave de:

$$COSTO_{repa,jaulas} = \frac{24\ lámparas * 200\ watts}{1\ \ 000} * 0{,}57\ \frac{Q}{kwh} = Q2\ 736\ por\ hora$$

El horario en el que las lámparas permanecen encendidas es de 6 pm. a 6 am. sumando un total de 12 horas diarias, el costo por mes es de:

$$COSTO_{repa,jaulas} = \frac{Q\ 2{,}736}{h} * 12\ h * 30\ días = Q\ 984{,}96\ por\ mes$$

El detalle de costos de cada nave es el que se presenta a continuación:

Tabla LXXX. **Costos de consumo eléctrico propuesto**

Nave	**Número de lámparas**	**Potencia (watts)**	**Total kw**	**Costo kwh (q)**	**Costo de consumo mensual (q)**
Reparación de jaulas	24	200	4,80	0,57	984,96
Mantenimiento semanal	21	200	4,20	0,57	861,84
Mantenimiento diario	21	200	4,20	0,57	861,84
Mantenimiento semanal cabezales	12	200	2,40	0,57	492,48
TOTAL	**78**	**800**	**15,6**	0,57	3 201,12

Fuente: elaboración propia.

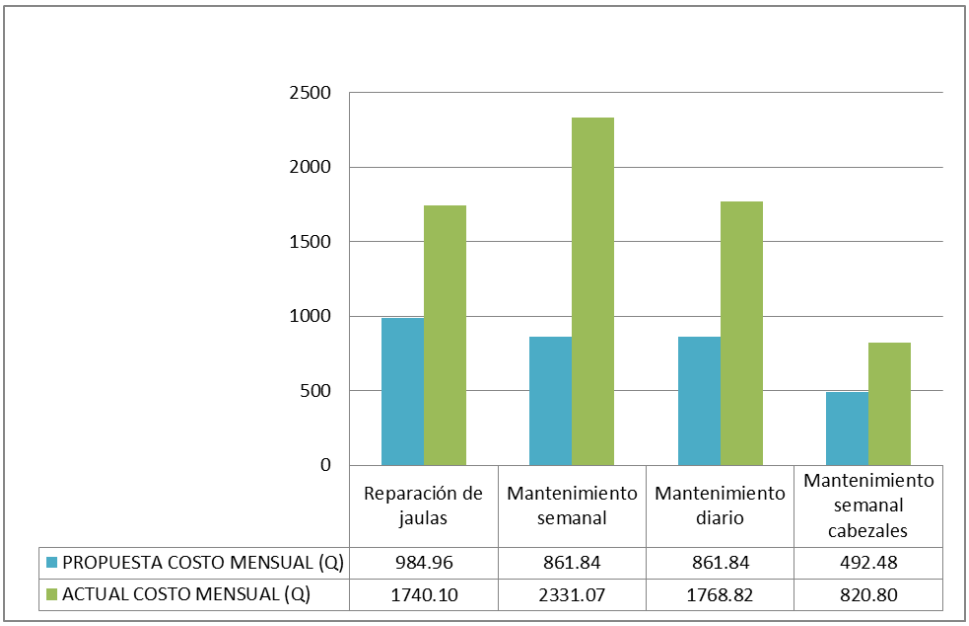
Al obtener los costos de consumo eléctrico actual y propuesto, se realizó una comparación para ver los ahorros en el consumo que se obtendrán con el proyecto.

Tabla LXXXI. **Comparación situación actual versus propuesta**

Naves	**Costo kwh (q)**	**Actual**		**Propuesta**		**Ahorro (q)**
		Consumo (kw)	**Costo mensual (q)**	**Consumo (kw)**	**Costo mensual (q)**	
Reparación de jaulas	0,57	8,48	1740,10	4,8	984,96	755,14
Mantenimiento semanal	0,57	11,36	2331,07	4,2	861,84	1469,23
Mantenimiento diario	0,57	8,62	1768,82	4,2	861,84	906,98
Mantenimiento semanal de cabezales	0,57	4	820,80	2,4	492,48	328,32
TOTAL	**0,57**	**32,46**	**6660,79**	**15,6**	**3201,12**	**3459,67**

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Comparación situación actual contra propuesta**



Fuente: elaboración propia.

Con la gráfica anterior se puede visualizar de mejor forma la disminución en el consumo eléctrico al realizar el cambio de lámparas; además, al implementar el mismo se estaría obteniendo un ahorro de consumo eléctrico de 16,86 kw, lo que produciría un ahorro monetario de Q 3 459,67 al mes.

Sabiendo que se necesitan 78 lámparas led a un costo de Q 2 805,00 cada una; al adquirirlas se incurre en un gasto de Q 218 790,00, con un ahorro mensual Q 3 459,67 el retorno de la inversión sería en 63,24 meses, equivalente a 5,27 años. Después de transcurrido ese tiempo la empresa estaría obteniendo ahorro en el consumo eléctrico y una iluminación adecuada.

3.2.4. Concientización

Con el ahorro de energía eléctrica se colaboró a la producción más limpia, que es una iniciativa que tienen las empresas para reducir las emisiones y residuos dañinos para el medio ambiente. Con estas iniciativas, las empresas directamente buscan la reducción de sus costos de operación, lo cual les genera mayor ganancia.

Para concientizar al personal se realizaron charlas sobre lo importante que es reducir el consumo eléctrico, tanto para la empresa como para el medio ambiente. Para que el personal tenga un recordatorio, se colocó señalización en cada interruptor a la vista del personal.

Figura 21. **Señalización para ahorro de energía**

Fuente: Fast Track, Magrisa.

3.2.5. Sensibilización

Actualmente el planeta está pasando por una situación difícil, ya que el actual escenario de cambio global está modificando los factores básicos que permiten el desarrollo de la vida en la Tierra. El cambio climático juega un papel muy importante en este escenario, debido a que es uno de los problemas más graves a los que se enfrenta toda clase de vida en el planeta. El aumento de la frecuencia de fenómenos meteorológicos (tormentas, huracanes, sequías, entre otros), el aumento de la temperatura del planeta y el aumento del nivel del mar están influyendo en la agricultura, la salud, las migraciones y, a mediano plazo, pondrá en duda el modelo de vida que cada ser humano lleva.

Una de las causas principales del cambio climático y otros problemas ambientales, es el modelo actual de desarrollo, basado en la explotación creciente de las fuentes de materiales y minerales no renovables y en el uso excesivo de combustibles fósiles, que están por encima de las posibilidades y recursos que el planeta puede proporcionar.

Por lo tanto, si las personas son parte del problema, también pueden ser parte de la solución. Algunas formas de ayudar al planeta es por medio de la producción más limpia, en la que se involucra a la industria y, como personas individuales, pensando en que un pequeño cambio en las costumbres aporta un porcentaje a la mejoría del medio ambiente.

En charlas matutinas con una duración de cinco a diez minutos, se conversó con los colaboradores sobre la importancia de temas como:

- Cambio climático
- Manejo adecuado de desechos

- Reciclaje y reutilización
- Buen uso de recursos (agua, electricidad, papel, entre otros)
- Cambios de tecnología

Con el desarrollo de estos temas, se sensibilizó a los colaboradores haciéndoles ver que las acciones que se llevan a cabo y dañan al medio ambiente no solo afectan el entorno actual, sino que también se está dañando el entorno en el cual crecerán futuras generaciones.

4. FASE DE DOCENCIA: CAPACITACIÓN DEL PERSONAL SOBRE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1. Diagnóstico

Con base en observaciones en las áreas de trabajo, revisión de la documentación actual del Departamento, entrevistas informales no estructuradas con los supervisores y operarios, se detectaron debilidades en temas de:

- Conocimientos sobre lo que es un plan de mantenimiento.
- Trabajo en equipo.
- Reparación de llantas.
- Importancia del uso correcto de materiales y herramientas.
- Conocimientos básicos de mecánica, soldadura, trabajos eléctricos y llantas.

Por lo tanto, se concluye que, para fortalecer las actividades de mantenimiento preventivo que se llevan a cabo en el Departamento de Fast Track en el periodo de reparación, se llevarán a cabo capacitaciones de acuerdo al siguiente plan de capacitación.

4.2. Planificación de la capacitación

Toda programación de capacitación requiere de una planificación adecuada para que las actividades se realicen lo mejor posible, a continuación se detallan los aspectos que incluye.

4.2.1. Actividad del Departamento

El Departamento de Fast Track está dedicado a brindar mantenimiento preventivo diario y semanal a las unidades de transporte de caña de azúcar, azúcar y varios de la empresa Maquinaria Agrícola, S. A.

4.2.2. Justificación

Como en toda empresa, uno de los recursos más importante es el humano, ya que este es el que realiza las actividades laborales. Esto es de especial importancia en una empresa como Magrisa, en la cual la mayoría de sus colaboradores lleva muchos años haciendo su trabajo. Una de las bases en las que las empresas exitosas sustentan sus logros y desarrollo son los colaboradores motivados y coordinados adecuadamente para llevar a cabo un buen trabajo en equipo.

Para que los colaboradores puedan realizar sus operaciones y responder a la variación de estas, en el transcurso del tiempo se deben llevar a cabo capacitaciones para que ellos puedan aumentar sus conocimientos prácticos y teóricos de las diferentes profesiones desempeñadas dentro del taller.

Por lo tanto, se plantea el presente plan de capacitación en el área de mantenimiento preventivo semanal y diario.

4.2.3. Alcance

La capacitación sobre el proceso de mantenimiento preventivo del Departamento de Fast Track aplicará para todo el personal que labora en las áreas de mantenimiento preventivo diario y semanal.

4.2.4. Fines

- Mejorar el trabajo en equipo de todo el personal y con ello las actividades de mantenimiento.
- Que el personal adopte la metodología de trabajador multifuncional.
- Reducir los costos por mal uso de herramienta y equipo.
- Cumplir con la programación de mantenimiento preventivo.

4.2.5. Objetivos

- Dar a conocer rutas de mantenimiento preventivo diario y semanal.
- Inculcar en los colaboradores la costumbre de trabajo en equipo y cuidado de herramientas.
- Proveer conocimientos técnicos básicos de las cuatro profesiones ejercidas en las áreas de mantenimiento preventivo diario y semanal a los colaboradores.
- Concientizar a los colaboradores sobre el uso adecuado de la energía eléctrica.

4.2.6. Meta

Capacitar y concientizar al 100 % del personal operativo de las áreas de mantenimiento preventivo semanal y diario del Departamento de Fast Track de la empresa Maquinaria Agrícola, S. A.

4.2.7. Estrategias

- Charlas matutinas durante reuniones de áreas
- Seleccionar al personal de mayor experiencia y conocimiento técnico

- Realizar breves reuniones grupales
- Práctica directamente en área involucrada en reparación de llantas
- Contratación de capacitaciones externas

4.2.8. Contenido a impartir

En las capacitaciones se impartirán los siguientes temas:

- Rutas de mantenimiento preventivo
- Trabajo en equipo, personal multifuncional
- Cuidado de herramientas y equipo
- Reparación de llantas
- Conocimientos básicos de:
    - Mecánica
        - Sistema de frenos
            - ✓ Graduación
            - ✓ Fugas de aire
            - ✓ Problemas en campo
        - Rodaje
            - ✓ Torque
            - ✓ Cojinetes y sellos
        - Lubricación
            - ✓ Tornamesa
            - ✓ Frenos
    - Soldador
        - Soldadura por arco eléctrico
        - Funcionamiento de oxicorte
        - Soldadura MIG/MAG

- Eléctrico
  - Corto circuito
  - Lámparas laterales y traseras
  - Robotina
  - Conectores
- Llantero
  - Construcción
  - Lectura de una llanta (nomenclatura)
  - Daños
  - Reparación

4.2.9. Personal a participar

El personal que participará en las capacitaciones será supervisores, asistentes y todo el personal operativo, en el que se incluye a mecánicos, soldadores, electromecánicos y llanteros de las áreas de mantenimiento preventivo diario y semanal.

El grado académico de los colaboradores:

- Los supervisores son estudiantes universitarios.
- A nivel operativo entre los colaboradores hay quienes son graduados a nivel diversificado de técnicos en soldadura o mecánica y los restantes cuentan con conocimientos empíricos, los cuales han ido adquiriendo en el desempeño de sus labores. Los llanteros y electromecánicos han ido aprendiendo el oficio de manera empírica y con base en capacitaciones que la empresa les provee.

4.3. Programación

A continuación se presenta la programación de los temas que se impartirán en las capacitaciones.

Tabla LXXXII. **Programación de capacitación**

Núm.	Temas	Inicio	Final
1	Reparación de llantas	14/07/2015	15/07/2015
2	Conocimientos básicos de mecánica y llantas	28/09/2015	2/10/2019
3	Trabajo en equipo (trabajador multifuncional) y cuidado de las herramientas y equipo	3/08/2015	16/10/2015
4	Conocimientos básicos de electricidad y soldadura	5/10/2015	9/10/2015
5	Rutas de mantenimiento preventivo y concientización sobre consumo eléctrico	9/10/2015	9/10/2015

Fuente: elaboración propia.

4.4. Metodología

Para llevar a cabo la capacitación en las áreas de mantenimiento preventivo del Departamento de Fast Track, con base en su alcance, importancia y a la planificación del mismo, se establece que la metodología a utilizar será la siguiente.

- Conferencia participativa no formal

La metodología que se implementará consiste en seleccionar a colaboradores de cada profesión, los de mayor experiencia y conocimiento técnico, quienes tendrán la función de auxiliares al momento de la capacitación en la que se expondrán los temas seleccionados. Durante el desarrollo de los temas, todos los colaboradores reunidos podrán realizar preguntas y transmitir sus experiencias para que todo el grupo participe.

- Método cascada

Consistirá en brindar capacitación a los supervisores sobre los temas de trabajo en equipo, uso correcto de herramientas y ahorro de energía eléctrica, posteriormente, los supervisores asumirán el rol de capacitadores transmitiendo los conocimientos adquiridos a su personal a cargo.

- Contratación de personal externo

Este método consistirá en requerir los servicios profesionales de capacitadores externos para que desarrollen temas especiales de soldadura y reparación de llantas.

A continuación se muestran los momentos durante los que se llevaron a cabo las diferentes capacitaciones.

Figura 22. **Capacitación de reparación de llantas**

Fuente: instalaciones de Tip Top, Magrisa.

Figura 23. **Capacitación de soldadura**

Fuente: instalaciones del Departamento de Fast Track, Magrisa.

Figura 24. **Capacitación al grupo de MPS**

Fuente: instalaciones del Departamento de Fast Track, Magrisa.

Figura 25. **Capacitación al grupo de MPD**

Fuente: instalaciones del Departamento de Fast Track, Magrisa.

4.5. Evaluación

En la figura 26 se presenta es un cuestionario desarrollado para la evaluación de las capacitaciones realizadas durante la realización de este proyecto, en el que se impartieron los temas descritos en la planificación. La evaluación consta de 11 preguntas basadas en el conocimiento de los colaboradores, supervisores y operarios. Se realizará en grupos de 4 personas, una persona de cada profesión, para fortalecer el trabajo en equipo y que exista una retroalimentación de los temas impartidos.

Figura 26. **Evaluación de capacitaciones**

EVALUACIÓN

Nombre: _____ Código: _____

Puesto: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Formar equipo de cuatro personas (un integrante de cada profesión) y contestar las siguientes preguntas según lo expuesto en capacitaciones.

1. ¿Qué significa 12R22.5 14G?
2. ¿Cuáles son las 4 partes principales de una llanta?
3. ¿Cuáles son los daños más comunes en las llantas?
4. ¿Comúnmente como son nombradas las mangueras de aire, en el sistema de frenos?
5. ¿Cuáles son los pasos para la graduación de frenos?
6. ¿Cómo identificar fugas de aire?
7. ¿Qué significa SEA, SOA, MIG Y MAG?
8. ¿Cuáles son los electrodos que se utilizan en el área y para qué sirven?
9. Mencione un ejemplo de cómo elegir el amperaje de una máquina para soldar.
10. ¿Cómo identificar un corto circuito en el sistema eléctrico de las unidades?
11. ¿Cuáles son los problemas más comunes en los chicotes eléctricos?

Sugerencias:

_____

_____

Fuente: elaboración propia.

4.6. Resultados

Para las capacitaciones realizadas se obtuvieron diferentes resultados:

- Tema de reparación de llantas

Esta inducción, capacitación y adiestramiento fue realizada por el personal del Vulcacentro Tip Top en sus oficinas centrales. A estas actividades asistieron 15 colaboradores a quienes, luego de las actividades, se les realizó una prueba para medir el conocimiento adquirido. De las 15 personas evaluadas una no aprobó la prueba, obteniendo un 93 % de personal certificado por la empresa para realizar reparaciones.

- Temas de conocimientos básicos de mecánica, soldadura, electricidad y llantas

Para esta actividad asistieron 85 colaboradores, a quienes después de las actividades se les realizó una prueba, la cual fue reprobada por 4 colaboradores, obteniendo así una eficiencia de 95 % en los resultados. Para el tema de soldadura se realizó un adiestramiento impartido por un técnico de Intecap, la actividad fue programada para 15 colaboradores, quienes fueron evaluados por el técnico y el resultado fue satisfactorio para los 15 colaboradores.

- Tema de trabajo en equipo y cuidado de la herramienta

El resultado de estas capacitaciones se concluye como satisfactorio, ya que ahora los colaboradores, aunque sean de diferentes profesiones, se apoyan entre ellos. Por ejemplo, los llanteros, al momento de terminar sus

obligaciones y tener un momento de ocio, lo aprovechan y ayudan al mecánico a realizar operaciones que no les corresponden, y viceversa. Los eléctricos ayudan a soldadores a con reparaciones en las que se requiere aplicar SEA, por lo tanto, el objetivo transmitido se ha cumplido.

Todos los colaboradores tienen mayor cuidado y responsabilidad con su herramienta, no se observan actos en los cuales físicamente la herramienta y equipo se vea amenazado, ya que no se observa que dejen caer herramientas desde grandes alturas, que arrastren el equipo o lo tiren.

Tabla LXXXIII. **Resultados de evaluaciones**

Tema	Examinados/ asistencia	Aprobados	Reprobados	Eficiencia
Reparación de llantas	15	14	1	93 %
Conocimiento básico de mecánica y llantas	85	81	4	95 %
Trabajo en equipo	85	85	0	100 %
Conocimientos básicos de electricidad y soldadura	15	15	0	100 %
Rutas de mantenimiento preventivo y concientización sobre consumo eléctrico	85	85	0	100 %

Fuente: elaboración propia.

4.7. Costos

Los costos por las actividades de capacitación para los grupos de mantenimiento preventivo diario y semanal son los siguientes.

Tabla LXXXIV. **Costos por capacitación**

Descripción	Costo
Transporte hacia instalaciones de Tip Top	Q 650,00
Material de apoyo e insumos	Q 105,00
Instructor, soldador contratado	Q 300,00
Instructor, estudiante universitario	Q 300,00
TOTAL	**Q 1 355,00**

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación del plan de mantenimiento en las áreas de MPS y MPD se fortalece el Departamento de Fast Track, ya que se establecen las metas, objetivos y actividades que los colaboradores involucrados en el mantenimiento deben cumplir para que las unidades de transporte presten el servicio para el que fueron adquiridas.

2. Las rutas de mantenimiento han sido elaboradas para determinar el tiempo necesario para efectuar el mantenimiento preventivo, estandarizar las operaciones de los colaboradores según su especialidad y que se pueda llevar a cabo el mantenimiento preventivo correctamente a todas las unidades, sin importar cuál sea la función que desempeñan.

3. El cambio de la iluminación actual por la propuesta de mejora con iluminación led es favorable a la empresa, ya que obtiene una iluminación eficiente que ayuda a sus colaboradores a realizar de mejor forma sus labores y obtiene ahorros monetarios por el bajo consumo eléctrico. Además, se contribuye con el cuidado del medio ambiente, ya que con estas lámparas se generan menos desechos por cambio de luminarias e indirectamente, no se generan gases efecto invernadero.

4. Con las capacitaciones se aumenta la capacidad técnica de los colaboradores, lo cual es necesario para que desarrollen sus labores de forma eficiente y las fallas en las unidades de transporte disminuyan.

RECOMENDACIONES

Al jefe del Departamento de Fast Track:

1. Dar seguimiento al cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo a cada fin de zafra, para seguir fortaleciendo las actividades y que se identifiquen oportunidades de mejora.

2. Dar seguimiento al correcto cargo de materiales y repuestos a las unidades para evitar que estos sean utilizados de forma incorrecta.

A los supervisores del Departamento de Fast Track:

3. Verificar que las rutas de MPD y MPS se realicen correctamente por los colaboradores, asignar solo el material y repuesto necesario.

4. Crear planes de capacitación en temporada de reparación sobre temas relacionados con mecánica, soldadura y llantas para todo el personal, y así fortalecer sus conocimientos técnicos sobre las operaciones de mantenimiento que se llevan a cabo.

5. A todos los supervisores de las naves en las que se llevó a cabo el estudio de iluminación, en las reuniones matutinas se debe incentivar al personal operativo para que ahorre energía eléctrica y así reducir costos.

A todo el personal operativo del Departamento de Fast Track:

6. Poner en práctica los conocimientos adquiridos en las capacitaciones para mejorar el mantenimiento preventivo y aumentar la vida útil de las unidades de transporte.

BIBLIOGRAFÍA

1. COY CATÚ, Julio César. *Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y mejora del sistema de extracción de vapores inflamables, en la empresa Transproductos, S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 234 p.

2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo.* 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p.

3. GARCÉS GUERRERO, Maricela de Lourdes. *Optimización del mantenimiento preventivo en función del costo en la empresa Bioalimentar CIA, LTDA.* Trabajo de graduación de Ing. de Mantenimiento. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, 2011. 77 p.

4. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad.* 3a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 363 p.

5. LUCERO PÉREZ, Saider Efraín. *Reorganización y estandarización en la línea de producción de fachaletas Oxford en la planta Inmaco, S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 141 p.

6. REYNOSO DÍAZ, Hediberto. *Modelo de plan de capacitación.* [en línea]. <http://www,eoi,es/blogs/mintecon/2013/05/14/modelo-de-un-plan-de-capacitacion-2/>. [Consulta: 23 de julio de 2015].

7. TORRES MÉNDEZ, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala: USAC, 2012. 283 p.

ANEXOS

Anexo 1. **Niveles de luz**

DESCRIPCIÓN	RANGO
Montaje:	
Simple	D
Moderadamente difícil	E
Difícil	F
Muy difícil	G
Extra difícil	H
Sala de Dibujo:	
Dibujo detallado	F
Esbozos	E
Oficinas:	
Lecturas de reproducciones pobres	F
Lecturas y escrituras a tinta	D
Lectura impresiones de mucho contraste	D
Talleres:	
Trabajo grueso	**D**
Trabajo medio	E
Trabajo fino	H
Áreas de servicios:	
Escaleras, Corredores, Entradas, baños	C

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas.* p. 126.

Anexo 2. **Porcentaje de reflexión**

	Color	Factor de Reflexión P
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas.* p. 124.

Anexo 3. **Rangos de iluminancia en lux**

A	50 – 75 – 100	Áreas públicas, y alrededores oscuros,
B	50 – 75 – 100	Área de orientación, corta permanencia,
C	50 – 75 – 100	Área de orientación, corta permanencia,
D	200 – **300** – 500	Trabajo de gran contraste o tamaño, Lectura de originales y fotocopias buenas, Trabajo sencillo de inspección o de banco,
E	500 – 750 – 1000	Trabajo de contraste medio o tamaño pequeño, Lecturas a lápiz, fotocopias pobres, trabajos moderadamente difíciles de montaje o banco,
F	1000 – 1500 – 2000	Trabajos de poco contraste o muy pequeños de tamaño, ensamble difícil, etc,
G	2000 – 3000 – 5000	Lo mismo durante periodos prolongados, Trabajos muy difíciles de ensamblaje, inspección o de banco,
H	5000 – 7000 – 10000	Trabajos muy exigentes y prolongados,
I	10000 – 15000 –20000	Trabajos muy especiales, salas de cirugía,

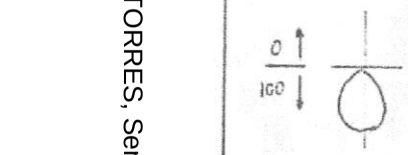
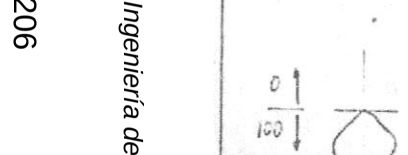
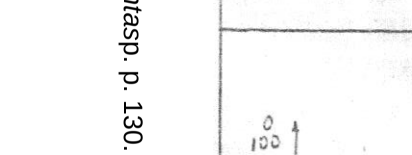
Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas.* p. 126.

Anexo 4. **Tabla de reflectancia efectiva de cavidad de cielo o piso en porcentaje**

Reflectancia Piso o cielo	90				80				70			50			30				10		
%Refl. Pared	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	10
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	69	69	68	59	49	48	30	30	29	29	10	10	10
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	11	10	9
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	8
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	9	7
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	9	7
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	9	7
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	9	7
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	28	25	21	18	12	9	7
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12	9	7
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12	9	6
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12	9	6
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12	9	6
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13	9	6
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13	9	6
2.3	83	69	56	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	13	9	6
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13	9	6
2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	9	6
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	9	5
2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	9	5
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	9	5
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	9	5
3.0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	8	5
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	8	5
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	8	5
3.6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	8	5
3.7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	8	4
3.8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	8	4
3.9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13	8	4
4.0	78	58	4	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13	8	4
4.1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13	8	4
4.2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
4.4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	8	4
4.5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	8	4
4.6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	8	4
4.7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	8	4
4.8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	8	4
4.9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	8	4
5.0	76	53	38	27	57	48	35	25	43	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	8	4

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas.* p. 129.

Anexo 5. **Tabla de coeficiente de utilización (k)**

Distribución típica	p_{cc}	80				70				50			30			10		
	p_p	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	RCA	Coeficientes de utilización, método cavidad zonal, p_{cp} = 20																
	1	.86	.84	.82	.79	.84	.81	.79	.77	.77	.75	.74	.73	.72	.71	.70	.69	.68
	2	.81	.77	.73	.70	.79	.75	.71	.69	.71	.69	.66	.68	.66	.64	.65	.63	.62
	3	.76	.70	.66	.62	.74	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.63	.61	.58	.61	.59	.57
	4	.71	.64	.59	.56	.69	.63	.59	.55	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.56	.54	.51
	5	.67	.59	.54	.50	.65	.58	.53	.49	.56	.52	.49	.54	.50	.48	.52	.49	.47
	6	.63	.55	.49	.45	.61	.54	.49	.45	.52	.47	.44	.50	.46	.44	.49	.45	.43
	7	.59	.50	.45	.41	.57	.49	.44	.41	.48	.43	.40	.46	.42	.39	.45	.41	.39
	8	.55	.46	.41	.37	.54	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.35
	9	.51	.43	.37	.34	.50	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.35	.33	.38	.35	.32
	10	.47	.38	.32	.29	.46	.37	.32	.29	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.34	.30	.27
	1	.73	.70	.68	.66	.71	.68	.67	.65	.66	.64	.63	.63	.62	.61	.61	.60	.59
	2	.67	.63	.59	.56	.66	.62	.58	.56	.59	.57	.54	.57	.55	.53	,55	.54	.52
	3	.62	.57	.52	.49	.61	.56	.52	.48	.54	.50	.47	.52	.49	.47	.51	.48	.46
	4	.58	.51	.46	.43	.57	.50	.46	.42	.49	.45	.42	.47	.44	.41	.46	.44	.41
	5	.53	.46	.41	.37	.52	.45	.40	.37	.44	.40	.36	.43	.39	.36	.41	.38	.36
	6	.50	.42	.36	.33	.48	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	,35	.32	.38	.34	.32
	7	.46	.38	.32	.29	.45	.37	.32	.29	.36	.32	.28	.35	.31	.28	.34	.31	.28
	8	.42	.34	.29	.25	.41	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.25	.31	.27	.24
	9	.39	.31	.25	.22	.38	.30	.25	.22	.29	.25	.22	.29	.24	.21	.28	.24	.21
	10	.36	.28	.23	.19	.36	.27	.23	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.25	.22	.19
	1		.98	.96	.95					.92	.91	.90				.87	.86	.85
	2		.94	.91	.89					.89	.87	.86				.85	.84	.83
	3		.90	.87	.85					.87	.85	.83				.83	.82	.80
	4		.87	.83	.81					.84	.81	.80				.81	.79	.78
	5		.83	.80	.77					.81	.78	.76				.79	.77	.75
	6		.81	.77	.75					.79	.76	.74				.77	.75	.73
	7		.78	.74	.72					.76	.73	.71				.74	.72	.70
	8		.75	.72	.69					.74	.71	.69				.72	.70	.68
	9		.73	.69	.67					.72	.68	.66				.70	.68	.66
	10		.70	.67	.64					.69	.66	.64				.68	.66	.64

Fuente: TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*p. p. 130.

Anexo 6. **Lámparas actuales contra lámparas led**

LAMPARA **METAL HALIDE**
H I G H B A Y

Especificaciones	[illegible]
10 lamparas	4,000W
Watts consumidos por 12 horas diarias	48,000W
Watts consumidos en 30 días de uso	1,440,000W
Kw/Hr consumidos	1,440
Costo Kw/Hr	$0.21
Costo mensual	$302.40
Costo Anual	$3,628.80

VS

LED0186

Especificaciones	LED 200W
10 lamparas	2,000W
Watts consumidos por 12 horas diarias	24,000W
Watts consumidos en 30 días de uso	720,000W
Kw/Hr consumidos	720
Costo Kw/Hr	$0.21
Costo mensual	$151.20
Costo Anual	$1,814.40

Fuente: Ecoluxlite. *Catálogo 2013*. p. 22.