

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE LA
EMPRESA INGENIERÍA Y SUMINISTROS BROCA S.A.S.**

Autor

JOSEPH ALFREDO MOTTA SANCHEZ

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, MECATRONICA E
INDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
2019**

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE LA
EMPRESA INGENIERÍA Y SUMINISTROS BROCA S.A.S.**

JOSEPH ALFREDO MOTTA SANCHEZ

Trabajo de grado para optar por el título de ingeniero mecánico

Director

MSc. JUAN CARLOS DELGADO SANABRIA

Ingeniero mecánico

Co-Director

HOLGER CACUA RIVERA

Ingeniero mecánico

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA, MECATRONICA E
INDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERIA MECANICA
2019**

DEDICATORIA

*A mis padres José Motta y Nelsy Sánchez,
quienes me han acompañado
y apoyado incondicionalmente
durante toda mi vida.*

*A mi compañera sentimental Anatilde Arias,
Por estar conmigo en los momentos más difíciles
y hacerme ver la luz siempre que lo necesité.*

*A mis hermanos Johan y Joslyn Motta,
Por brindarme su amor y cariño siempre.*

*A mis abuelos Leticia Perez, Jose Motta, Emilda Díaz,
Por siempre creer en mí.*

*A mis suegros Neglis Bastidas y Pablo Arias,
Por apoyarme y acogerme en su casa como si fuera hijo suyo.*

Joseph Alfredo Motta Sanchez

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Juan Carlos Delgado Sanabria por su disposición y orientación en la dirección de este trabajo de grado.

A la empresa Ingeniería y suministros BROCA S.A.S. por permitirme realizar mis prácticas empresariales, además de ofrecerme tantas enseñanzas.

A la Universidad de Pamplona y al programa de Ingeniería mecánica por brindarme todos los conocimientos necesarios y permitirme cumplir este gran logro en mi vida.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	20
1. DIRECCIONAMIENTO DEL PROYECTO	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	22
1.3. OBJETIVOS.....	23
1.3.1. Objetivo general.	23
1.3.2. Objetivos específicos	23
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	24
2.1. MANTENIMIENTO.....	24
2.2. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	24
2.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO	25
2.3.1. Mantenimiento correctivo	25
2.3.2. Mantenimiento circunstancial	26
2.3.3. Mantenimiento preventivo	27
2.3.4. Mantenimiento programado.....	27
2.3.5. Mantenimiento rutinario:.....	28
3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	29
3.1. RAZÓN SOCIAL	29
3.2. MISION	29
3.3. VISION.....	29
3.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	30
4. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	31
4.1. ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO.....	31

4.1.1.	Descripción.....	31
4.1.2.	Organización de Mantenimiento.....	32
4.1.3.	Planificación de mantenimiento.....	32
4.1.4.	Listado de maquinaria y equipos de la empresa	32
4.1.5.	Control de mantenimiento	36
4.1.5.	Mantenimiento rutinario.....	39
4.1.6.	Mantenimiento programado.....	39
4.1.7.	Mantenimiento correctivo	39
4.1.8.	Mantenimiento preventivo	39
4.1.9.	Mantenimiento por avería.....	40
4.1.10.	Personal de mantenimiento	40
4.1.11.	Recursos.....	41
4.2.	EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA EMPRESA	41
5.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS Y VEHÍCULOS	55
5.1.	Análisis previo según datos existentes:	55
5.2.	Método de los factores ponderados bajo el concepto de riesgo	56
5.2.1.	Maquinaria.....	58
5.2.2.	Vehículos	83
5.3.	Descripción de resultados.....	95
5.3.1.	Retroexcavadoras	95
5.3.2.	Motoniveladoras.....	96
5.3.3.	Vibrocompactadores	97
5.3.4.	Vehículos livianos.....	97
5.3.5.	Vehículos pesados.....	98

6. Análisis de los resultados de la evaluación del mantenimiento y criticidad de equipos.....	99
6.1. Maquinaria	99
6.2. Vehículos.....	102
7. PROPOSICIÓN DE ACCIONES DE MEJORA SEGÚN LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	104
7.1. Organización de la empresa	104
7.2. Organización de mantenimiento	104
7.1. Mantenimiento rutinario	106
7.2. Mantenimiento programado	106
7.3. Mantenimiento correctivo.....	107
7.4. Mantenimiento preventivo.....	108
7.5. Mantenimiento por avería	108
7.6. Personal de mantenimiento	109
7.7. Apoyo logístico.....	109
7.8. Recursos.....	110
8. Documentar las actualizaciones en el sistema de gestión del mantenimiento. 111	
8.1. Organización de mantenimiento	111
8.1.1. Organigrama del departamento de mantenimiento	111
8.1.2. Funciones del personal de mantenimiento.....	112
8.1.3. Actualización del flujograma del manejo de información.....	114
8.1.4. Envío y recepción de informes evaluativos	115
8.2. Planificación de mantenimiento	115
8.2.1. Instauración de los objetivos de mantenimiento	115

8.2.2.	Revisión de las necesidades de cada equipo	116
8.2.3.	Establecer un orden de prioridades para los objetos de mantenimiento para la ejecución de acciones de mantenimiento de los sistemas que lo requieran. 116	
8.2.4.	Inventario completo de los objetos a mantener en el programa de mantenimiento.....	116
8.3.	Mantenimiento programado	117
8.3.1.	Procedimiento actualizado para la realización de mantenimiento programado.	117
8.3.2.	Recuperación y actualización de los documentos referentes a mantenimiento e implementación de los mismos.	118
8.4.	Mantenimiento preventivo	118
8.5.	Mantenimiento correctivo	119
8.6.	Mantenimiento por avería	120
8.6.1.	Desarrollo de mecanismo para agilizar la adquisición de los repuestos 120	
8.6.2.	Capacitaciones.....	122
8.7.	Recursos.....	122
8.7.1.	Inventario de herramientas, materiales y repuestos.....	122
8.7.2.	Realizar control de uso y estado de herramientas e instrumentos. ...	122
	CONCLUSIONES	124
	RECOMENDACIONES	125
	BIBLIOGRAFÍA.....	126
	ANEXOS	127

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Organigrama de la empresa	30
Ilustración 2. Ruta de mantenimiento de la empresa	36
Ilustración 3. Gráfica de criticidad para la falla por fugas hidráulicas en retroexcavadoras	59
Ilustración 4. Criticidad de falla por filtración de combustible en retroexcavadoras.	60
Ilustración 5. Criticidad para falla por desgaste prematuro en articulaciones en retroexcavadoras	61
Ilustración 6. Criticidad para falla en ECU.....	62
Ilustración 7. Criticidad para falla en motor de giro	63
Ilustración 8. Criticidad para falla en bombas hidráulicas	64
Ilustración 9. Criticidad de falla en banco de válvulas en retroexcavadoras	65
Ilustración 10. Criticidad por falla de motor en retroexcavadoras	66
Ilustración 11. Criticidad de fugas hidráulicas en motoniveladoras.....	67
Ilustración 12. Criticidad para falla por desgaste prematuro en articulaciones en motoniveladoras.....	68
Ilustración 13. Criticidad para falla en ECU de motoniveladoras	69
Ilustración 14. Criticidad para falla en tornamesa	70
Ilustración 15. Criticidad para falla en bombas hidráulicas de motoniveladora	71
Ilustración 16. Criticidad de falla en banco de válvulas de motoniveladora	72
Ilustración 17. Criticidad para falla en el motor de motoniveladora.....	73
Ilustración 18. Criticidad de fugas hidráulicas en motoniveladoras	74
Ilustración 19. Evaluación de criticidad de la falla por filtración de combustible	75

Ilustración 20. Criticidad de vibrocompactadores ante la falla en el sistema eléctrico	76
Ilustración 21. Criticidad para falla por desgaste prematuro en articulaciones en vibrocompactadores.....	77
Ilustración 22. Criticidad para falla en ECU de motoniveladoras	78
Ilustración 23. Criticidad para falla en motor de vibración.....	79
Ilustración 24. Criticidad para falla en bombas hidráulicas de vibrocompactador ..	80
Ilustración 25. Criticidad de falla en banco de válvulas de vibrocompactadores....	81
Ilustración 26. Criticidad para falla en el motor de motoniveladora	82
Ilustración 27. Criticidad de falla por fugas de aceite en vehículos livianos.....	83
Ilustración 28. Criticidad para desgaste prematuro de las llantas	84
Ilustración 29. Criticidad para desgaste prematuro de elementos articulados	85
Ilustración 30. Criticidad para fallas en la filtración de combustible en vehículos livianos	86
Ilustración 31. Criticidad para fallas en sistema eléctrico de vehículos livianos.....	87
Ilustración 32. Criticidad para parada de motor en vehículos livianos.	88
Ilustración 33. Criticidad para para fugas de aceite motor e hidráulico en la dirección.	89
Ilustración 34. Criticidad para desgaste prematuro de las llantas en vehículos pesados.	90
Ilustración 35. Criticidad para desgaste prematuro de elementos articulados en vehículos pesados	91
Ilustración 36. Criticidad para fallas en filtración de combustible en vehículos pesados.	92
Ilustración 37. Criticidad para fallas en sistema eléctrico en vehículos pesados. ..	93
Ilustración 38. Criticidad para parada de motor en vehículos pesados.....	94
Ilustración 39. Organigrama del departamento de mantenimiento.....	111

Ilustración 40. Diagrama de flujo para el manejo de información.....	114
Ilustración 41. Ruta para la realización de mantenimiento programado.	117
Ilustración 42. Diagrama de flujo para programación de mantenimiento correctivo.	119
Ilustración 43. Diagrama de flujo para proceso de compra de repuestos.	121
Ilustración 44. Diagrama de flujo para solicitud de repuestos a almacén.	122
Ilustración 45. Diagrama de flujo para solicitud de préstamo de herramientas a almacén.	123
Ilustración 46. Inspección preoperacional vehículos livianos	127
Ilustración 47. Inspección preoperacional de volqueta	128
Ilustración 48. Inspección preoperacional para vibrocompactador	129
Ilustración 49. Inspección preoperacional de Tractomula	130
Ilustración 50. Inspección preoperacional de motoniveladora.....	131
Ilustración 51. Inspección preoperacional retroexcavadora	132
Ilustración 52. Inspección preoperacional carrotanque	133
Ilustración 53. Inspección preoperacional minicargador	134
Ilustración 54. Inspección preoperacional Buldócer.....	135
Ilustración 55. Plan de mantenimiento antiguo.	136
Ilustración 56. Orden de trabajo versión anterior.	137
Ilustración 57. Bitácora de mantenimiento.	138
Ilustración 58. Formato de requisición interna	139
Ilustración 59. Informe semanal presentado a auditor externo.	140
Ilustración 60. Evaluación de necesidades de maquinaria.....	144
Ilustración 61. Necesidades de volquetas.....	145

Ilustración 62. Formato de listado de maquinaria, vehículos y equipos actualizado 146

Ilustración 63. Informe generado por el documento de Excel para el control de llantas. (Resumido para la volqueta TBZ-793)..... 148

Ilustración 64. Stock mínimo de almacén..... 149

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de maquinaria y equipos (desactualizado)	33
Tabla 2. Control de mantenimiento	37
Tabla 3. Listado de personal de mantenimiento.	40
Tabla 4. Evaluación del sistema de mantenimiento de la empresa Ingeniería y suministros BROCA S.A.S. Según los parámetros de la norma COVENIN 2500-93.	42
Tabla 5. Criterios para la ponderación del MFP.	57
Tabla 6. Ponderación para la falla por fugas en el sistema hidráulico de retroexcavadoras.	59
Tabla 7. Valores asignados para criticidad de fallas en el sistema de filtración en retroexcavadoras.	60
Tabla 8. Datos para criticidad de la falla por desgaste prematuro en articulaciones.	61
Tabla 9. Valores de ponderación para falla en ECU	62
Tabla 10. Valores de ponderación para falla en motor de giro en retroexcavadoras	63
Tabla 11. Valores de ponderación para en bombas hidráulicas	64
Tabla 12. Criterios otorgados a fallas en banco de válvulas	65
Tabla 13. Valores de ponderación para falla en el motor	66
Tabla 14. Valores para fugas en el sistema hidráulico	67
Tabla 15. Datos para criticidad de la falla por desgaste prematuro en articulaciones.	68
Tabla 16. Valores de ponderación para falla en ECU en motoniveladoras	69
Tabla 17. Valores de ponderación para falla en motor de giro	70
Tabla 18. Valores de ponderación para en bombas hidráulicas	71
Tabla 19. Criterios otorgados a fallas en banco de válvulas	72

Tabla 20. Valores de ponderación para falla en el motor.....	73
Tabla 21. Valores para fugas en el sistema hidráulico.....	74
Tabla 22. Valores para fugas en el sistema hidráulico.....	75
Tabla 23. Ponderación para fallas en sistema eléctrico.....	76
Tabla 24. Datos para criticidad de la falla por desgaste prematuro en articulaciones.	77
Tabla 25. Valores de ponderación para falla en ECU en motoniveladoras	78
Tabla 26. Valores de ponderación para falla en motor de giro.....	79
Tabla 27. Valores de ponderación para en bombas hidráulicas	80
Tabla 28. Criterios otorgados a fallas en banco de válvulas de vibrocompactador	81
Tabla 29. Valores de ponderación para falla en el motor.....	82
Tabla 30. Ponderación para fugas de aceite de motor e hidráulico de la dirección.	83
Tabla 31. Ponderación para desgaste prematuro de las llantas	84
Tabla 32. Factores de ponderación para desgaste prematuro de elementos articulados.....	85
Tabla 33. Ponderación para fallas en la filtración de combustible en vehículos livianos.....	86
Tabla 34. Ponderación para fallas en sistema eléctrico de vehículos livianos.	87
Tabla 35. Ponderación para parada de motor en vehículos livianos.....	88
Tabla 36. Ponderación para fugas de aceite motor e hidráulico en la dirección. ...	89
Tabla 37. Ponderación para desgaste prematuro de las llantas en vehículos pesados.	90
Tabla 38. Ponderación para desgaste prematuro de elementos articulados en vehículos pesados	91
Tabla 39. Ponderación para fallas en filtración de combustible en vehículos pesados.	92

Tabla 40. Ponderación para fallas en sistema eléctrico en vehículos pesados.	93
Tabla 41. Ponderación para parada de motor en vehículos pesados	94
Tabla 42. Asignación y descripción de funciones del personal de mantenimiento.	112
Tabla 43. Listado de llantas recortado. (Se recorta debido a la extensión del documento, resumiento los demás elementos a sólo la volqueta TBZ-794).....	147

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A. Formatos preoperacionales.....	127
Anexo B. Programa de mantenimiento desactualizado	136
Anexo C. Orden de trabajo antigua.....	137
Anexo D. Bitácora de mantenimiento.....	138
Anexo E. Formato Requisición interna.....	139
Anexo F. Informes semanales	140
Anexo G. Cronograma de mantenimiento.....	141
Anexo H. Evaluación de las necesidades de los equipos	142
Anexo I. Inventario de maquinaria y equipos actualizado.	146
Anexo J. Programa de control de llantas	147
Anexo K. Listado de stock realizado	149

RESUMEN

TÍTULO: ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE LA EMPRESA INGENIERÍA Y SUMINISTROS BROCA S.A.S.

AUTOR:

JOSEPH ALFREDO MOTTA SANCHEZ

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento programado, mantenimiento preventivo, mantenimiento por avería, falla.

DESCRIPCIÓN: En el siguiente documento se muestra el paso a paso de la actualización del plan de mantenimiento de la empresa Ingeniería y suministros BROCA S.A.S. el cual se realizó en la modalidad de prácticas empresariales.

Inicialmente se realiza la evaluación del estado del mantenimiento de la empresa, en el cual se determina las fallas y cosas por mejorar que pueda tener la empresa en el área de mantenimiento, posteriormente se elabora un estudio de criticidad mediante el método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo, en el cual se determinan las fallas más críticas. Luego se realiza un análisis con base en el estudio de criticidad y evaluación del sistema de mantenimiento para así proponer una serie de acciones de mejoramiento en la parte de mantenimiento de dicha empresa, finalmente se documentan todas las acciones de mejoramiento que se logró realizar en el corto tiempo de la práctica empresarial.

SUMMARY

TITLE: UPDATING OF THE SCHEDULED MAINTENANCE PLAN OF THE COMPANY INGENIERÍA Y SUMINISTROS BROCA S.A.S.

AUTHOR:
JOSEPH ALFREDO MOTTA SANCHEZ

KEY WORDS: Scheduled maintenance, preventive maintenance, maintenance by failure, failure.

DESCRIPTION: The following document shows the step by step of updating the maintenance plan for the company Ingeniería y suministros BROCA S.A.S. which was carried out in the modality of business practices.

Initially the assessment of the state of the maintenance of the company is made, in which the faults and things to be improved that the company can have in the maintenance area are determined, later a criticality study is elaborated by means of the weighted factors method under the risk concept, in which the most critical faults are determined. Then an analysis is made based on the criticality and evaluation of the maintenance system to propose a series of improvement actions in the maintenance part of the company, finally all the improvement actions that were accomplished in the Short time of business practice.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento comprende una parte importante e imprescindible en la industria y abarca todas aquellas actividades necesarias para mantener los equipos e instalaciones en una condición particular o volverlos a dicha condición. Tiene como finalidad conservar los equipos, edificios, servicios e instalaciones en condiciones para cumplir la finalidad para la que fueron proyectados con la capacidad y calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definido por los requerimientos de producción (Prando, 1996).

Este proyecto se enfocará en optimizar el plan maestro de mantenimiento para la empresa Ingeniería y suministros BROCA S.A.S., la cual está enfocada en la construcción y preparación de terrenos, incluyendo, además, en el alcance de sus proyectos, especialidades eléctricas, mecánicas y de instrumentación aplicadas en el desarrollo de la actual infraestructura minero energética.

El plan maestro de mantenimiento programado incluirá los mantenimientos correctivos y preventivos que se le deben realizar a una máquina o vehículo además de incluir el mantenimiento predictivo de los lubricantes basado en estudios realizados y manuales.

El desarrollo de los motores de combustión interna, se ha centrado en las últimas tres décadas en la reducción del impacto negativo sobre el medio ambiente que en gran medida se asocia con la reducción de las emisiones tóxicas de gases de escape a la atmósfera, pero también con la reducción de las emisiones de dióxido de carbono, que aunque no es un gas tóxico, se considera perjudicial porque intensifica la ocurrencia del efecto invernadero (Rodríguez Villamizar, 2017).

1. DIRECCIONAMIENTO DEL PROYECTO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la empresa ingeniería y suministros BROCA S.A.S., el cargo de Ingeniero de mantenimiento estuvo vacante por largo tiempo, lo que ocasionó que el plan de mantenimiento sufriera una desactualización respecto a trabajos y tiempos entre mantenimientos.

Además de lo anteriormente mencionado, en la empresa se maneja únicamente mantenimiento predictivo en el control de lubricantes o cambios de aceite, además de hacer mantenimientos preventivos cuando hay tiempo o cuando están desocupados los vehículos y maquinaria, esto hace que la gestión de mantenimiento no sea efectiva y haya retrasos en las paradas de los equipos a la hora de realizar mantenimiento.

Se hará una revisión exhaustiva de las órdenes de trabajo realizadas hasta la fecha y una consulta con operadores, conductores y técnicos de mecánica para realizar la actualización lo más precisa posible.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto ofrece a la empresa la oportunidad de llevar correctamente el plan de mantenimiento, según las acciones realizadas durante la práctica y las recomendaciones realizadas, para tener los vehículos y maquinaria trabajando en óptimas condiciones y de esta manera aumentar su productividad. Se pretende recuperar y mejorar el programa de mantenimiento que funcionaba en la empresa, para así llevar un mejor control del mismo.

Gracias a la mejora en el programa de mantenimiento, se espera que el personal de mantenimiento pueda garantizar la seguridad y confiabilidad de los equipos, aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada utilizada en el proceso productivo evitando paradas no programadas de la maquinaria por fallas inesperadas, detectar las fallas antes de su ocurrencia, con el fin de reducir la gravedad de las mismas, reducir los costes que se derivan del mantenimiento, optimizando los recursos, alargar la vida útil de la maquinaria, manejando un registro ordenado y un sistema de aplicación de mantenimiento programado con disciplina y con estricto cumplimiento.¹

¹ **Trigos Polo, Luis Fernando y Arenas Fonnegra, Ides Yurley.** *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA (MOTONIVELADORAS Y EXCAVADORAS HIDRAULICAS) UTILIZADAS POR LA EMPRESA INGENIERÍA Y SUMINISTROS BROCA LTDA, UBICADA EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA.* Barrancabermeja : s.n., 2014

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general.

- ❖ Actualizar sistema de gestión del mantenimiento de la empresa Ingeniería y Suministros BROCA S.A.S. de Barrancabermeja

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el estado del sistema de gestión de mantenimiento de la empresa.
- Realizar estudio de criticidad de equipos.
- Análisis de los resultados de la evaluación del mantenimiento y criticidad de equipos.
- Proponer acciones de mejora según los resultados obtenidos.
- Documentar las actualizaciones en el sistema de gestión del mantenimiento.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. MANTENIMIENTO

La norma venezolana COVENIN 3049-93¹ define el mantenimiento como “el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado”.

Según Prando ²“el mantenimiento no consiste en realizar el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su primera prioridad es prevenir fallas y, de este modo reducir los riesgos de paradas imprevistas”.

2.2. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Es la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento.³

¹ Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), Mantenimiento definiciones, 1993. Pág 1

² Prando, R. (1996). Manual de gestión de mantenimiento a la medida. Guatemala: Piedra Santa S.A. Pág 27

³ Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), Mantenimiento definiciones, 1993. Pág 1

2.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.3.1. Mantenimiento correctivo

En su libro, Prando⁴ define el mantenimiento correctivo de la siguiente manera. “Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo” se clasifica en

2.3.1.1. No planificado:

Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación. de aplicación de normas legales, etc.)⁵.

En la norma COVENIN, Mantenimiento Definiciones⁶, éste tipo de mantenimiento se presenta como mantenimiento por avería, y “Se define como la atención a un sistema productivo cuando aparece una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos sistemas, minimizando sus tiempos de parada. Es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento. La atención a las fallas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo a ser “programada” pues implica el aumento en costos y de paradas innecesarias de personal y equipos.”

⁴ Prando, R. (1996). *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa S.A. Pág 9

⁵ Prando, R. (1996). *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa S.A. Pág 9

⁶ Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), *Mantenimiento definiciones*, 1993. Pág 2.

2.3.1.2. Planificado:

Se sabe con antelación que es lo que debe hacerse. de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación. se disponga del personal repuestos y documentos terceros necesarios para realizarla correctamente.⁷

En la norma COVENIN, Mantenimiento Definiciones⁸, éste tipo de mantenimiento se presenta como mantenimiento únicamente correctivo, definiéndose de la siguiente manera “Comprende las actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo.”

2.3.2. Mantenimiento circunstancial

Este tipo de mantenimiento es una mezcla entre rutinario, programado, avería y correctivo, ya que por su intermedio se ejecutan acciones de rutina pero no tienen un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; se ejecutan acciones que están programadas en un calendario anual pero que tampoco tienen un punto fijo de inicio por la razón anterior; se atienden averías cuando el sistema se detiene, existiendo por supuesto otro sistema que cumpla su función; y el estudio de la falla permite la programación de su corrección eliminando dicha avería a mediano plazo. La atención de los sistemas productivos bajo este tipo de mantenimiento depende no de la organización de mantenimiento que tiene a dichos sistemas productivos dentro de sus planes y programas, sino de otros entes de la organización del sistema

⁷ Prando, R. (1996). *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa S.A. Pág 10.

⁸ Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), *Mantenimiento definiciones*, 1993. Pág 1.

productivo, los cuales sugieren aumento en capacidad de producción, cambios de procesos, disminución en ventas, reducción de personal y/o turnos de trabajo.⁹

2.3.3. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de las fallas.¹⁰

2.3.4. Mantenimiento programado

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema productivo a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente períodos de un año. Es ejecutado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento que se dirigen al sitio para realizar las labores incorporadas en un calendario anual.¹¹

⁹ Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), *Mantenimiento definiciones*, 1993. Pág 2.

¹⁰ Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), *Mantenimiento definiciones*, 1993. Pág 2.

¹¹ Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), *Mantenimiento definiciones*, 1993. Pág 1.

2.3.5. Mantenimiento rutinario:

El que comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los sistemas productivos y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos sistemas productivos evitando su desgaste.¹²

¹² Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), *Mantenimiento definiciones*, 1993. Pág 1.

3. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

3.1. RAZÓN SOCIAL

Ingeniería y suministros Broca Ltda. hace parte del selecto grupo de empresas colombianas que proyectan, planean, ejecutan y ponen en marcha obras de ingeniería civil basadas en la construcción y preparación de terrenos, incluyendo, además, en el alcance de sus proyectos, especialidades eléctricas, mecánicas y de instrumentación aplicadas en el desarrollo de la actual infraestructura minero energética.

3.2. MISIÓN

Ingeniería y Suministros Broca Ltda., ofrece servicios integrales a diferentes entidades a nivel nacional, garantizando planeación, control y mejora en la ejecución de nuestros proyectos, basados en los principios de responsabilidad, ética y cumplimiento los cuales nos permiten proporcionar seguridad, satisfacción y garantía a nuestros clientes.

3.3. VISIÓN

En el 2019, estar posicionada como una empresa líder y reconocida en la gestión y desarrollo de proyectos en los sectores de Oil&Gas, infraestructura y transporte cumpliendo con normas y estándares de calidad internacional en la ejecución de obras civiles, mecánicas, eléctricas, de instrumentación y construcción de localizaciones en Colombia, destacándonos por la eficiencia, confiabilidad y satisfacción del cliente.

3.4. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

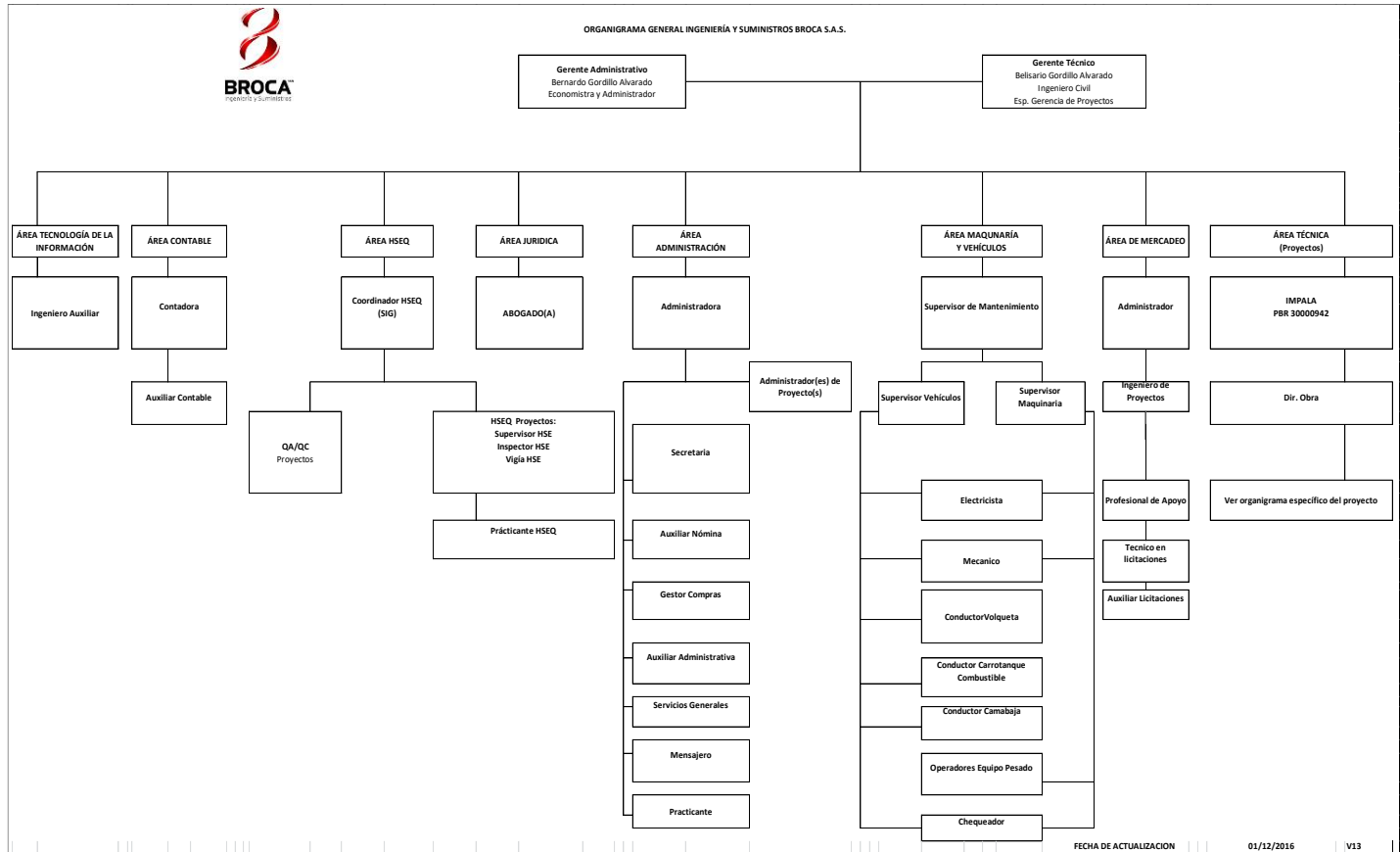


Ilustración 1. Organigrama de la empresa

4. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El sistema de gestión de mantenimiento de la empresa Ingeniería y suministros BROCA S.A.S. se evaluará mediante los criterios y parámetros establecidos en la norma COVENIN 3049-90 y la 2500-93, las cuales se refieren al mantenimiento de un sistema productivo.

Esta norma establece el marco conceptual de la función de mantenimiento a fin de tener unificación de criterios y principios básicos de dicha función. Su aplicación está dirigida a aquellos sistemas en operación, sujetos a acciones de mantenimiento.¹

4.1. ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO

4.1.1. Descripción

En la empresa Ingeniería y Suministros BROCA S.A.S. El mantenimiento realizado es mayormente correctivo, se realiza mantenimiento rutinario de inspección y lubricación y se realiza mantenimiento preventivo únicamente para cambios de aceites. Se requiere ampliar el campo del mantenimiento preventivo para así planear futuros trabajos y aumentar el rendimiento de los equipos, ayudando a aumentar la productividad.

¹ Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (01 de 12 de 1993). Mantenimiento definiciones.

4.1.2. Organización de Mantenimiento

La organización de mantenimiento está conformada por un supervisor general, dos supervisores de mantenimiento (vehículos y maquinaria) y cuatro mecánicos, dos que se encuentran realizando labores de mantenimiento de maquinaria y los otros dos para mantenimiento de vehículos, un electricista encargado de las dos ramas, además de un soldador.

4.1.3. Planificación de mantenimiento

En la empresa posee maquinaria y equipos a los cuales se le realiza mantenimiento correctivo y preventivo cuando hay tiempo o no se está usando. Además de que el mantenimiento preventivo, no se rige al plan actual, el cual está basado en los manuales de maquinaria y vehículos.

4.1.4. Listado de maquinaria y equipos de la empresa

El listado que se muestra a continuación, pertenece al programa de mantenimiento anterior a la iniciación de este proyecto, cabe resaltar que dicho listado está desactualizado, debido a que algunos de los elementos que se muestran a continuación, han sido vendidos.

En cuanto a la codificación de equipos, no fue necesario realizarla, ya que, dichos equipos, ya se encontraban codificados.

Tabla 1. Listado de maquinaria y equipos (desactualizado)

ID	PLACA	NOMBRE DE LA NORMA DE REPARTO
1	TAQ-266	BUSETA VOLKSWAGEN TAQ-266
2	SOF-337	CABEZOTE MACO SOF-337
3	SOF-464	CABEZOTE MACO SOF-464
4	XWC-856	CAMION CHEVROLET XWC-856
5	XWD-383	CAMION CHEVROLET XWD-383
6	BXK-341	CAMIONETA NISSAN BXK-341
7	EJK-617	CAMIONETA NISSAN EJK-617
8	EJK-619	CAMIONETA NISSAN EJK-619
9	MBS-853	CAMIONETA NISSAN MBS-853
10	MBT-119	CAMIONETA NISSAN MBT-119
11	BXN-202	CAMIONETA MAZDA BXN-202
12	MBU-526	CAMIONETA NISSAN MBU-526
13	TAW-219	CARROTANQUE COMB FOTON TAW-219
14	XUE-261	CARROTANQUE DODGE XUE-261
15	ZOG-197	CARROTANQUE FORD ZOG-197
16	TAP-938	CARROTANQUE FREIGHTLIN TAP-938
17	TAQ-059	CARROTANQUE FREIGHTLIN TAQ-059
18	SSY-707	VOLQUETA INTER SSY-707
19	TAQ-020	VOLQUETA INTER TAQ-020
20	TAQ-021	VOLQUETA INTER TAQ-021
21	TAQ-033	VOLQUETA INTER TAQ-033
22	TAQ-034	VOLQUETA INTER TAQ-034
23	XMD-071	VOLQUETA INTER XMD-071
24	XMD-073	VOLQUETA INTER XMD-073
25	XMD-097	VOLQUETA INTER XMD-097
26	XWD-230	VOLQUETA INTER XWD-230
27	TAQ-219	VOLQUETA VOLVO TAQ-219
28	TBZ-695	VOLQUETA VOLVO TBZ-695
29	TBZ-790	VOLQUETA VOLVO TBZ-790

30	TBZ-791	VOLQUETA VOLVO TBZ-791
31	TBZ-792	VOLQUETA VOLVO TBZ-792
32	TBZ-793	VOLQUETA VOLVO TBZ-793
33	TBZ-794	VOLQUETA VOLVO TBZ-794
34	TBZ-795	VOLQUETA VOLVO TBZ-795
35	TBZ-796	VOLQUETA VOLVO TBZ-796
36	TBZ-797	VOLQUETA VOLVO TBZ-797
37	TBZ-907	VOLQUETA VOLVO TBZ-907
38	R-69294	CAMABAJA TRES TROQUES R-69294
39	R-56590	CAMABAJA DOS TROQUES R-56590
40	R-80356	CAMABAJA TRES TROQUES R-80356
41	R-23290	CAMABAJA DOS TROQUES R-23290
42	BDC-01	BULLDOZER CAT D6D
43	DMV-01	DUMPER I SERIE 70007 /03
44	DMV-02	DUMPER II SERIE 12116 /04
45	MCC-01	MINICARGADOR CAT 242B
46	MXF-02	MIXER FIORI DB250C
47	MXF-01	MIXER CARMIX FIORI MOD DB260SL
48	MNV-02	MOTO VOLVO 930G-502300-2
49	MNV-01	MOTO VOLVO 930G-502301-1
50	MNC-01	MOTONIVELADORA CAT 120H
51	MNC-06	MOTONIVELADORA CAT 120K
52	MNC-03	MOTONIVELADORA CAT 12H
53	MNC-04	MOTONIVELADORA CAT 12H-3
54	MNC-02	MOTONIVELADORA CAT 140H
55	ROC-02	RETRO CAT 320D
56	ROC-01	RETRO CAT EL 200B
57	ROC-03	RETRO CAT MOD 336DL
58	ROH-02	RETRO HITACHI EX-100-2
59	ROH-04	RETRO HITACHI EX-100-5
60	ROH-05	RETRO HITACHI ZAXIS ZX-200-3
61	ROH-03	RETRO HITACHI ZX-200

62	RLC-04	RETRO LLANTA CAT MOD 420E # 1
63	RLJ-01	RETRO LLANTA JHON DEERE 310G A
64	RLJ-02	RETRO LLANTA JHON DEERE 310G V
65	ROV-05	RETRO VOLVO 360 BLC
66	ROV-01	RETRO VOLVO EC240BLC-1 S40082
67	ROV-02	RETRO VOLVO EC240BLC-2 S15381
68	ROV-03	RETRO VOLVO EC240BLC-3 S40066
69	ROV-04	RETRO VOLVO EC240BLC-4 S40068
70	VBC-01	VIBRO CAT CS-533E
71	VBD-02	VIBRO DYNAPAC CA250D
72	VBI-03	VIBRO IG RAND SD100D 1039
73	VBI-02	VIBRO IG RAND SD100D C
74	VBI-01	VIBRO IG RAND SD100D TF
75	VBV-01	VIBRO VOLVO SD105DX-P00704159
76	CGC-01	CARGADOR CASE 821C

4.1.5. Control de mantenimiento

El mantenimiento en esta empresa se realiza de la siguiente manera, según el sistema de gestión, ya que, realmente el control del programa de mantenimiento sólo se rellena sin hacer uso de él.

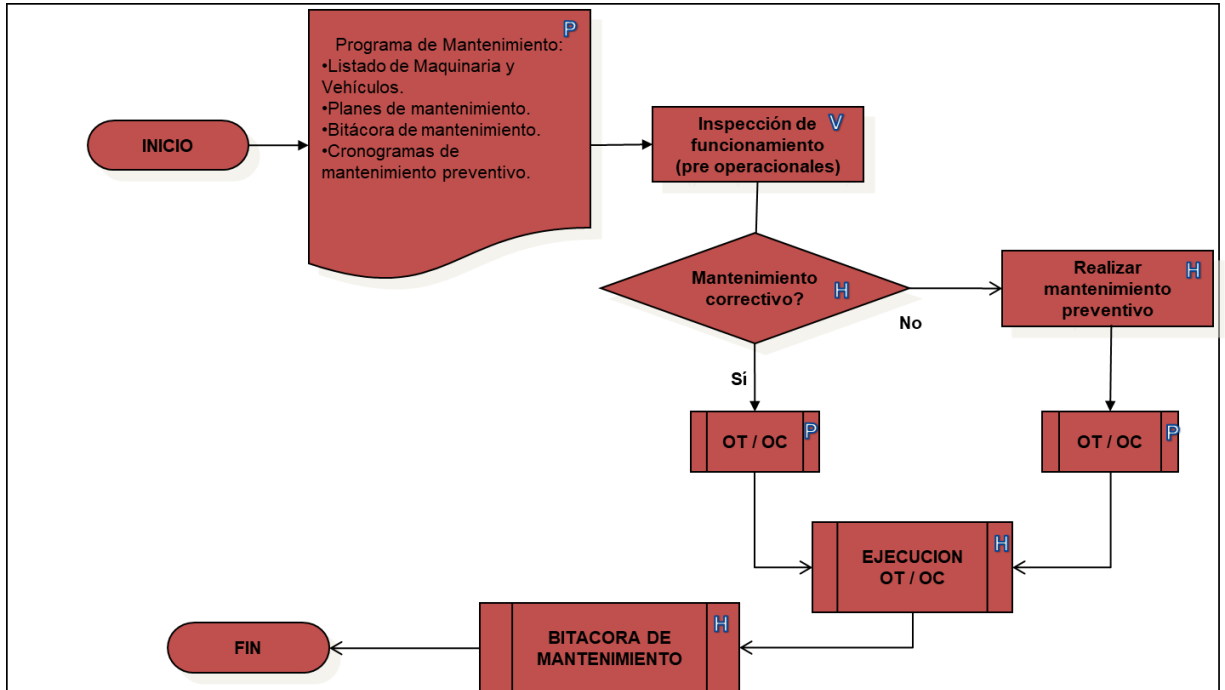


Ilustración 2. Ruta de mantenimiento de la empresa

Tabla 2. Control de mantenimiento

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	REGISTRO	OBSERVACIONES
<p>Programa de mantenimiento</p>	<p>Ingeniero de Mantenimiento</p>	<p>Programa de mantenimiento (EM-PR-01)</p> <p>Incluye:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Listado de Maquinaria y vehículos. 2. Planes de mantenimiento. 3. Bitácora de mantenimiento. 4. Cronogramas de mantenimiento preventivo. <p>EM-F-16 Orden de Trabajo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Listado de Maquinaria y vehículos, el Ingeniero de Mantenimiento es el encargado de mantener actualizado el listado de vehículos y maquinaria que se encuentran activos dentro de la organización. 2. Los planes de mantenimiento se encuentran adaptados a los requerimientos del fabricante, concertados con los supervisores de maquinaria y vehículos y adaptados según mantenimiento por condición. 3. Las ejecuciones de las actividades programadas descritas en el cronograma de mantenimiento se ejecutan a través de OT (órdenes de trabajo) para los mantenimientos realizados por la organización u OC (Órdenes de Compra) cuando el mantenimiento es realizado por personal externo a la organización (proveedores). 4. Bitácora de Mantenimiento: en este documento se registran las actividades ejecutadas en las OT u OC, según el tipo de mantenimiento propuesto, sea correctivo o preventivo. 5. Cronogramas de mantenimiento preventivo: en esta herramienta se realizará la programación de los mantenimientos preventivos propuestos por el fabricante en los planes de mantenimiento, ajustados a la organización, en este cronograma de

			mantenimiento para Maquinaria y Vehículos en el cual se programaran por medio de tablas formuladas las actividades a realizar por cada equipo.
Inspección de funcionamiento	Operador	Inspecciones operacionales pre	El formato es diligenciado por los conductores (vehículos), operadores (maquinaria) quienes realizan las observaciones de las fallas evidenciada, las observaciones generadas en los pre operacionales son revisadas por los supervisores de maquinaria y vehículos, si se requiere una reparación se genera la OT para la corrección de la falla.
Realizar mantenimiento preventivo	Operador Supervisor Ingeniero de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de mantenimiento (EM-PR-01) - Bitácora de mantenimiento. • EM-F-08 Control mantenimiento motoniveladora • EM-F-09 Control mantenimiento retroexcavadoras • EM-F-10 Control mantenimiento retro llantas • EM-F-11 Control mantenimiento vibrocompactador 	Se realiza de acuerdo a los tiempos registrados en el programa de mantenimiento, cualquier actividad realizada a los equipos debe ser registrada en el formato Bitácora de mantenimiento.
Mantenimiento Predictivo	Supervisor Ingeniero de Mantenimiento	Toma de muestras de aceite	Como apoyo al programa de mantenimiento preventivo, la organización toma de manera aleatoria muestras de aceite que le permiten identificar materiales de desgastes y estado del aceite para cuidado del equipo y extensión de los periodos de cambio.

4.1.5. Mantenimiento rutinario

El mantenimiento rutinario se efectúa a través de un formato de inspección pre operacional específico para cada tipo de máquina o vehículo, en el cual el operador debe rellenar ciertos campos que describen el estado del equipo. (Ver Anexo A).

4.1.6. Mantenimiento programado

En la empresa se tiene un programa de mantenimiento, sin embargo, éste sólo se aplica para cambios de aceite y limpieza, el resto se realiza hasta presentarse la falla, actualmente la programación de mantenimiento se encuentra desactualizada y sin utilización desde el 2016, sin embargo, es existente. (Ver Anexo B).

4.1.7. Mantenimiento correctivo

Para el registro de las fallas en el mantenimiento correctivo, se utilizan las órdenes de trabajo, las cuales registran los problemas detectados en el equipo, al corregirse en la orden de trabajo (Ver anexo B) se observan las fallas corregidas y las causas que la originaron. Las fallas se registran en una orden de trabajo, la cual es posteriormente ingresada a la bitácora de mantenimiento (ver anexo C).

4.1.8. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se realiza escasamente o cuando haya tiempo, ya que las máquinas por lo general están ocupadas trabajando o no hay espacio para ingresarlas al taller. El único mantenimiento preventivo realizado es el de los cambios de aceite y filtros, debido a que el no realizar esta labor puede conllevar con daños más graves como la avería de motor, lo cual se controlaba mediante un cronograma de mantenimiento que funcionaba hasta el 2016.

4.1.9. Mantenimiento por avería

Al momento de presentarse una falla, el operador/conductor realiza llamada al supervisor, el cual se encarga de realizar la gestión para ingresar el equipo lo más pronto posible al taller para ser reparado, realizando seguimiento desde que se presenta la falla, hasta que ésta es corregida.

4.1.10. Personal de mantenimiento

El personal que posee la empresa, aunque no tienen títulos, han aprendido a través de la experiencia las funciones de sus cargos, además de ser muy competentes cada uno en su área, algunas veces la selección de personal para un cargo se realiza a través de promoción.

A continuación, se realiza el listado de personal que trabaja en el área de mantenimiento:

Tabla 3. Listado de personal de mantenimiento.

Nombre	Cargo
Ricardo Santana	Supervisor general
Raúl Gómez	Supervisor de maquinaria
Luis Niño	Mecánico de maquinaria
José Valencia	Mecánico de maquinaria
Nabor Forero	Supervisor de vehículos
Isaac Campo	Mecánico de vehículos
Nilson Caro	Mecánico de vehículos

4.1.11. Recursos

La empresa posee los recursos necesarios en cuanto a equipos, herramientas e instrumentos para realizar el mantenimiento, cuando no es así, se contrata mantenimiento externo (outsourcing). Muchos de estos recursos no se encuentran inventariados, ya que, no se ha realizado inventario y las llaves de la bodega han pasado por muchas personas, lo cual ha generado descontrol en el inventario.

En cuanto a repuestos y materiales, la empresa no tiene un stock de repuestos con los repuestos más necesarios, lo que retrasa las labores de mantenimiento, ya que, al averiarse un equipo se debe solicitar al departamento de compras mediante un documento de Requisición Interna, para posteriormente, dicha requisición ser solicitada en el sistema y así pueda proceder al departamento de compras, el cual se encarga de cotizar y seleccionar los repuestos. (Ver Anexo D).

4.2. EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO ACTUAL DE LA EMPRESA

La siguiente evaluación del estado actual del mantenimiento de la empresa, se realizó fundamentada en la norma COVENIN 2500-93, sin embargo, no se tuvo en cuenta la ponderación establecida en dicha norma, más bien, se optó por evaluar el cumplimiento de los diferentes ítems aquí propuestos y se documentó en la tabla 4.

Tabla 4. Evaluación del sistema de mantenimiento de la empresa Ingeniería y suministros BROCA S.A.S. Según los parámetros de la norma COVENIN 2500-93.

ÍTEM	PARÁMETRO	CUMPLE
1.	Organización de la empresa	
1.1.	Funciones y responsabilidades	
1.1.1.	La empresa posee organigramas actualizados acordes a su estructura	No
1.1.2.	Las funciones y responsabilidades están claramente definidas	Sí
1.1.3.	Todos los niveles tienen claras sus funciones y responsabilidades	No
1.2.	Autoridad y autonomía	
1.2.1.	La línea de autoridad está claramente definida	Sí
1.2.2.	Las personas asignadas a cada puesto de trabajo tienen pleno conocimiento de sus funciones	No
1.2.3.	No hay duplicidad de funciones	Sí
1.2.4.	Cada dependencia o unidad es autónoma de tomar decisiones.	No
1.3.	Sistema de información	
1.3.1.	Existe un diagrama de flujo para el sistema de información	No
1.3.2.	Existen mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta	No
1.3.3.	Cuenta con archivo organizado y jerarquizado técnicamente.	Sí
1.3.4.	Existen procedimientos normalizados para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades	Sí
1.3.5.	Posee los medios para el procesamiento de la información	Si
1.3.6.	Dispone de los mecanismos para que la información recopilada llegue a las personas que deben manejarla	Si
2.	Organización de mantenimiento	
2.1	Funciones y responsabilidades	
2.1.1.	La empresa posee organigramas actualizados acordes a su estructura para la organización de mantenimiento	No
2.1.2.	La organización de mantenimiento es acorde a la maquinaria y vehículos, tanto en cantidad como capacidad	Si
2.1.3.	La unidad de mantenimiento se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción	Si
2.1.4.	Las funciones y asignación de responsabilidades están definidas por escrito y claramente definidas en la unidad	No
2.1.5.	La asignación de funciones y responsabilidades llegan hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos	No
2.1.6.	La empresa cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como calificación	Si

2.2.	Autoridad y autonomía	
2.2.1.	Las líneas de autoridad están claramente definidas	No
2.2.2.	El personal de mantenimiento tiene pleno conocimiento de sus funciones	Si
2.2.3.	Las funciones no se duplican dentro de la función de mantenimiento	No
2.2.4.	Los problemas de carácter rutinario pueden ser resueltos con autonomía propia de la unidad de mantenimiento	No
2.3.	Sistema de información	
2.3.1.	La organización de mantenimiento cuenta con un flujograma para el sistema de información donde estén definidos los componentes estructurales involucrados en la toma de decisiones	No
2.3.2.	La organización de mantenimiento dispone de los medios para el procesamiento de la información de las diferentes secciones o unidades con base en los resultados que se desea obtener.	Si
2.3.3.	La organización de mantenimiento cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.	No
2.3.4.	La organización mantenimiento cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.	Si
2.3.5.	Existen formatos para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como su almacenamiento para su cabal recuperación.	Si
2.3.6.	La organización de mantenimiento dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.	Si
3.	Planificación de mantenimiento	
3.1.	Objetivos y metas	
3.1.1.	Se encuentran definidos por escrito los objetivos y metas que debe cumplir la organización de mantenimiento.	No
3.1.2.	La organización de mantenimiento posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos a mantener.	No
3.1.3.	La organización tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieren.	No
3.1.4.	Las acciones de mantenimiento que se ejecutan se orientan hacia el logro de los objetivos.	No
3.2.	Políticas para la planificación	
3.2.1.	La organización posee un estudio donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos de mantenimiento	No

3.2.2.	Se tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran	No
3.2.3.	A los sistemas no sólo se les realiza mantenimiento cuando fallan	Si
3.2.4.	El equipo gerencial tiene coherencia en torno a las políticas de mantenimiento establecidas.	Si
3.3.	Control y evaluación	
3.3.1.	Existen procedimientos normalizados para recabar y comunicar información así como su almacenamiento para su posterior uso.	Sí
3.3.2.	Existe una codificación secuencial que permita la ubicación rápida de cada objeto dentro del proceso, así como el registro de información de cada uno de ellos.	Sí
3.3.3.	La empresa no posee inventario de manuales de mantenimiento y operación, así como catálogos de piezas y partes de cada objeto a mantener	No
3.3.4.	Se dispone de un inventario técnico de objetos de mantenimiento que permita conocer la función de los mismos dentro del sistema al cual pertenece, recogida ésta información en formatos normalizados	No
3.3.5.	Se llevan registros de fallas y causas por escrito	Si
3.3.6.	Se llevan estadísticas de tiempos de parada y de tiempo de reparación	No
3.3.7.	se tiene archivada y clasificada la información necesaria para la elaboración de los planes de mantenimiento	Si
3.3.8.	La información es procesada y analizada para la futura toma de decisiones	Si
4.	Mantenimiento rutinario	
4.1.	Planificación	
4.1.1.	Están descritas en forma clara y precisa las instrucciones técnicas que permitan al operario o en su defecto a la organización de mantenimiento aplicar correctamente mantenimiento rutinario a los sistemas	No
4.1.2.	Existe la documentación completa, acerca de instrucciones de mantenimiento para la generación de acciones de mantenimiento rutinario	No
4.1.3.	Los operarios están bien informados sobre el mantenimiento a realizar	Si
4.1.4.	Se tiene establecida una coordinación con la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento rutinario	Si
4.1.5.	Las labores de mantenimiento rutinario son realizadas por el personal más adecuado según la complejidad y dimensiones de la actividad a ejecutar	Si

4.1.6.	Se cuenta con un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento	No
4.2.	Programación e implantación	
4.2.1	Existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento rutinario	Sí
4.2.2	La programación de mantenimiento rutinario está definida de manera clara y detallada	Sí
4.2.3.	El programa de mantenimiento cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente	No
4.2.4.	Las actividades de mantenimiento rutinario están programadas durante todos los días de la semana, dejando holgura para el ajuste de la programación	No
4.2.5.	La frecuencia de las acciones de mantenimiento rutinario (limpieza, ajuste, calibración y protección) están asignadas a un momento específico de la semana	Si
4.2.6.	Se cuenta con el personal idóneo para la implantación del plan de mantenimiento rutinario	No
4.2.7.	Se tienen claramente identificados a los sistemas que formarán parte de las actividades de mantenimiento rutinario	Si
4.2.8.	La organización tiene establecida una supervisión para el control de ejecución de las actividades de mantenimiento rutinario	Si
4.3.	Control y evaluación	
4.3.1.	Se dispone de una ficha para llevar el control de los manuales de servicio, operación y partes.	No
4.3.2.	Existe un seguimiento desde la generación de las acciones técnicas de mantenimiento rutinario, hasta su ejecución	Si
4.3.3.	Se llevan registros de las acciones de mantenimiento rutinario realizadas	Si
4.3.4.	Existen formatos de control que permitan verificar si se cumple el mantenimiento rutinario y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas	Si
4.3.5.	Existen formularios que permitan recoger información en cuanto a consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento rutinario permitiendo presupuestos más reales	Si
4.3.6.	Existe personal encargado de las labores de acopio y archivo de información	No
4.3.7.	La recopilación de información permite la evaluación del mantenimiento rutinario basándose en los recursos utilizados y la incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento	Si
5.	Mantenimiento programado	

5.1.	Planificación	
5.1.1.	Existen estudios previos que conlleven a la determinación de las cargas de trabajo y ciclos de revisión de los objetos de mantenimiento.	Si
5.1.2.	La empresa posee un estudio donde se especifiquen las necesidades reales y objetivas para los diferentes objetos de mantenimiento.	No
5.1.3.	Se tienen planificadas las acciones de mantenimiento programado en el cual se especifican las acciones a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento, según horas de trabajo o kilometraje.	Sí
5.1.4.	La información para la elaboración de instrucciones técnicas de mantenimiento programado, así como sus procedimientos de ejecución es eficiente.	No
5.1.5.	Se dispone de los manuales y catálogos de todas las máquinas	No
5.1.6.	Se ha determinado la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento programado	No
5.1.7.	Existe una planificación conjunta entre la organización de mantenimiento, producción administración y otros entes de la organización, para la ejecución de las acciones de mantenimiento programado	Sí
5.2.	Programación e implantación	
5.2.1.	Existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento programado	Si
5.2.3.	Las actividades están programadas durante todas las semanas del año, de tal manera que permite una holgura para el ajuste de la programación	No
5.2.4.	Existe el programa de mantenimiento donde se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.	Si
5.2.5.	Existe un estudio de las condiciones reales de funcionamiento y las necesidades de mantenimiento.	No
5.2.6.	Se tiene un procedimiento para la implantación de los planes de mantenimiento programado.	No
5.2.7.	La Organización tiene establecida una supervisión sobre la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.	Sí
5.3.	Control y evaluación	
5.3.1.	Se controla la ejecución de las acciones de mantenimiento programado	No
5.3.2.	Se llevan fichas de control de mantenimiento por cada objeto de mantenimiento	No
5.3.3.	Existen planillas de programación por horas/kilómetros para las acciones de mantenimiento a ejecutarse y su posterior evaluación de ejecución	No

5.3.4.	Existen formatos de control que permitan verificar si se cumple mantenimiento programado y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas	Sí
5.3.5.	Existen formatos que permitan recoger información en cuanto a consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento programado para estimar presupuestos más reales	Si
5.3.6.	El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información realiza evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento	No
5.3.7.	La recopilación de información permite la evaluación del mantenimiento programado basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento	Si
6.	Mantenimiento circunstancial	
6.1.	Planificación	
6.1.1.	Los objetos que van a ser sometidos a acciones de mantenimiento circunstancial están claramente definidos	No
6.1.2.	Existen formularios con datos de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento circunstancial para cuando se tome la decisión de utilizar dichos objetos	No
6.1.3.	Existe coordinación con el departamento de producción para la ejecución de las acciones de mantenimiento circunstancial	No
6.1.4.	El personal está en capacidad de absorber la carga de trabajo de mantenimiento circunstancial	Si
6.1.5.	La organización concede dentro de la estructura general de mantenimiento la importancia que tiene el mantenimiento circunstancial a la hora de llevar a cabo la planificación	No
6.2.	Programación e implantación	
6.2.1.	El mantenimiento circunstancial se realiza con conocimiento técnico	Si
6.2.2.	Existe información clara y detallada sobre las acciones a ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento en que sea requerido	Si
6.2.3.	La organización de mantenimiento realiza las actividades de mantenimiento circunstancial considerando los otros entes de la empresa	No
6.2.4.	Se tiene previsto qué sistemas sustituirán a los objetos desincorporados	No
6.2.5.	Las actividades de mantenimiento circunstancial se realizan según el programa existente, dejando holgura necesaria para atender situaciones imprevistas	No
6.3.	Control y evaluación	

6.3.1.	La organización cuenta con los procedimientos de control de ejecución adecuados para las actividades del mantenimiento circunstancial	No
6.3.2.	La organización cuenta con medios para la evaluación de las acciones de mantenimiento circunstancial, de acuerdo con los criterios tanto técnicos como económicos	Si
6.3.3.	Se cuenta con un sistema de recepción y procesamiento de información para la evaluación del mantenimiento circunstancial en el momento oportuno	Si
6.3.4.	Se cuenta con mecanismos que permitan disminuir las interrupciones en la producción como consecuencia de las actividades de mantenimiento circunstancial	No
6.3.5.	La recopilación de información permite la evaluación del mantenimiento circunstancial basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento	Si
7. Mantenimiento correctivo		
7.1. Planificación		
7.1.1.	Se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia	Si
7.1.2.	Se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o a eliminar por medio de la corrección	Si
7.1.3.	Se tiene establecido un orden de prioridades. con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo	Si
7.1.4.	La distribución de las labores de mantenimiento correctivo son analizadas por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia	Si
7.2. Programación e implantación		
7.2.1.	Se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo	No
7.2.2.	La unidad de mantenimiento sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas, para la programación de las actividades de mantenimiento correctivo	Si
7.2.3.	Existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo	No
7.2.4.	El personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo, está capacitado para tal fin	Si
7.3. Control y evaluación		

7.3.1.	Existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo	No
7.3.2.	Se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación	Si
7.3.3.	Se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo	Si
7.3.4.	La recopilación de información permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento	Si
8.	Mantenimiento preventivo	
8.1.	Determinación de parámetros	
8.1.1.	La organización cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento	Si
8.1.2.	La organización cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento	Si
8.1.3.	Se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves.	No
8.1.4.	Se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas.	Si
8.1.5.	El personal de la organización de mantenimiento está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de parada y entre fallas.	No
8.2.	Planificación	
8.2.1.	Existe una clara delimitación entre los sistemas que forman parte de los programas de mantenimiento preventivo de aquellos que permanecerán en régimen inmodificable hasta su desincorporación, sustitución o reparación correctiva.	No
8.2.2.	La organización cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.	No
8.3.	Programación e implantación	
8.3.1.	Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo están asignadas según el horómetro/kilometraje del equipo a mantener.	Sí
8.3.2.	Las ordenes de trabajo se emiten con la suficiente antelación a fin de que los encargados de la ejecución de las acciones de mantenimiento puedan planificar sus actividades	Sí

8.3.3.	Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas de manera que existe holgura para alguna emergencia.	No
8.3.4.	Existe apoyo hacia la organización que permita la implantación progresiva del programa de mantenimiento preventivo.	No
8.3.5.	Los planes y políticas para la programación de mantenimiento preventivo se ajustan a la realidad de la empresa, debido al estudio de las fallas realizado.	No
8.4.	Control y evaluación	
8.4.1.	Existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución	Si
8.4.2.	Existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo	Si
8.4.3.	La organización cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado	No
8.4.4.	La recopilación de información permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento	Si
9.	Mantenimiento por avería	
9.1.	Atención a las fallas	
9.1.1.	Cuando se presenta una falla ésta se ataca de inmediato sin provocar daños a otros sistemas interconectados ni conflictos entre el personal	Si
9.1.2.	Se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto periodo	Si
9.1.3.	La emisión de órdenes de trabajo para atacar una falla se hace de una manera rápida	Si
9.1.4.	Existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio del sistema	Si
9.1.5.	Los tiempos administrativos, de espera por materiales o repuestos, y de localización de la falla son bajos durante la atención de la falla	No
9.1.6.	Se tiene establecido un orden de prioridades en cuanto a atención de fallas con la participación de la unidad de producción	Si
9.2.	Supervisión y ejecución	
9.2.1.	Existe un seguimiento desde la generación de las acciones de mantenimiento por avería hasta sus ejecución	Si
9.2.2.	La empresa cuenta con el personal de supervisión adecuado para inspeccionar los equipos inmediatamente después de la aparición de la falla	Si

9.2.3.	La supervisión es óptima en el transcurso de la reparación y puesta en marcha del sistema averiado	Si
9.2.4.	El retardo de la ejecución de las actividades de mantenimiento por avería no ocasiona paradas prolongadas en el proceso productivo	No
9.2.5.	Se llevan registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de las mismas	Si
9.2.6.	Se llevan registros sobre el consumo, de materiales o repuestos utilizados en la atención de las averías	Si
9.2.7.	Se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de las averías	No
9.2.8.	Existe personal capacitado para la atención de cualquier tipo de falla	No
9.3.	Información sobre las averías	
9.3.1.	Existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas en los sistemas en un tiempo determinado	Si
9.3.2.	La organización cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas	Sí
9.3.3.	Existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas; con el objeto, de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo	Sí
9.3.4.	La recopilación de información permite la evaluación del mantenimiento por avería basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento	Si
10.	Personal de mantenimiento	
10.1.	Cuantificación de las necesidades del personal	
10.1.1.	Se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal	No
10.1.2.	La cuantificación de personal es óptima y ajustada a la realidad de la empresa.	Sí
10.1.3.	La organización de mantenimiento cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación	No
10.2.	Selección y formación	
10.2.1.	La selección se realiza de acuerdo a las características del trabajo a realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos	Si
10.2.2.	Se tienen procedimientos para la selección de personal con alta calificación y experiencia que requiera la credencial del servicio determinado	Si

10.2.3.	Se tienen establecidos períodos de adaptación del personal	Si
10.2.4.	Se cuenta con programas permanentes de formación del personal que permitan mejorar sus capacidades, conocimientos y la difusión de nuevas técnicas	No
10.2.5.	Los cargos en la organización de mantenimiento se tienen por escrito	Si
10.2.6.	La descripción del cargo es conocida plenamente por el personal	Si
10.2.7.	La ocupación de cargos vacantes se da con promoción interna	No
10.2.8.	Para la escogencia de cargos se toman en cuenta las necesidades derivadas de la cuantificación del personal	No
10.3.	Motivación e incentivos	
10.3.1.	El personal da la suficiente importancia a los efectos positivos con que incide el mantenimiento para el logro de las metas de calidad y producción	No
10.3.2.	Se realiza evaluación periódica del trabajo para fines de ascensos o aumentos salariales	No
10.3.3.	La empresa otorga incentivos o estímulos basados en la puntualidad, en la asistencia al trabajo, calidad del trabajo, iniciativa, sugerencias para mejorar el desarrollo de la actividad de mantenimiento	No
10.3.4.	Se estimula al personal con cursos que aumenten su capacidad y por ende su situación dentro del sistema	No
11.	Apoyo logístico	
11.1.	Apoyo administrativo	
11.1.1.	Los recursos asignados a la organización de mantenimiento son suficientes	No
11.1.2.	La administración tiene políticas bien definidas, en cuanto al apoyo que se debe prestar a la organización de mantenimiento	No
11.1.3.	La administración funciona en coordinación con la organización de mantenimiento	Si
11.1.4.	Los recursos necesarios a mantenimiento se otorgan sin exceso de trámites	No
11.1.5.	La gerencia posee políticas de financiamiento referidas a inversiones, mejoramiento de objetos de mantenimiento u otros	No
11.2.	Apoyo gerencial	
11.2.1.	La organización de mantenimiento tiene el nivel jerárquico adecuado dentro de la organización en general	No
11.2.2.	Para la gerencia, mantenimiento no es sólo la reparación de los sistemas	No
11.2.3.	La gerencia considera que es primordial la existencia de una organización de mantenimiento, que permita prevenir las	Si

	paradas innecesarias de los sistemas; por lo tanto, le da el apoyo requerido para que se cumplan los objetivos establecidos	
11.2.4.	La gerencia delega autoridad en la toma de decisiones	No
11.2.5.	La gerencia general demuestra confianza en las decisiones tomadas por la organización de mantenimiento	Si
11.3.	Apoyo general	
11.3.1.	Se cuenta con apoyo general de la organización, para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento en forma eficiente	Si
11.3.2.	Se aceptan sugerencias por parte de cualquier ente de la organización que no esté relacionado con mantenimiento	Si
12.	Recursos	
12.1.	Equipos	
12.1.1.	Se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad	Si
12.1.2.	Se tienen los equipos necesarios, dándole el uso adecuado	Si
12.1.3.	El ente de mantenimiento conoce y tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros), sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos	Sí
12.1.4.	Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos son plenamente conocidos	Si
12.1.5.	Se lleva registro de entrada y salida de equipos	Si
12.1.6.	Se cuenta con controles de uso y estado de los equipos	Si
12.2.	Herramientas	
12.2.1.	Se cuenta con las herramientas necesarias, para que el ente de mantenimiento opere eficientemente	No
12.2.2.	Se dispone de un sitio para la localización de las herramientas, donde se facilite y agilice su obtención	No
12.2.3.	Las herramientas existentes son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento	Si
12.2.4.	Se llevan registros de entrada y salida de herramientas	No
12.2.5.	Se cuenta con controles de uso y estado de las herramientas	No
12.3.	Instrumentos	
12.3.1.	Se cuenta con los instrumentos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad	Si
12.3.2.	Se toma en cuenta para la selección de los instrumentos, la efectividad y exactitud de los mismos	Si
12.3.3.	El ente de mantenimiento tiene acceso a la información (catálogos, revistas u otros), sobre diferentes alternativas tecnológicas de los instrumentos	No
12.3.4.	Se tienen los instrumentos necesarios para operar con eficiencia dándoles el uso adecuado	Si

12.3.5.	Se llevan registros de entrada y salida de instrumentos	No
12.3.6.	Se cuenta con controles de uso y estado de los instrumentos	No
12.4	Materiales	
12.4.1.	Se cuenta con los materiales que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento	Si
12.4.2.	El material se conserva gracias a que se dispone de una área adecuada de almacenamiento	Si
12.4.3.	Los materiales están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros)	No
12.4.4.	Se ha determinado el costo por falta de material	No
12.4.5.	Se ha establecido cuales materiales tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos	No
12.4.6.	Se poseen formatos de control de entradas y salidas de materiales de circulación permanente	No
12.4.7.	Se lleva el control (formatos) de los materiales desechados por mala calidad	No
12.4.8.	Se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada material	No
12.4.9.	Se conocen los plazos de entrega de los materiales por los proveedores	No
12.4.10.	Se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de material	No
12.5	Repuestos	
12.5.1.	Se cuenta con los repuestos que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento	No
12.5.2.	Los repuestos se conservan gracias a que se tiene un área para disponer de los mismos	Si
12.5.3.	Los repuestos están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros)	No
12.5.5.	Se ha establecido cuales repuestos tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos	No
12.5.6.	Se poseen formatos de control de entradas y salidas de repuestos de circulación permanente	No
12.5.7.	Se lleva el control (formatos) de los repuestos desechados por mala calidad	No
12.5.8.	Se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto	No
12.5.9.	Se conocen los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores	No
12.5.10.	Se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuestos	No

Según la evaluación realizada, las propuestas de mejoramiento se verán reflejadas en el capítulo 8 de este proyecto.

5. ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS Y VEHÍCULOS

5.1. Análisis previo según datos existentes:

Según la bitácora de mantenimiento (revisión de fallas en el período 2017 - 2018), investigación con operadores, mecánicos, electricista y supervisores, las fallas más recurrentes en la maquinaria son las presentadas a continuación (Trigos Polo & Arenas Fonnegra, 2014):

- Fugas en el sistema hidráulico (más de 6 fallas por semestre).
- Fallas en la filtración del combustible.
- Fallas en el sistema eléctrico.
- Desgaste prematuro en las articulaciones del equipo.

Además, se decidió incluir algunas fallas más graves que se presentaron durante la realización de este proyecto, tales como:

- Falla en ECU principales.
- Fallas en motor de giro - tornamesa.
- Fallas en bombas hidráulicas.
- Fallas en banco de válvulas.
- Falla de motor.

Para los vehículos las fallas más presentadas son las que se muestran a continuación:

- Fugas de aceite del motor e hidráulico en la dirección.
- Desgaste prematuro de las llantas.
- Desgaste prematuro de elementos articulados.
- Fallas en la filtración de combustible.
- Fallas en sistema eléctrico.

Fallas más graves en vehículos:

- Parada de motor.

5.2. Método de los factores ponderados bajo el concepto de riesgo

Según lo anterior, se realizó el análisis de criticidad generalizado por tipo de equipo mediante el método de factores ponderados bajo el concepto de riesgo para las fallas más recurrentes, según los siguientes criterios:

Tabla 5. Criterios para la ponderación del MFP.²

Ítem	valores
Frecuencia fallas	
Pobre mayor a 2 fallas por semestre	4
Promedio 1- 2 fallas por semestre	3
Buena 0.5 – 1 falla por semestre	2
Excelente menos de 0.5 fallas por semestre	1
Impacto operacional	
Parada total del equipo	10
El equipo puede seguir funcionando al mínimo esfuerzo con el riesgo de quedar parado en cualquier momento	7
Disminuye la capacidad de operación del equipo pero puede seguir funcionando	4
No genera ningún efecto significativo en el funcionamiento del equipo	1
Flexibilidad operacional	
No existe opción de seguir la producción, no hay un equipo de reemplazo	4
Hay opción de reemplazo mediante otro equipo compartiendo funciones	2
Equipo de repuesto disponible	1
Costos de Mantenimiento	
Mayor o igual a \$2000000	2
Inferior a \$2000000	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos de la organización	8
Afecta el ambiente / instalaciones	7
Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (ambiente – seguridad)	3
No provoca ningún tipo de daños a personas instalaciones o ambientes	1

Teniendo en cuenta los factores de ponderación anteriores, la criticidad se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 1. Criticidad

$$\text{Criticidad total} = \text{frecuencia de fallas} * C$$

Ecuación 2. Consecuencias³

$$C = (IO \times F) + CM + IS$$

Donde:

- ✓ C: Consecuencias
- ✓ IO: Impacto operacional
- ✓ CM: Costos de mantenimiento
- ✓ IS: Impacto en seguridad, ambiente e higiene

5.2.1. Maquinaria

Para realizar la criticidad de la maquinaria se seleccionaron retroexcavadoras, motoniveladoras y vibrocompactadores, no se incluyó carmix ni buldócer, ya que, éste análisis fue realizado con los datos obtenidos en la bitácora 2017 – 2018, en los cuales, estos equipos no tuvieron mucho impacto debido a la poca utilización de los mismos.

³ Mora, W. J. (2005). *PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA ACEROS ESTRUCTURALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. Bogotá.

5.2.1.1. Retroexcavadoras

5.2.1.1.1. Fallas por fugas en el sistema hidráulico

A esta falla, se le asignaron los siguientes valores:

Tabla 6. Ponderación para la falla por fugas en el sistema hidráulico de retroexcavadoras.

Frecuencia fallas	4
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	8

Lo cual arrojó lo siguiente:

- Consecuencias: 17
- Frecuencia: 4

Aplicando la fórmula descrita anteriormente, se obtienen la siguiente gráfica, la cual nos indica que esta falla es medianamente crítica.

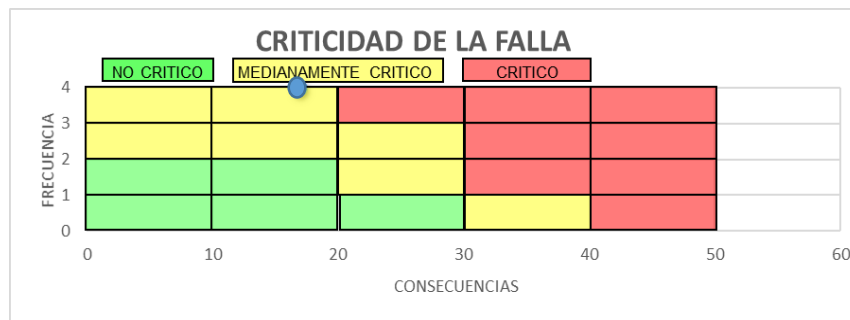


Ilustración 3. Gráfica de criticidad para la falla por fugas hidráulicas en retroexcavadoras

5.2.1.1.2. Fallas en el sistema de filtración de combustible

En esta falla se asignaron los siguientes valores:

Tabla 7. Valores asignados para criticidad de fallas en el sistema de filtración en retroexcavadoras.

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	8

Lo cual arrojó lo siguiente:

- Consecuencias: 17
- Frecuencia: 1

Aplicando la fórmula de criticidad, se obtienen la siguiente gráfica, la cual nos indica que esta falla no es crítica.

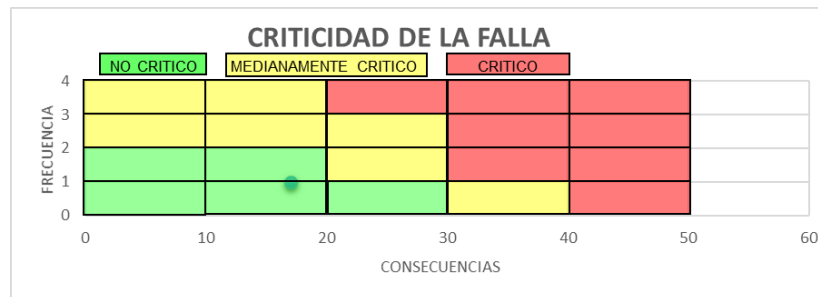


Ilustración 4. Criticidad de falla por filtración de combustible en retroexcavadoras.

Falla no crítica.

5.2.1.1.3. Fallas en el sistema eléctrico

Para este equipo, esta falla no es recurrente, además de que, al ocurrir, sus costos no son muy elevados, por ende, se optó por no incluirla como crítica.

5.2.1.1.4. Desgaste prematuro en articulaciones del equipo

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 8. Datos para criticidad de la falla por desgaste prematuro en articulaciones.

Frecuencia fallas	3
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 12
- Frecuencia: 3

Aplicando la fórmula descrita anteriormente, se obtienen la siguiente gráfica, la cual nos indica que esta falla es medianamente crítica.

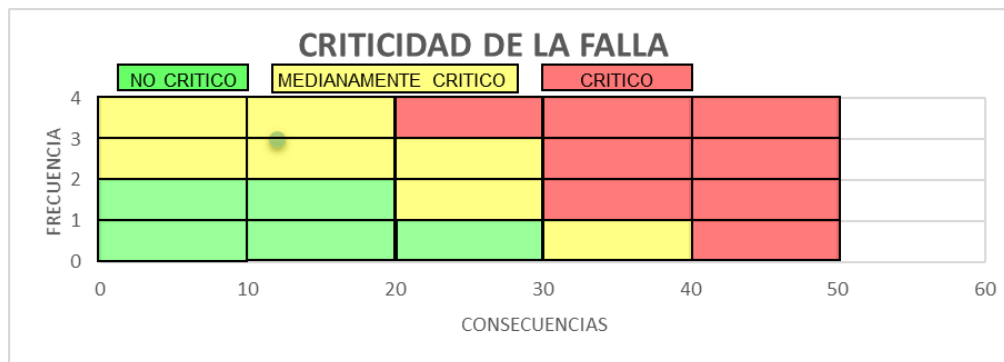


Ilustración 5. Criticidad para falla por desgaste prematuro en articulaciones en retroexcavadoras

Falla medianamente crítica.

5.2.1.1.5. Falla en ECU principales del equipo

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 9. Valores de ponderación para falla en ECU

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

- Consecuencias: 29
- Frecuencia: 1

Aplicando la fórmula descrita anteriormente, se obtienen la siguiente gráfica, la cual nos indica que esta falla es medianamente crítica.

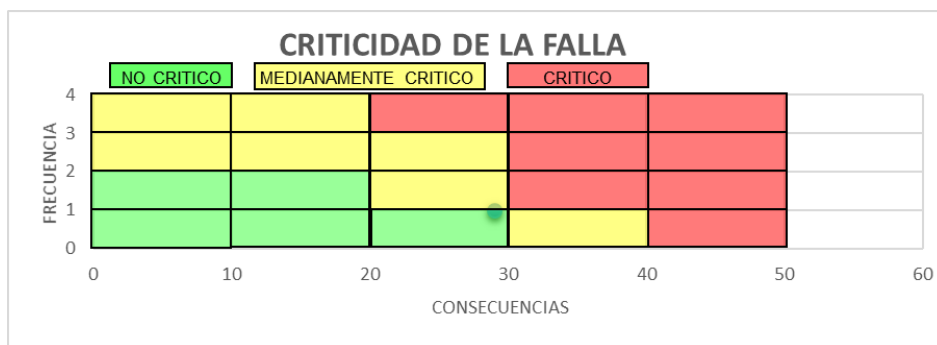


Ilustración 6. Criticidad para falla en ECU

Falla medianamente crítica, acercándose a crítica.

5.2.1.1.6. Fallas en motor de giro

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 10. Valores de ponderación para falla en motor de giro en retroexcavadoras

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

- Consecuencias: 29
- Frecuencia: 1

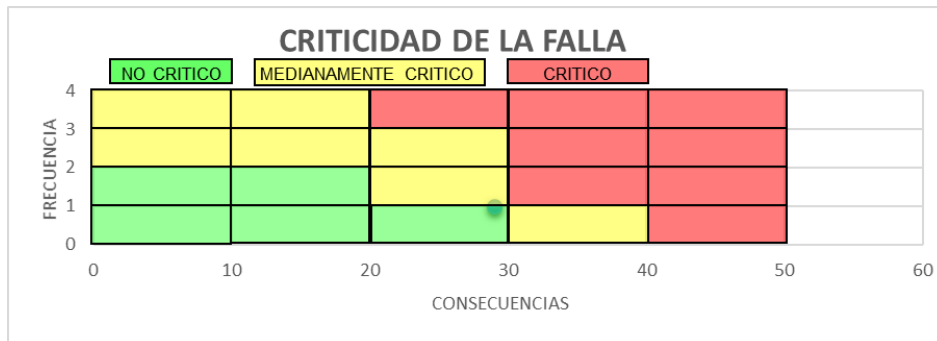


Ilustración 7. Criticidad para falla en motor de giro

Falla medianamente crítica, acercándose a crítica.

5.2.1.1.7. Falla en bombas hidráulicas

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información:

Tabla 11. Valores de ponderación para en bombas hidráulicas

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

- Consecuencias: 29
- Frecuencia: 1

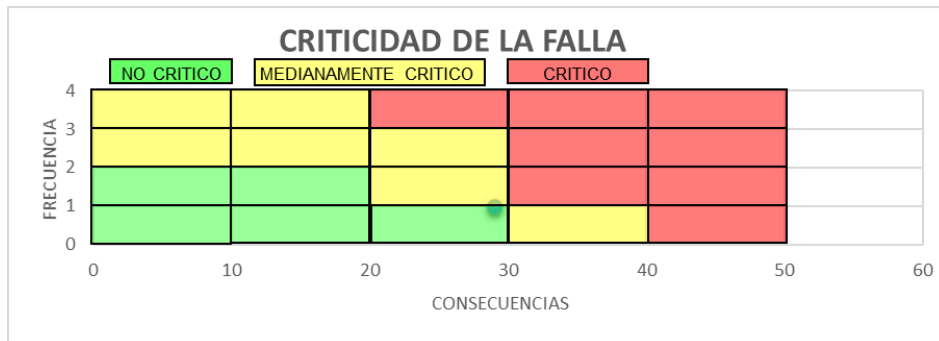


Ilustración 8. Criticidad para falla en bombas hidráulicas

Falla medianamente crítica, acercándose a crítica.

5.2.1.1.8. Fallas en banco de válvulas

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información:

Tabla 12. Criterios otorgados a fallas en banco de válvulas

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 19
- Frecuencia: 1
-

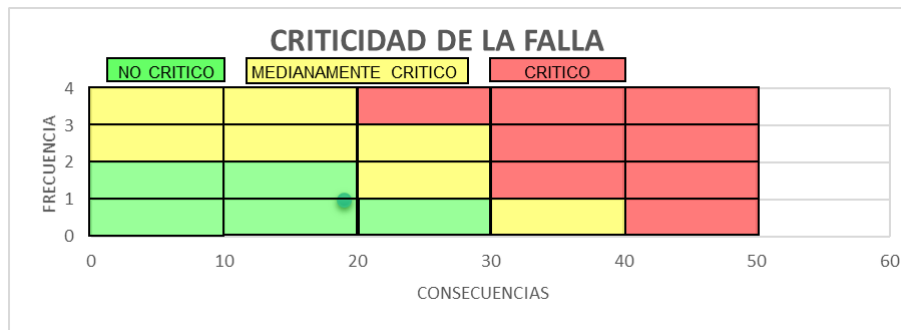


Ilustración 9. Criticidad de falla en banco de válvulas en retroexcavadoras

Se puede apreciar que la falla no es crítica según la ilustración.

5.2.1.1.9. Fallas en el motor

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 13. Valores de ponderación para falla en el motor

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	1

- Consecuencias: 43
- Frecuencia: 1

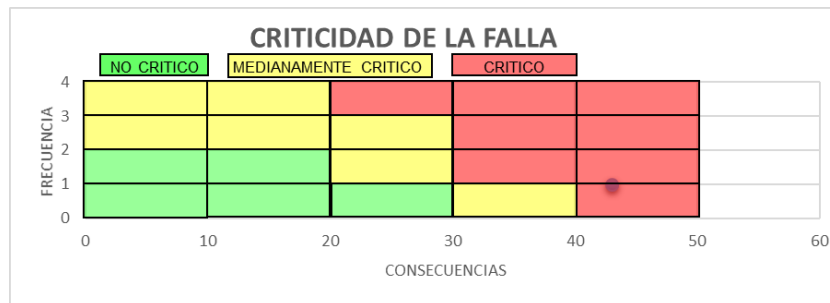


Ilustración 10. Criticidad por falla de motor en retroexcavadoras

Esta falla se hace crítica por la complejidad de atención a la misma.

5.2.1.2. Motoniveladoras

5.2.1.2.1. Fallas por fugas en el sistema hidráulico

A esta falla, se le asignaron los siguientes valores:

Tabla 14. Valores para fugas en el sistema hidráulico

Frecuencia fallas	2
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

Lo cual arrojó lo siguiente:

- Consecuencias: 24
- Frecuencia: 2

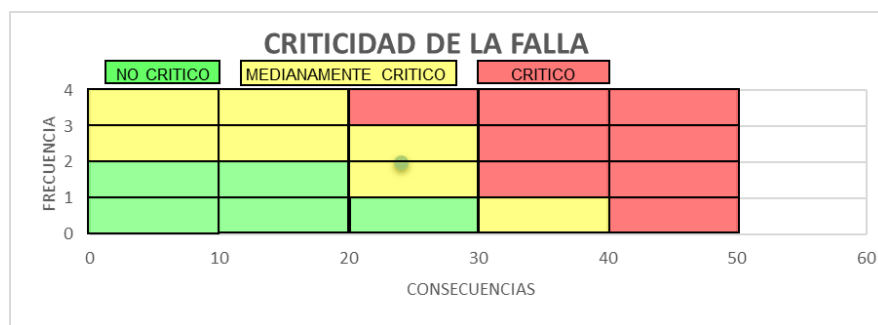


Ilustración 11. Criticidad de fugas hidráulicas en motoniveladoras

Según la gráfica se puede apreciar que la falla es medianamente crítica.

5.2.1.2.2. Fallas en el sistema de filtración de combustible

En las motoniveladoras no se ha obtenido esta falla debido a que se han utilizado filtros de combustible originales hasta el momento.

5.2.1.2.3. Fallas en el sistema eléctrico

Para este equipo, esta falla no es recurrente, además de que, al ocurrir, sus costos no son muy elevados, por ende, se optó por no incluirla como crítica.

5.2.1.2.4. Desgaste prematuro en articulaciones del equipo

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 15. Datos para criticidad de la falla por desgaste prematuro en articulaciones.

Frecuencia fallas	3
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	1
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	1

- Consecuencias: 6
- Frecuencia: 3

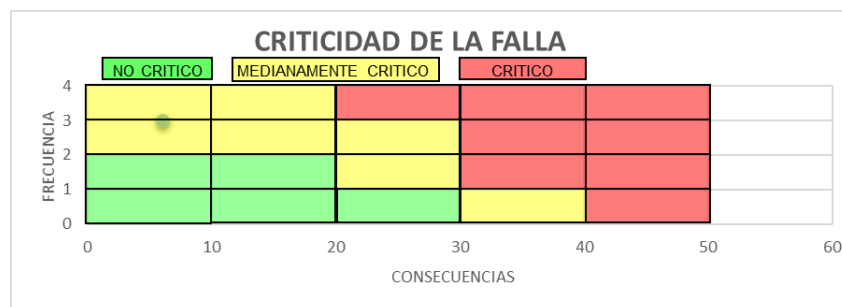


Ilustración 12. Criticidad para falla por desgaste prematuro en articulaciones en motoniveladoras

Según lo que se muestra, esta falla es medianamente crítica.

5.2.1.2.5. Falla en ECU principales del equipo

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 16. Valores de ponderación para falla en ECU en motoniveladoras

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 45
- Frecuencia: 1

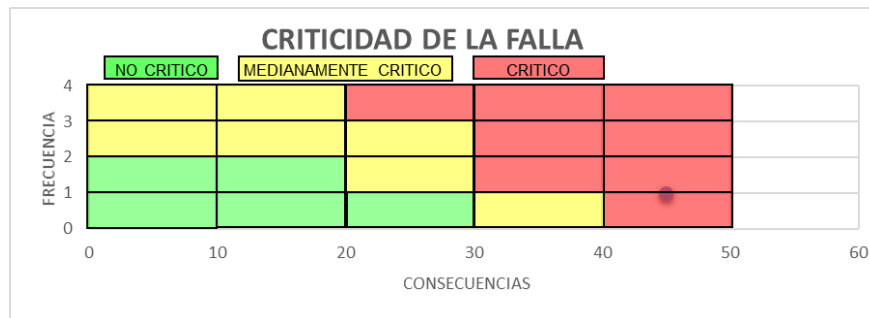


Ilustración 13. Criticidad para falla en ECU de motoniveladoras

Según lo que se observa, esta falla es crítica.

5.2.1.2.6. Fallas en tornamesa

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 17. Valores de ponderación para falla en motor de giro

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 45
- Frecuencia: 1

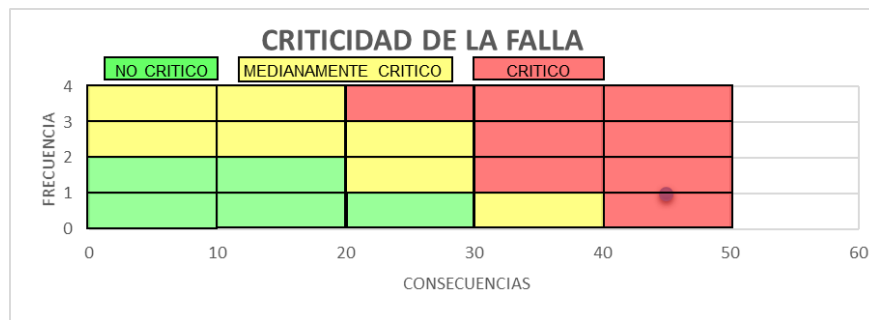


Ilustración 14. Criticidad para falla en tornamesa

Falla crítica.

5.2.1.2.7. Fallas en bombas hidráulicas

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 18. Valores de ponderación para en bombas hidráulicas

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 45
- Frecuencia: 1

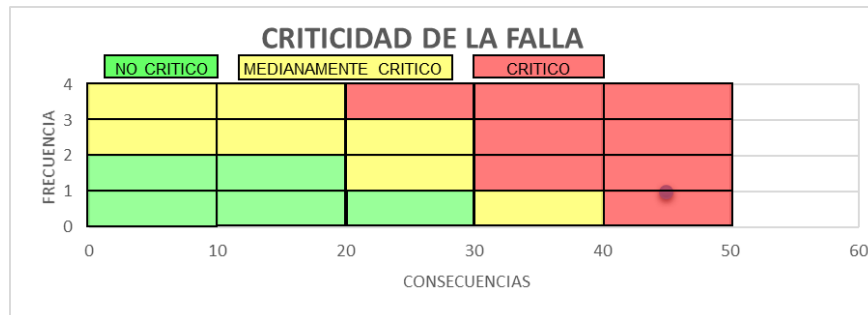


Ilustración 15. Criticidad para falla en bombas hidráulicas de motoniveladora

Falla crítica

5.2.1.2.8. Fallas en banco de válvulas

Tabla 19. Criterios otorgados a fallas en banco de válvulas

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 21
- Frecuencia: 1

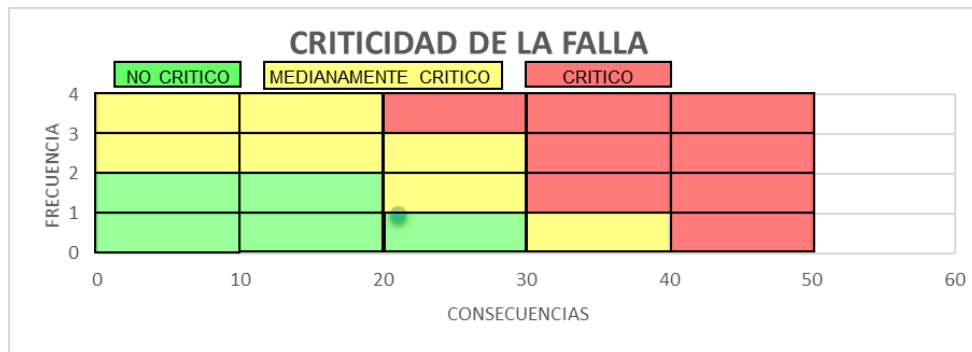


Ilustración 16. Criticidad de falla en banco de válvulas de motoniveladora

5.2.1.2.9. Fallas en el motor

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 20. Valores de ponderación para falla en el motor

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 45
- Frecuencia: 1

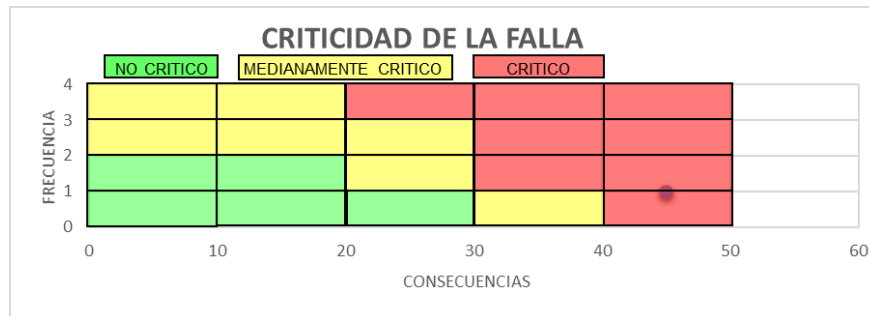


Ilustración 17. Criticidad para falla en el motor de motoniveladora

Falla crítica

5.2.1.3. Vibrocompactadores

5.2.1.3.1. Fallas por fugas en el sistema hidráulico

A esta falla, se le asignaron los siguientes valores:

Tabla 21. Valores para fugas en el sistema hidráulico

Frecuencia fallas	2
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

Lo cual arrojó lo siguiente:

- Consecuencias: 21
- Frecuencia: 2

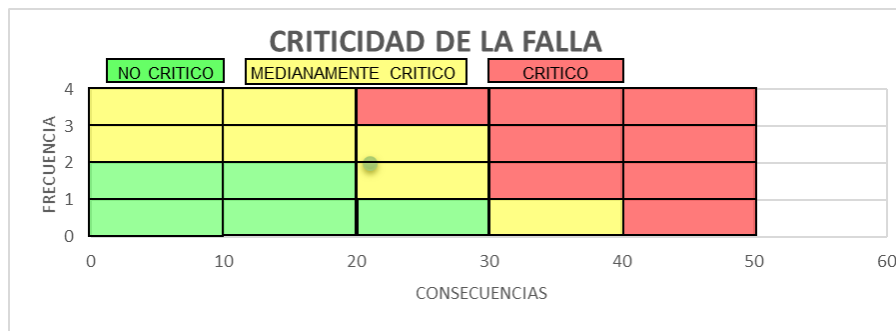


Ilustración 18. Criticidad de fugas hidráulicas en motoniveladoras

Falla medianamente crítica

5.2.1.3.2. Fallas en el sistema de filtración de combustible

A esta falla, se le asignaron los siguientes valores:

Tabla 22. Valores para fugas en el sistema hidráulico

Frecuencia fallas	2
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

Lo cual arrojó lo siguiente:

- Consecuencias: 24
- Frecuencia: 2

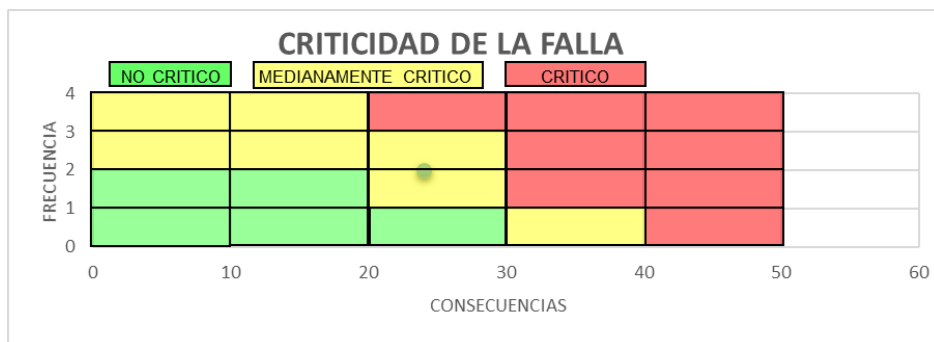


Ilustración 19. Evaluación de criticidad de la falla por filtración de combustible

Falla medianamente crítica

5.2.1.3.3. Fallas en el sistema eléctrico

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 23. Ponderación para fallas en sistema eléctrico

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	1

- Consecuencias: 6
- Frecuencia: 3

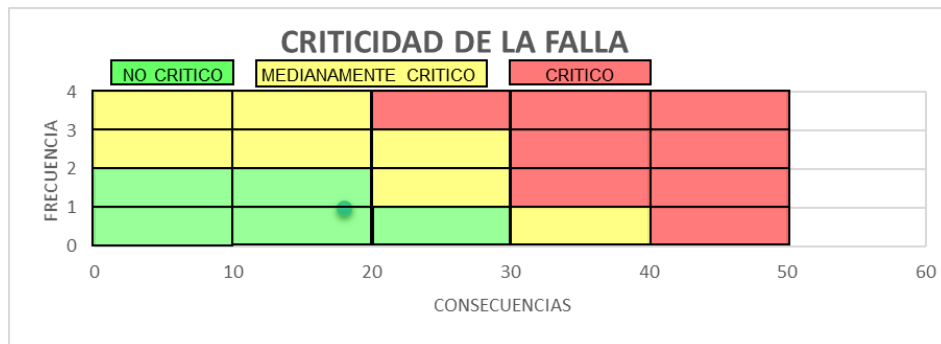


Ilustración 20. Criticidad de vibrocompactadores ante la falla en el sistema eléctrico

Falla no crítica

5.2.1.3.4. Desgaste prematuro en articulaciones del equipo

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 24. Datos para criticidad de la falla por desgaste prematuro en articulaciones.

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	8

- Consecuencias: 38
- Frecuencia: 1

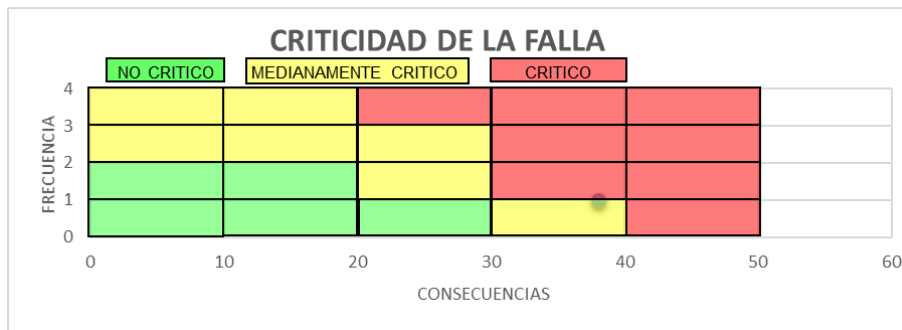


Ilustración 21. Criticidad para falla por desgaste prematuro en articulaciones en vibrocompactadores

Falla crítica

5.2.1.3.5. Falla en ECU principales del equipo

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 25. Valores de ponderación para falla en ECU en motoniveladoras

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 45
- Frecuencia: 1

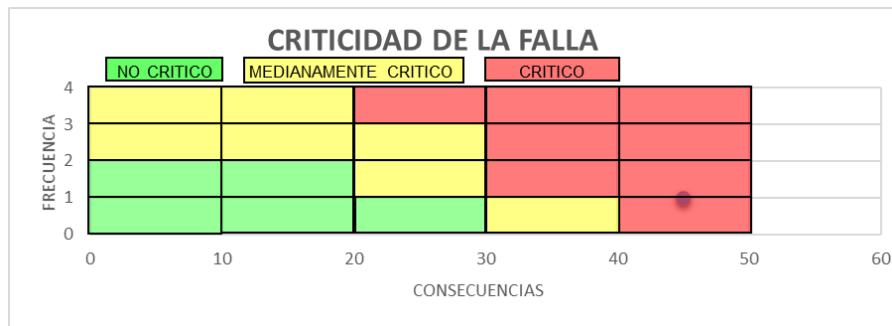


Ilustración 22. Criticidad para falla en ECU de motoniveladoras

Falla crítica

5.2.1.3.6. Fallas en motor de vibración

Para este equipo, se tomó la falla en tornamesa como falla en motor de vibración. Según datos de la bitácora, se tomó la siguiente calificación.

Tabla 26. Valores de ponderación para falla en motor de giro

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 45
- Frecuencia: 1

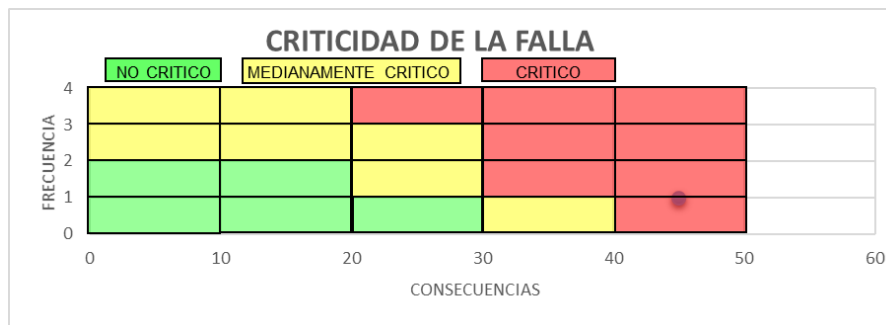


Ilustración 23. Criticidad para falla en motor de vibración

Falla crítica

5.2.1.3.7. Fallas en bombas hidráulicas

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 27. Valores de ponderación para en bombas hidráulicas

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 45
- Frecuencia: 1

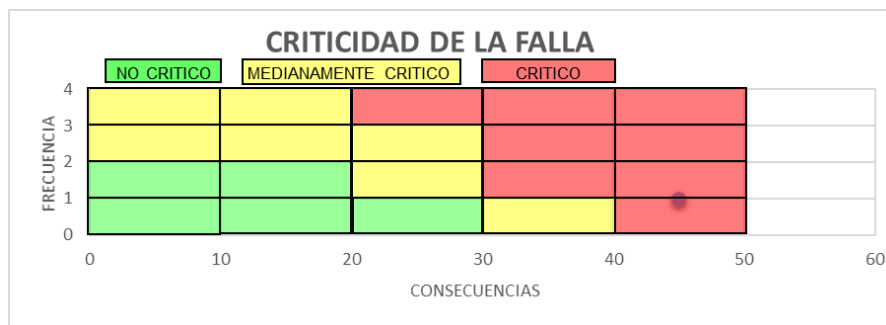


Ilustración 24. Criticidad para falla en bombas hidráulicas de vibrocompactador

Falla crítica

5.2.1.3.8. Fallas en banco de válvulas

Tabla 28. Criterios otorgados a fallas en banco de válvulas de vibrocompactador

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 21
- Frecuencia: 1

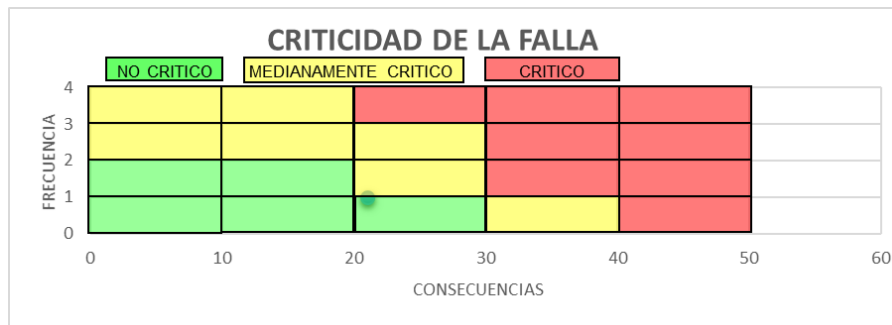


Ilustración 25. Criticidad de falla en banco de válvulas de vibrocompactadores

Falla medianamente crítica.

5.2.1.3.9. Fallas en el motor

Según los datos de la bitácora, se obtuvo la siguiente información

Tabla 29. Valores de ponderación para falla en el motor

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	4
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 45
- Frecuencia: 1

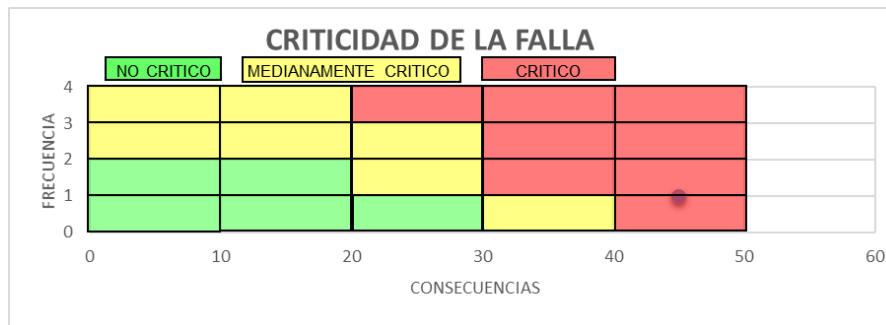


Ilustración 26. Criticidad para falla en el motor de motoniveladora

Falla crítica.

5.2.2. Vehículos

5.2.2.1. Vehículos livianos

5.2.2.1.1. Fugas de aceite del motor e hidráulico de la dirección.

Tabla 30. Ponderación para fugas de aceite de motor e hidráulico de la dirección.

Frecuencia fallas	2
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

- Consecuencias: 16
- Frecuencia: 2

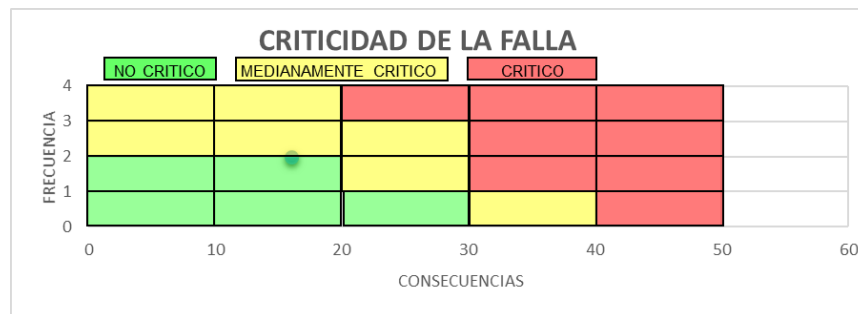


Ilustración 27. Criticidad de falla por fugas de aceite en vehículos livianos

Falla medianamente crítica

5.2.2.1.2. Desgaste prematuro de las llantas.

Tabla 31. Ponderación para desgaste prematuro de las llantas

Frecuencia fallas	3
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	8

- Consecuencias: 23
- Frecuencia: 3

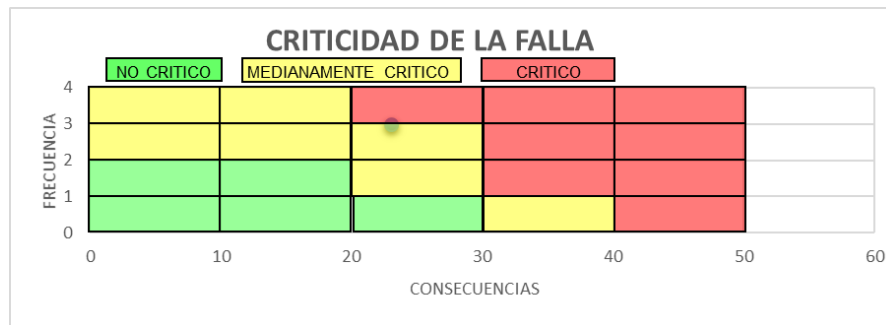


Ilustración 28. Criticidad para desgaste prematuro de las llantas

Como se puede apreciar, esta falla es crítica.

5.2.2.1.3. Desgaste prematuro de elementos articulados.

Tabla 32. Factores de ponderación para desgaste prematuro de elementos articulados

Frecuencia fallas	4
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	8

- Consecuencias: 23
- Frecuencia: 3

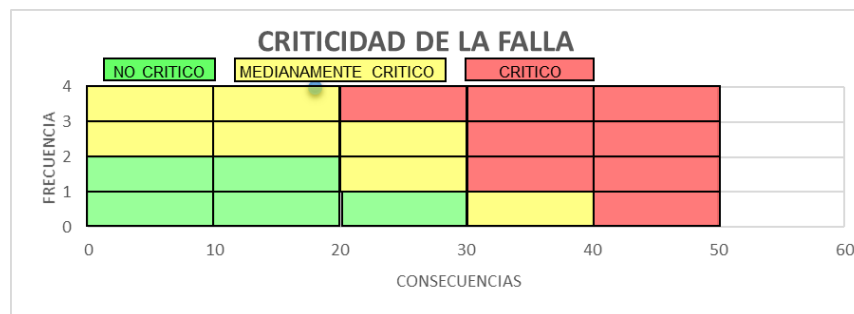


Ilustración 29. Criticidad para desgaste prematuro de elementos articulados

Falla medianamente crítica.

5.2.2.1.4. Fallas en la filtración de combustible.

Tabla 33. Ponderación para fallas en la filtración de combustible en vehículos livianos

Frecuencia fallas	4
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	8

- Consecuencias: 18
- Frecuencia: 4

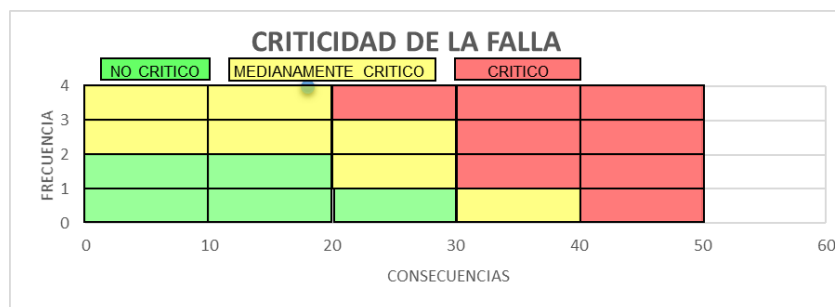


Ilustración 30. Criticidad para fallas en la filtración de combustible en vehículos livianos

Falla medianamente crítica.

5.2.2.1.5. Fallas en sistema eléctrico.

Tabla 34. Ponderación para fallas en sistema eléctrico de vehículos livianos.

Frecuencia fallas	2
Impacto operacional	1
Flexibilidad operacional	1
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 5
- Frecuencia: 2

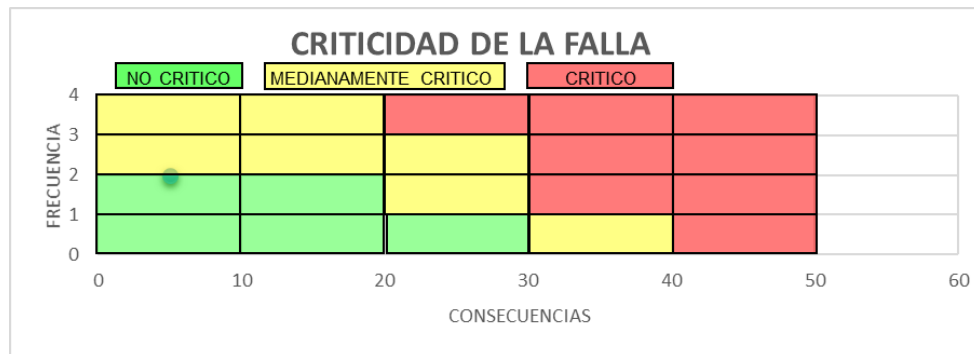


Ilustración 31. Criticidad para fallas en sistema eléctrico de vehículos livianos.

Falla medianamente crítica

5.2.2.1.6. Parada de motor.

Tabla 35. Ponderación para parada de motor en vehículos livianos.

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	5

- Consecuencias: 27
- Frecuencia: 1

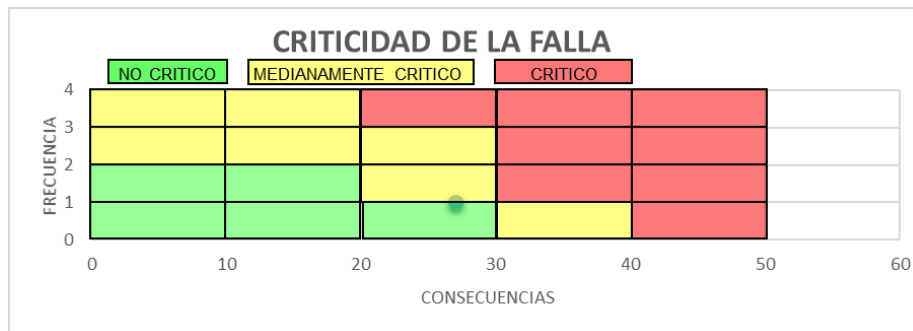


Ilustración 32. Criticidad para parada de motor en vehículos livianos.

Falla medianamente crítica

5.2.2.2. Vehículos pesados

5.2.2.2.1. Fugas de aceite del motor e hidráulico en la dirección.

Tabla 36. Ponderación para fugas de aceite motor e hidráulico en la dirección.

Frecuencia fallas	2
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

- Consecuencias: 16
- Frecuencia: 2

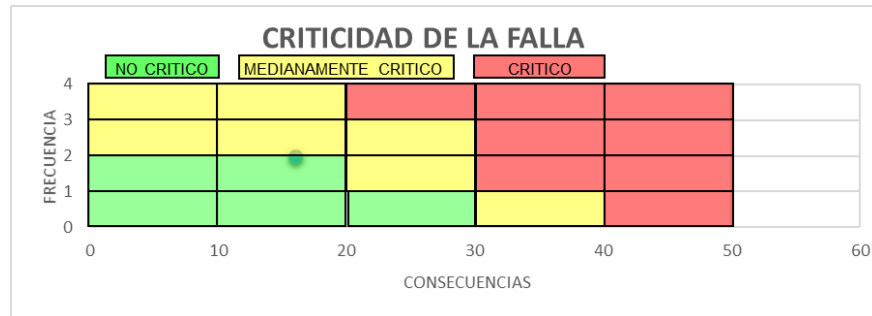


Ilustración 33. Criticidad para para fugas de aceite motor e hidráulico en la dirección.

Falla medianamente crítica

5.2.2.2.2. Desgaste prematuro de las llantas.

Tabla 37. Ponderación para desgaste prematuro de las llantas en vehículos pesados.

Frecuencia fallas	3
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

- Consecuencias: 22
- Frecuencia: 3

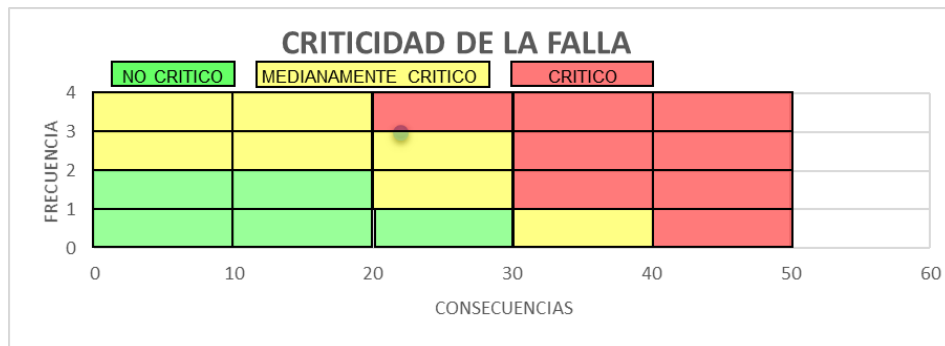


Ilustración 34. Criticidad para desgaste prematuro de las llantas en vehículos pesados.

Falla crítica

5.2.2.2.3. Desgaste prematuro de elementos articulados.

Tabla 38. Ponderación para desgaste prematuro de elementos articulados en vehículos pesados

Frecuencia fallas	2
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 19
- Frecuencia: 2

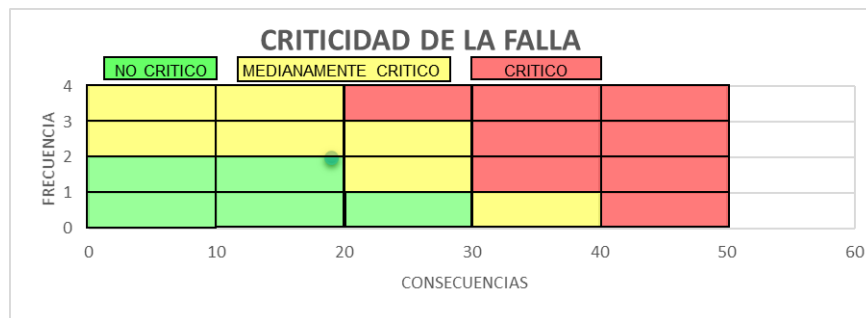


Ilustración 35. Criticidad para desgaste prematuro de elementos articulados en vehículos pesados

Falla medianamente crítica.

5.2.2.2.4. Fallas en la filtración de combustible.

Tabla 39. Ponderación para fallas en filtración de combustible en vehículos pesados.

Frecuencia fallas	2
Impacto operacional	7
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	7

- Consecuencias: 22
- Frecuencia: 2

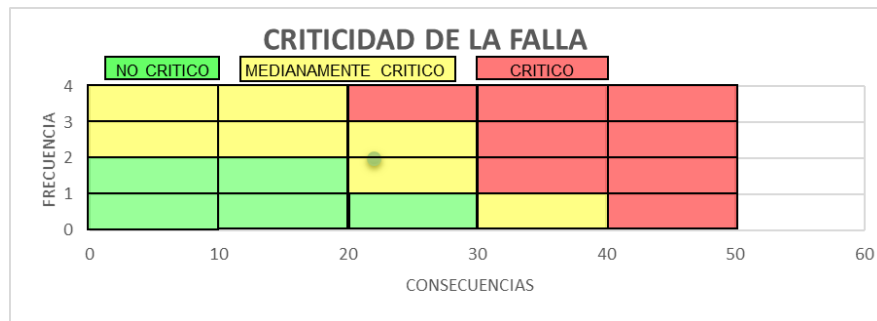


Ilustración 36. Criticidad para fallas en filtración de combustible en vehículos pesados.

Falla medianamente crítica.

5.2.2.2.5. Fallas en sistema eléctrico.

Tabla 40. Ponderación para fallas en sistema eléctrico en vehículos pesados.

Frecuencia fallas	3
Impacto operacional	4
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 12
- Frecuencia: 3

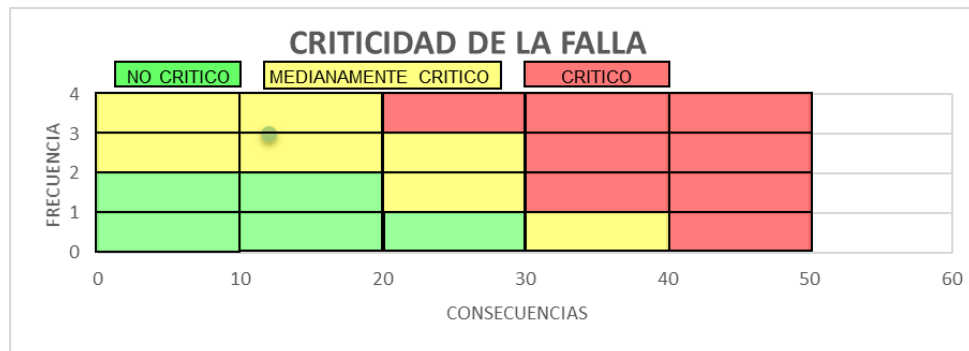


Ilustración 37. Criticidad para fallas en sistema eléctrico en vehículos pesados.

Falla medianamente crítica.

5.2.2.2.6. Parada de motor.

Tabla 41. Ponderación para parada de motor en vehículos pesados

Frecuencia fallas	1
Impacto operacional	10
Flexibilidad operacional	2
Costos de Mantenimiento	2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene	3

- Consecuencias: 25
- Frecuencia: 1

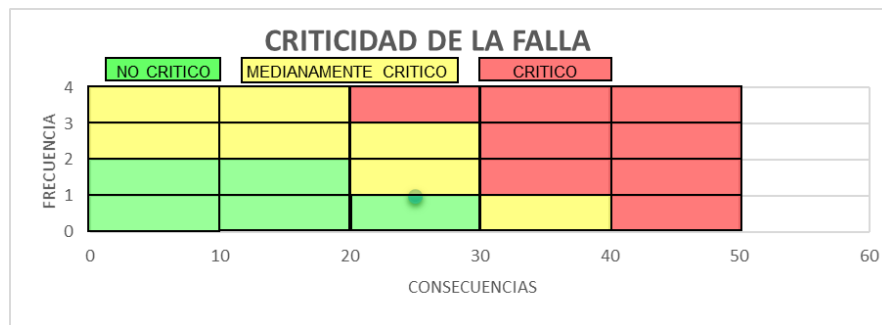


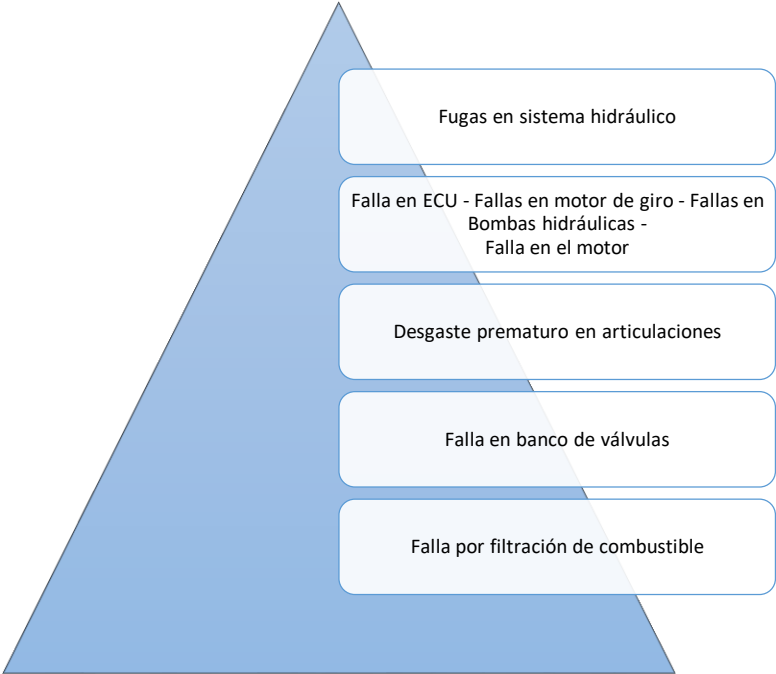
Ilustración 38. Criticidad para parada de motor en vehículos pesados.

Falla medianamente crítica.

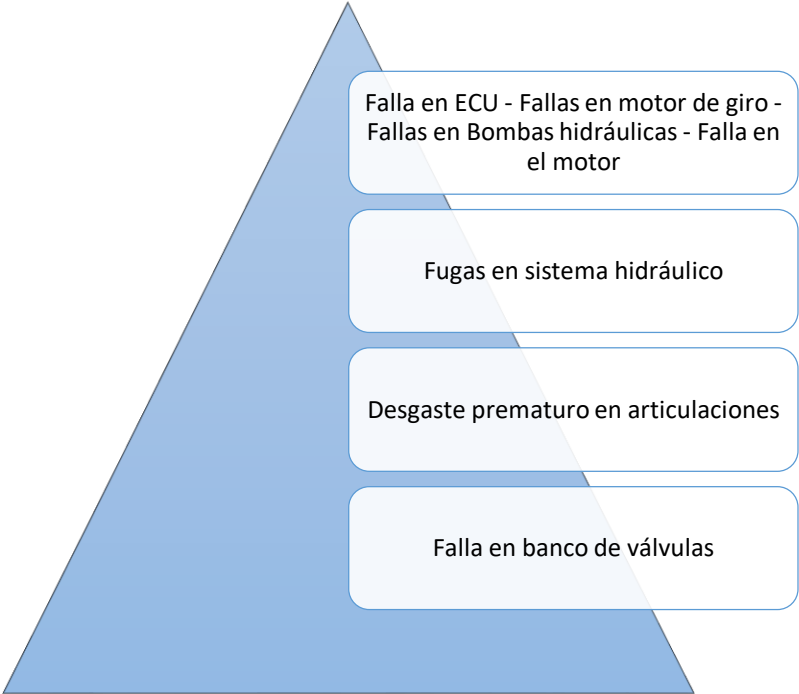
5.3. Descripción de resultados

Los resultados obtenidos a partir de la criticidad se describen a continuación por orden de prioridad.

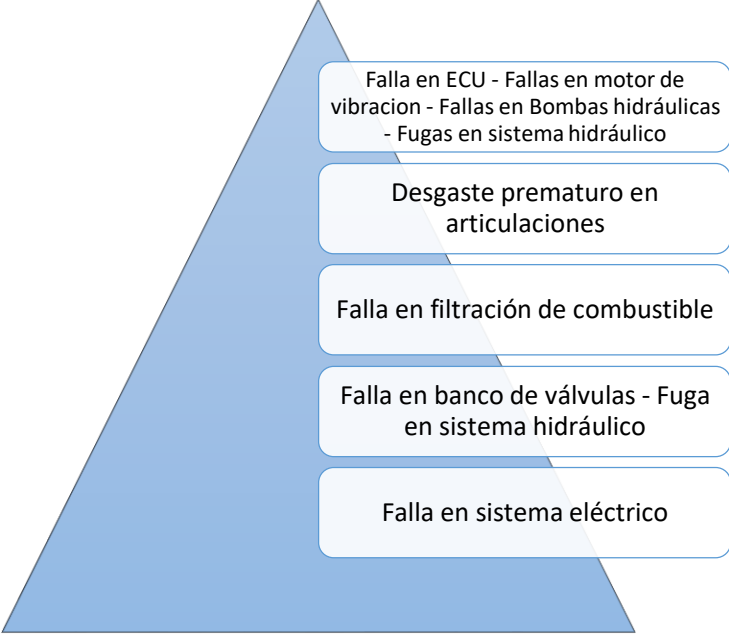
5.3.1. Retroexcavadoras



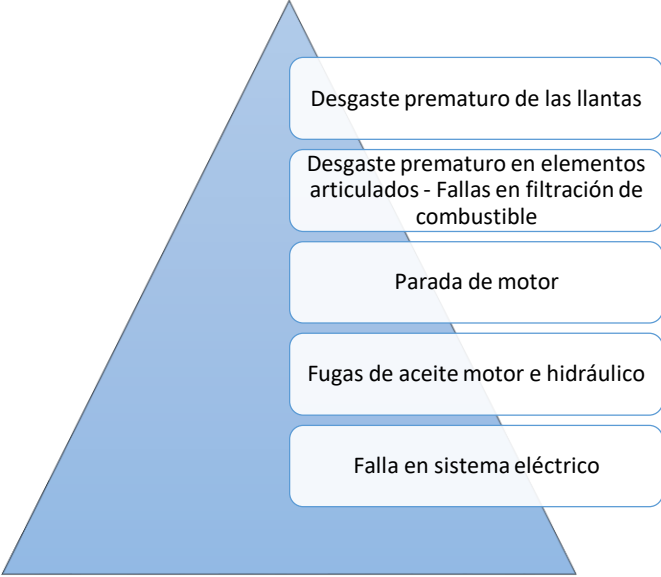
5.3.2. Motoniveladoras



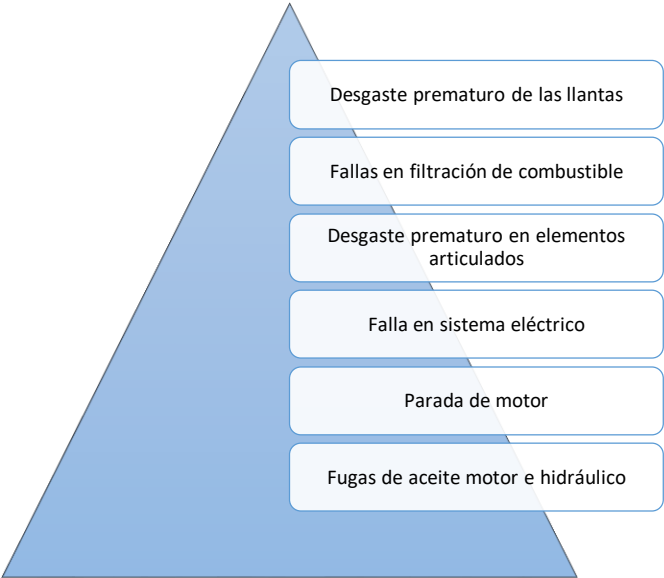
5.3.3. Vibrocompactadores



5.3.4. Vehículos livianos



5.3.5. Vehículos pesados



6. Análisis de los resultados de la evaluación del mantenimiento y criticidad de equipos.

6.1. Maquinaria

Para realizar el análisis de criticidad se tuvo en cuenta, tanto consecuencias de la falla como disponibilidad de equipos para reemplazar el funcionamiento de la máquina anterior. Cabe resaltar que a las motoniveladoras se les puso el valor más elevado, debido a que éstas siempre estuvieron en uso en las diferentes obras y al fallar una, la obra debía quedar completamente parada porque no existía había disponibilidad de motoniveladoras para reemplazar la función de la misma. A las retroexcavadoras se les asignó un valor intermedio, ya que, normalmente estuvo disponible alguna en patio para reemplazarla, aunque la de patio estuviese cumpliendo funciones en el mismo, siempre se tuvo como prioridad la obra.

6.1.1.1. Fugas en sistema hidráulico

Como se pudo determinar, la falla más recurrente es la de fugas en el sistema hidráulico, esto, según el análisis de criticidad y comparando con la evaluación realizada al programa de mantenimiento se puede deducir que se produce debido a la falta de realización de mantenimiento programado, sin embargo, al no ser una falla tan grave, se podía programar el mantenimiento correctivo.

6.1.1.2. Desgaste prematuro en articulaciones

El desgaste prematuro en articulaciones, puede ser una falla que no influencia mucho en el funcionamiento del equipo, sin embargo, el no tratamiento de la misma puede ser un factor que puede afectar el funcionamiento en el futuro, además de que de no ser tratada puede causar accidentes, esta falla se produce por la falta de engrase de los equipos, lo cual debe estar incluido en el mantenimiento rutinario,

sin embargo, los operadores no realizan el chequeo diario a conciencia, si no, que lo rellenan sólo por rellenas.

6.1.1.3. Fallas en la filtración del combustible.

Esta falla en estos equipos, aunque no es muy recurrente, es una falla importante, puede ser causada por la falta de mantenimiento preventivo, el no comprar repuestos originales o en su defecto de calidad, ya que, el funcionamiento de éstos puede afectar al funcionamiento de la máquina desde trabajar a baja potencia, hasta causar apagones repentinos por la ausencia de combustible en el motor.

6.1.1.4. Falla en ECU principales.

De las fallas más graves y críticas, aunque es muy poco frecuente su ocurrencia, durante la realización de este proyecto se observó que ocurrió una vez, además de la bitácora, la cual tiene registrada este mismo tipo de falla en ocasiones anteriores. Se determina que esta falla, puede ser ocasionada por la ausencia de mantenimiento programado y preventivo, los cuales pudieron haber determinado algún corto ocasionado en la máquina.

6.1.1.5. Fallas en motor de giro – tornamesa – motor de vibración

Las fallas en el motor de giro no son muy recurrentes, pero es también de las fallas con mayor criticidad, debido a que, si se llegase a ocasionar, el equipo quedaría completamente parado ya que es un elemento primordial en su funcionamiento. En el caso de la retroexcavadora y su motor de giro, éste puede llegar a fallar por falta de programación en los mantenimientos preventivos, ya que, éstos siempre son postergados y no se le realiza el mantenimiento cuando debe ser.

6.1.1.6. Fallas en bombas hidráulicas.

Al igual que las fallas en motor de giro, esta falla no es muy frecuente, sin embargo, al dejar de funcionar las bombas hidráulicas, puede ocasionar accidentes y deja el equipo completamente parado sin opción de funcionamiento. Puede ocurrir por falta de cambio de los filtros hidráulicos, así como el aceite mismo.

6.1.1.7. Fallas en banco de válvulas.

Falla poco frecuente, suele ocurrir después de un período de tiempo y presentarse por presencia de restos de piezas y empaques que se han roto durante la vida de utilización de la máquina. Dichos restos pueden presentarse por falta de limpieza del sistema hidráulico, el

6.1.1.8. Falla de motor.

Igual que la falla en ECU, la falla de motor es de las más graves, demoradas y costosas en solucionar, puede generarse por diferentes factores, como lo son demoras en el cambio de aceite, ya que éste puede acelerar el proceso de desgaste en el motor, cumplimiento de vida útil de las piezas, etc.

6.2. Vehículos

6.2.1.1. Fugas de aceite del motor e hidráulico en la dirección.

Esta falla se presenta por desgaste de los motores y otros componentes de los vehículos, la falla más presentada es la fuga por la botella de la dirección, ya que, en su momento se realizó cambio de empaques, pero el personal que realizó dicha actividad, no tenía el conocimiento suficiente, causando avería en las partes internas de la botella.

6.2.1.2. Desgaste prematuro de las llantas.

Esta falla se presenta mucho en las camionetas, específicamente en las llantas delanteras, esta falla se produce mucho por desalineación de las mismas, la cual es influenciada por la falta de programación de mantenimiento para alineación del tren delantero de dichos vehículos.

6.2.1.3. Desgaste prematuro de elementos articulados.

Producido por la falta de engrase de dichos elementos, piezas como crucetas, tijeras, etc., se vienen desgastando de manera prematura, ya que no hay una programación para engrasar estos vehículos.

6.2.1.4. Fallas en la filtración de combustible.

Esta falla no es tan común en este tipo de vehículos, sin embargo, ya se ha producido, puede ser por pasar el tiempo entre cambios, no utilizar filtros originales o mala instalación de los mismos.

6.2.1.5. Fallas en sistema eléctrico.

En estos vehículos, esta falla se hace bastante frecuente por la exposición al trabajo pesado que realizan en diferentes tipos de carreteras.

6.2.1.6. Parada de motor.

La falla más grave de todas, detiene completamente el vehículo sin posibilidades de trabajar, esta falla puede darse por diferentes motivos, entre ellos, la falta de mantenimiento preventivo.

7. PROPOSICIÓN DE ACCIONES DE MEJORA SEGÚN LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

7.1. Organización de la empresa

En esta sección, lo que se va a mostrar sólo se dará como recomendación, debido a que estas acciones de mejora corresponden al departamento de HSEQ, por lo tanto, se salen de las manos del autor del proyecto.

1. Debido a que la empresa tiene organigramas, pero se encuentran desactualizados, se recomienda que éstos deben ser actualizados lo más pronto posible.
2. Capacitar a cada persona en su cargo, ya que, esto no se hace en la empresa debido a que los jefes superiores imponen muchas funciones adicionales a las personas.
3. Solicitar que cada dependencia tenga su propia autonomía para tomar las decisiones respectivas, ya que, no se les da mucha confianza a las personas para tomar sus propias decisiones.
4. La empresa debe tener un diagrama que contenga las funciones de cada persona involucrada en el funcionamiento de la misma.
5. Establecer un sistema para que la información introducida no sea errada.

7.2. Organización de mantenimiento

Es importante, tener claridad dentro de la organización del mantenimiento, además de la realización de objetivos y metas, para motivar a los trabajadores de éste departamento y mantener un nivel de productividad más elevado. A continuación, se muestran las propuestas de mejoramiento:

1. Realizar organigrama acorde a la estructura de la organización de mantenimiento.
2. Establecer las funciones y asignación de responsabilidades por escrito del personal de mantenimiento.
3. Capacitar al personal para darle a conocer las líneas de autoridad, además de darles a conocer sus funciones específicas para que no haya duplicidad de éstas.
4. Solicitar autonomía propia para el departamento de mantenimiento con el total apoyo de la gerencia.
5. Actualizar el flujograma para el sistema de información, ya que éste se encuentra desactualizado desde el 2015.
6. Establecer el envío de informes a un evaluador que haga la comparación de la información recibida y así no ingresar información equivocada en el sistema de información.
7. Crear objetivos y metas para la organización de mantenimiento, de esta manera se obtendrá una mayor productividad y eficiencia por parte del departamento de mantenimiento.

7.1. Mantenimiento rutinario

1. Describir de forma clara y precisa las instrucciones técnicas que permiten al operario o a la organización de mantenimiento realizar este tipo de mantenimiento.
2. Establecer documentación completa sobre instrucciones de mantenimiento para generar mantenimiento rutinario.
3. Realizar un listado donde especifique los materiales y herramientas de mayor uso para este tipo de mantenimiento.
4. Capacitar a los operadores y conductores en la realización de mantenimiento rutinario, ya que, muchas veces éstos llenan el documento sólo por llenar y no realizan cada una de las actividades descritas en el documento.
5. Crear una ficha para el control de los manuales de servicio, operación y partes.

7.2. Mantenimiento programado

1. Realizar un estudio donde se especifiquen las necesidades reales y objetivas para los diferentes objetos de mantenimiento.
2. Crear un sistema donde se establezcan las acciones de mantenimiento programado y cómo realizarlas.
3. Solicitar a la empresa el obtener los manuales de mantenimiento restantes.
4. Determinar la fuerza laboral necesaria para cada tipo de maquinaria.
5. Realizar un estudio de las condiciones reales de funcionamiento de los equipos y las necesidades de mantenimiento de los mismos.

6. Establecer un procedimiento para la implantación de los planes de mantenimiento programado.
7. Recuperar el programa de mantenimiento que funcionó hasta el año 2015 y actualizarlo para llevar el control de las acciones de mantenimiento programado.
8. Recuperar los documentos referentes a mantenimiento programado, donde se registraba el control del mantenimiento programado.
9. Crear planillas de programación en las cuales se establecen las acciones de mantenimiento a ejecutar y su posterior evaluación de ejecución.
10. Solicitar la aprobación de la gerencia para empezar a realizar evaluaciones semanales en este tipo de mantenimiento.

7.3. Mantenimiento correctivo

1. Establecer una programación para la ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo.
2. Solicitar a la gerencia el apoyo total en las decisiones tomadas, debido a que esto hace que la programación sea afectada por decisiones de último momento por parte de ellos.
3. Crear mecanismos de control periódicos que muestren el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo.

7.4. Mantenimiento preventivo

1. Realizar estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustitución de piezas clave.
2. Capacitar al personal para realizar mediciones de tiempo de parada y entre fallas
3. Crear fichas técnicas donde se recoge la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.
4. Realizar programación de mantenimiento dejando holgura para alguna eventualidad.
5. Solicitar apoyo a la gerencia para que permita a la organización implantar progresivamente el mantenimiento preventivo en el programa de mantenimiento.
6. Crear tarjetas donde se recoja la información del equipo inventariado.

7.5. Mantenimiento por avería

1. Diseñar un mecanismo para disminuir el tiempo de espera por materiales o repuestos, ya que esto lo realiza el departamento de compras, el cual no tiene el conocimiento técnico para realizar la compra de repuestos.
2. Solicitar las herramientas, equipos y/o instrumentos necesarios para la atención de las averías presentadas, para reducir los tiempos de mantenimiento y así realizar los mantenimientos en el menor tiempo posible para que el proceso productivo permanezca detenido el menor tiempo posible.
3. Buscar capacitación para el personal de mantenimiento para que puedan atender cualquier tipo de falla.

7.6. Personal de mantenimiento

1. Reunir a los supervisores para solicitarles el hacer uso del proceso de cuantificación de personal.
2. Realizar formatos donde se especifique el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia y tipo de mantenimiento.
3. Solicitar capacitaciones permanentes para el personal de mantenimiento.

7.7. Apoyo logístico

1. Solicitar a la administración más apoyo y recursos para la realización del mantenimiento.
2. Definir las políticas con la gerencia en cuanto al apoyo que se debe prestar a la organización de mantenimiento.
3. Proponer mejores rutas de trámite para la asignación de recursos a mantenimiento.
4. Hacer ver a la gerencia la importancia de mantenimiento, sin que se vea que sólo es para reparar equipos.

7.8. Recursos

1. Solicitar la adquisición de herramientas necesarias para que la organización de mantenimiento opere eficientemente.
2. Realizar inventario de herramientas para organizarlas donde sea fácil de encontrarlas y agilizar su obtención.
3. Realizar formato de entrada y salida de herramientas, repuestos e instrumentos.
4. Realizar control de uso y estado de herramientas e instrumentos.
5. Solicitar el acceso a la información sobre diferentes alternativas tecnológicas de los instrumentos y herramientas.
6. Realizar inventario de repuestos, e identificarlos en el almacén por equipo y referencias.
7. Establecer materiales y repuestos para stock mínimo y comprar de acuerdo a pedidos.
8. Establecer control de materiales desechados por mala calidad
9. Solicitar autonomía al departamento de mantenimiento para cotizar los repuestos y materiales antes de realizar el pedido para agilizar el proceso de compra.

8. Documentar las actualizaciones en el sistema de gestión del mantenimiento.

8.1. Organización de mantenimiento

8.1.1. Organigrama del departamento de mantenimiento

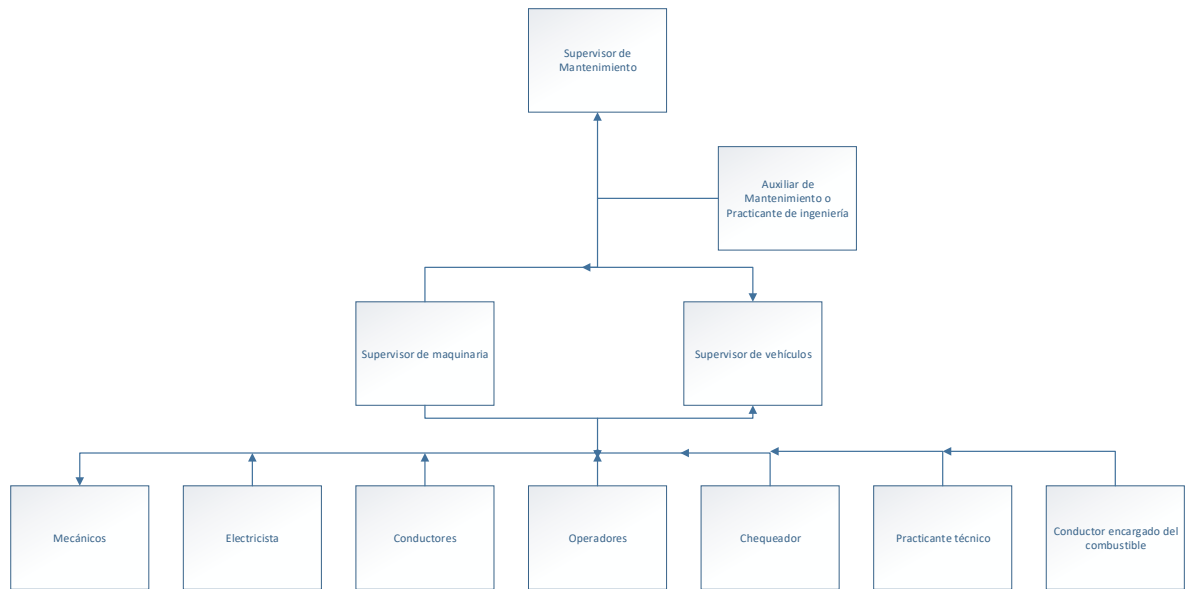


Ilustración 39. Organigrama del departamento de mantenimiento.

8.1.2. Funciones del personal de mantenimiento

Tabla 42. Asignación y descripción de funciones del personal de mantenimiento.

Cargo	Descripción de funciones y responsabilidades
Supervisor de mantenimiento	Supervisar y dirigir las acciones de mantenimiento, además de coordinar las acciones del auxiliar de mantenimiento y supervisores de vehículos y maquinaria.
Auxiliar de mantenimiento	Llevar el control del programa de mantenimiento, además de realizar las actualizaciones correspondientes, y evaluaciones semanales a las labores de los supervisores, cotización de repuestos, realizar solicitudes a los proveedores, generar órdenes de trabajo, atender visitantes.
Supervisor de maquinaria	Supervisar y dirigir las acciones de los mecánicos encargados de la reparación de maquinaria, además de los operadores de dichos equipos.
Supervisor de vehículos	Supervisar y dirigir las acciones de los mecánicos encargados de la reparación de vehículos, además de los operadores de dichos equipos.
Almacenista	Realizar labores de control de inventario, entrega y recepción de materiales, instrumentos y equipos, control del estado de los elementos del almacén, realizar informes semanales de consumos y préstamos de elementos de almacén.
Mecánicos de maquinaria	Encargarse directamente del mantenimiento de maquinaria, según instrucciones de los supervisores y auxiliar de mantenimiento.
Mecánicos de vehículos	Encargarse directamente del mantenimiento de vehículos, según instrucciones de los supervisores y auxiliar de mantenimiento.

Electricista	Se encarga del mantenimiento de la parte eléctrica de la maquinaria y vehículos según instrucciones de supervisores y auxiliar de mantenimiento.
Conductores	Realizar labores de conducción de vehículos según instrucciones del supervisor de vehículos.
Operadores	Realizar labores de operación de maquinaria según instrucciones del supervisor de maquinaria.
Chequeador	Vigilar la llegada y salida de vehículos con material, llevando el control en una planilla específica para dicha labor.
Practicante técnico	Realizar labores de mantenimiento según su área de estudio.
Conductor encargado de combustible	Ir a las diferentes zonas para recargar el combustible de maquinaria o vehículos, según instrucciones del supervisor correspondiente.

8.1.3. Actualización del flujograma del manejo de información

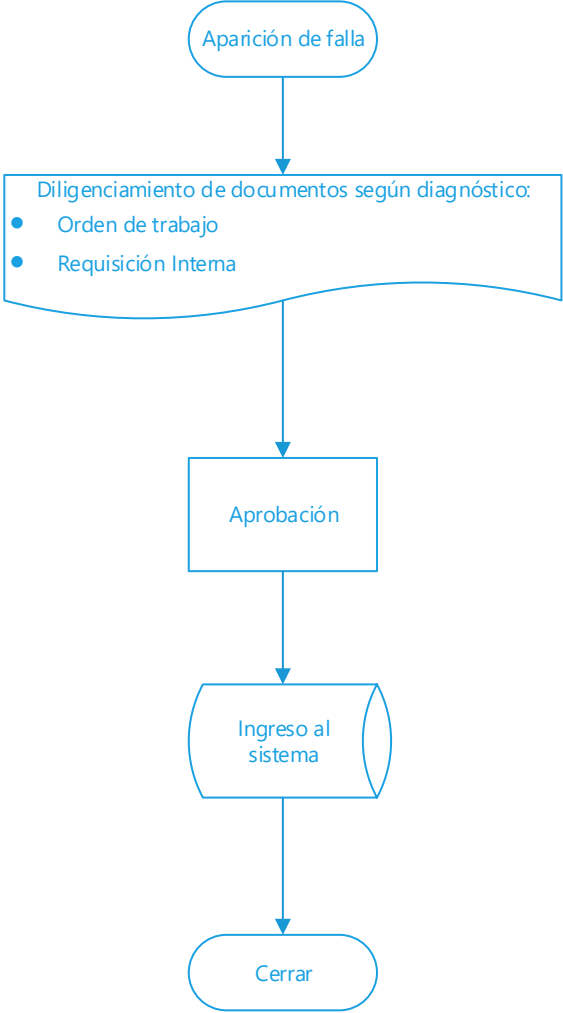


Ilustración 40. Diagrama de flujo para el manejo de información.

8.1.4. Envío y recepción de informes evaluativos

El envío y recepción de informes evaluativos se realiza de manera semanal, a un ente evaluador de la empresa, el cual se encarga de revisar que la información ingresada al sistema, no sea errada (Ver Anexo F).

8.2. Planificación de mantenimiento

La planificación de mantenimiento se realiza de manera semanal, según el cronograma de mantenimiento actualizado (Ver Anexo G).

Se actualizó el cronograma de mantenimiento lo máximo posible según información de la bitácora de mantenimiento e información recolectada con supervisores y mecánicos, tanto para vehículos, como para maquinaria, ya que, esto no se llevaba adecuadamente, además de eliminar los ítems que ya no existían en la empresa

8.2.1. Instauración de los objetivos de mantenimiento

Objetivos de mantenimiento:

- Proporcionar oportuna y eficientemente, los mantenimientos requeridos por los equipos.
- Mantener los equipos con la mayor confiabilidad posible para trabajar en las obras.
- Trabajar con eficiencia y responsabilidad.

8.2.2. Revisión de las necesidades de cada equipo

Se realizó el listado de necesidades y se instauró en los diferentes cuadros de Excel, los cuales se verán reflejados en los anexos, las cuales fueron programadas para reparación, ejemplo a continuación (Ver anexo H).

8.2.3. Establecer un orden de prioridades para los objetos de mantenimiento para la ejecución de acciones de mantenimiento de los sistemas que lo requieran.

El orden de prioridades se asigna según la situación del equipo, ya que, depende de la ubicación y el progreso de la obra donde sea requerido, sin embargo, la prioridad de atención de las fallas se realiza según la prioridad de criticidad realizada en la sección 5.3, y los equipos menos disponibles.

8.2.4. Inventario completo de los objetos a mantener en el programa de mantenimiento

Se realizó inventario nuevamente de los equipos para descartar los que han estado en venta y se obtuvo el nuevo listado, el cual se observa en el anexo I., siendo parte del programa de mantenimiento EM-PR-01 (v6), Hoja 1.

8.3. Mantenimiento programado

8.3.1. Procedimiento actualizado para la realización de mantenimiento programado.

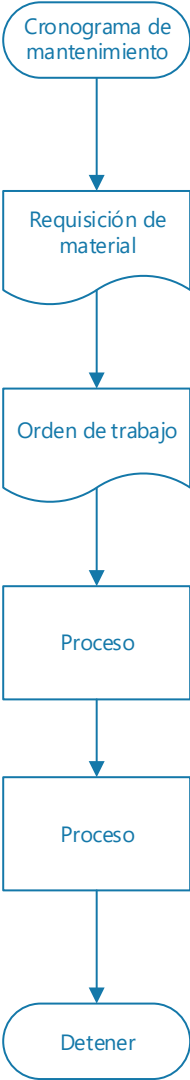


Ilustración 41. Ruta para la realización de mantenimiento programado.

8.3.2. Recuperación y actualización de los documentos referentes a mantenimiento e implementación de los mismos.

Se actualizó el documento EM-F-16 Orden de trabajo, a la versión 6, el cual incluye el apartado “actividad a realizar”, para simplificar el trabajo del técnico a la hora de realizar su trabajo y se cambió el apartado “elaboró” por “supervisó”, debido a que el que realiza la orden de trabajo es el auxiliar de mantenimiento (esto debido a que los mecánicos tienen poca habilidad para escribir) o el supervisor del área (maquinaria o vehículos), y es aprobada por el mismo auxiliar de mantenimiento o el supervisor de mantenimiento.

8.4. Mantenimiento preventivo

La realización de los mantenimientos preventivos, se realiza mediante un cronograma de mantenimiento, el cual se incluye en el programa de mantenimiento. (Anexo G).

Para la restauración del cronograma de mantenimiento, se iniciaron reparaciones preventivas a equipos desde cero, para poder empezar a llevar el control nuevamente del mantenimiento.

En vehículos, la falla de desgaste prematuro de las llantas se hace muy frecuente, además de ser crítica, esto genera preocupación en la gerencia y el personal de mantenimiento, debido a que esta falla puede generar accidentes graves, además de ser un repuesto costoso, según esto se desarrolló un programa de control de llantas dentro del programa de mantenimiento (ver anexo J).

8.5. Mantenimiento correctivo

La programación de acciones de mantenimiento correctivo se realiza según el listado de necesidades de equipo (ver ejemplo Tabla 43).

Se actualizó la ruta para la realización de mantenimiento correctivo:

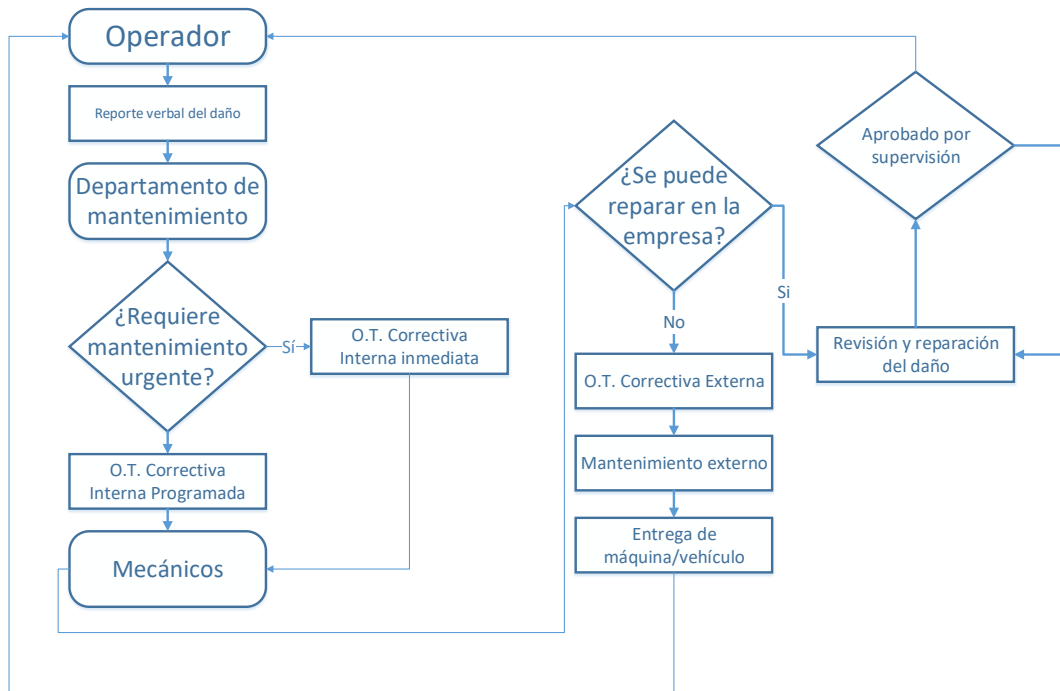


Ilustración 42. Diagrama de flujo para programación de mantenimiento correctivo.

Como se observa en el diagrama, cuando aparece una falla, ésta se somete a evaluación según criterio de supervisores, mecánicos y auxiliar de mantenimiento para determinar si la falla requiere atención inmediata, de lo contrario se procede a programar el mantenimiento.

8.6. Mantenimiento por avería

8.6.1. Desarrollo de mecanismo para agilizar la adquisición de los repuestos

El departamento de mantenimiento realizó dos solicitudes a la gerencia:

1. Que se le permita al departamento de mantenimiento solicitar créditos en los diferentes almacenes de repuestos, con requisición digital y orden de compra realizada por el auxiliar de mantenimiento.
2. Que el departamento de mantenimiento sea el encargado de cotizar y seleccionar los repuestos necesarios para reparación de maquinaria y vehículos que no se puedan conseguir mediante crédito, pudiendo de esta manera, solventar las dudas de los proveedores de manera inmediata y efectiva, reduciendo los tiempos de compra y aumentando la productividad de mantenimiento.

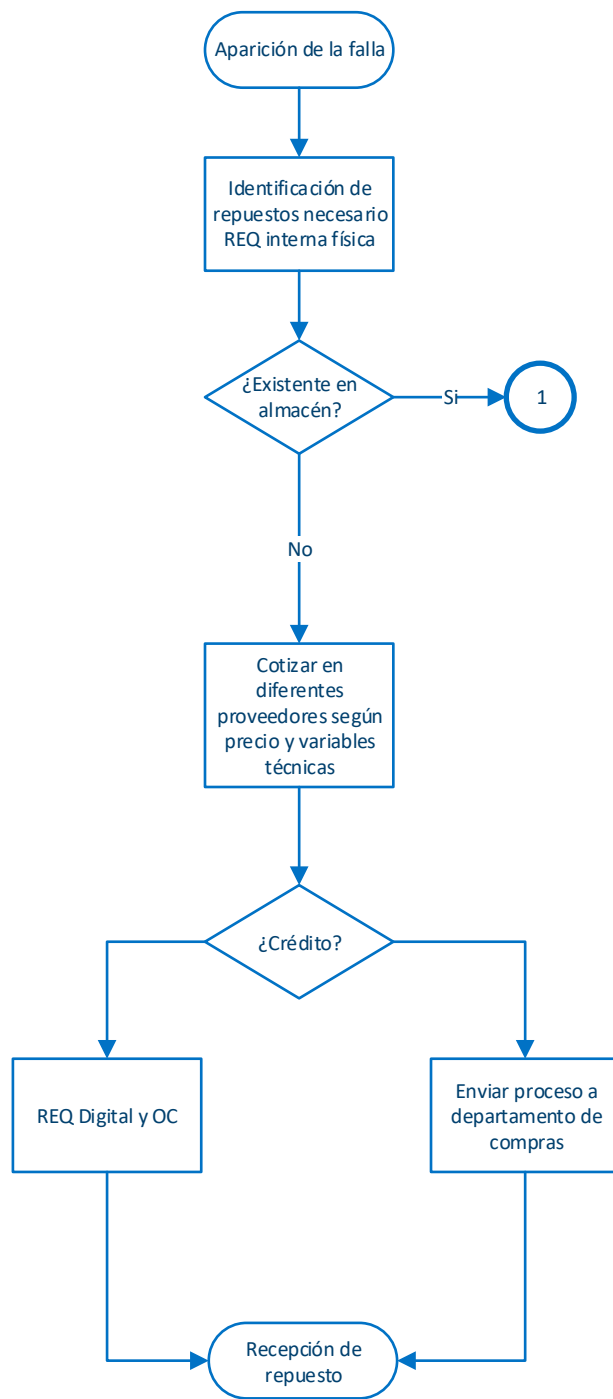


Ilustración 43. Diagrama de flujo para proceso de compra de repuestos.

8.6.2. Capacitaciones

Se realizó una capacitación, donde se instruyó al personal en diferentes campos.

- Objetivos de mantenimiento.
- Nuevas rutas de mantenimiento.

Adicional a eso se solicitó una capacitación externa para los mecánicos donde quedaban certificados no sólo en reparación de motores diésel, sino también en diagnóstico de motores diésel.

8.7. Recursos

8.7.1. Inventario de herramientas, materiales y repuestos

Ya que, el inventario se encontraba descontrolado, se realizó jornada de inventario y se realizó conteo de los elementos de inventario, además se realizó listado de stock mínimo de herramientas, materiales, repuestos e instrumentos (ver anexo K).

8.7.2. Realizar control de uso y estado de herramientas e instrumentos.

Se solicitó a la administración de emplear una persona encargada del almacén.

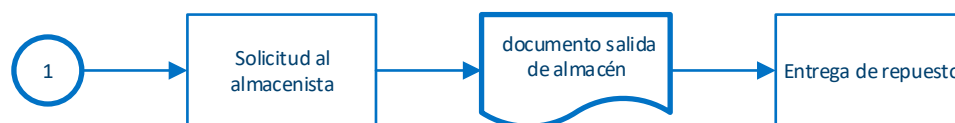


Ilustración 44. Diagrama de flujo para solicitud de repuestos a almacén.



Ilustración 45. Diagrama de flujo para solicitud de préstamo de herramientas a almacén.

CONCLUSIONES

- Se realizó una evaluación previa, a un sistema de mantenimiento, lo que pudo ayudar a detectar falencias en el programa de mantenimiento que se encontraba desactualizado.
- Gracias al estudio de criticidad, se pudo determinar que el equipo más crítico, son las motoniveladoras, esto debido a que son las que tienen menor disponibilidad, lo que aumenta su criticidad.
- Al realizar un análisis de los resultados obtenidos en la evaluación al sistema de gestión de mantenimiento y al estudio de criticidad, se obtuvo que, varias fallas de las más críticas son producto de la ausencia de la programación de los mantenimientos requeridos por la maquinaria.
- Llevar un plan de mantenimiento correctamente, en la actualidad se hace indispensable para cualquier empresa, por esto, gracias a una evaluación al sistema de gestión de mantenimiento y un estudio de criticidad, se determinaron ciertas acciones de mejora para la gestión del mantenimiento de esta empresa.
- Se implementaron algunas de las acciones de mejora documentadas en el capítulo 7 del libro, por lo cual se mejoró la gestión del mantenimiento de la empresa, sin embargo, es indispensable continuar implementando las mejoras documentadas en este proyecto.

RECOMENDACIONES

- Continuar con la implementación de las mejoras al plan de mantenimiento, según las propuestas de mejoramiento ofrecidas en el capítulo 7, para que la empresa pueda tener la oportunidad de llevar una mejor gestión del mantenimiento.
- Realizar evaluaciones periódicas al sistema de mantenimiento, con el fin de que éste no sufra nuevas desactualizaciones y la empresa pueda nuevamente tener la oportunidad de tener un programa actualizado y completo.
- Llevar el registro de las actividades de mantenimiento en la bitácora mejorada, ya que, ésta es el registro de los mantenimientos, por ende, tiene la funcionalidad de estudiar fallas para futuras averías.

BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (01 de 12 de 1993).
Mantenimiento definiciones.
- Delgado, J. C. (2012). *Diseño de un sistema para la determinación de la degradación de un aceite de motores de encendido por compresión mediante el tratamiento digital de imágenes de manchas de aceite*. Pamplona.
- Ingeniería y suministros BROCA S.A.S. (13 de 10 de 2018). *Ingeniería y suministros BROCA LTDA*. Obtenido de <http://brocaltda.com/index.php>
- Mora, W. J. (2005). *PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA ACEROS ESTRUCTURALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ*. Bogotá.
- Prando, R. (1996). *Manual de gestión de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa S.A.
- Rodriguez Villamizar, R. O. (2017). *PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE MOTORES AUTOMOTRICES*. Pamplona.
- Trigos Polo, L. F., & Arenas Fonnegra, I. Y. (2014). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA (MOTONIVELADORAS Y EXCAVADORAS HIDRAULICAS) UTILIZADAS POR LA EMPRESA INGENIERÍA Y SUMINISTROS BROCA LTDA, UBICADA EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA*. Barrancabermeja.


 BROCA <small>INGENIERIA Y SUMINISTROS</small>	INGENIERIA Y SUMINISTROS BROCA S.A.S.		INSPECCIÓN PREOPERACIONAL VOLQUETA				GA - F - 14 Version 10 pag 1 de 1										
	Nit. 829.002.331-1																
Obra						Inspeccionado por											
Placa	Modelo		Kilometraje		Revisión Técnico-mecánica (vigencia)				DD	MM	AA						
SOAT(vigencia)	DD	MM	AA	Seg. Resp. civil Extra. (Vigencia):	DD	MM	AA	Licencia de conducción (vigencia)			DD	MM	AA				
Marca	Período		DEL	AL	MES			AÑO									
ID	DESCRIPCIÓN	CANT	L		M		Mi		J		V		S		D		
			C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	
Sistema Eléctrico	Luces Frontales	2															
	Luces Direccionales delanteras de parqueo	2															
	Luces Direccionales traseras de parqueo	2															
	Batería ajustada, Bornes y cables	General															
	Cables eléctrico sin peladuras ni empates	General															
	Encendido	General															
	Luces STOP y señal trasera	1															
C cabina	Espejos laterales	2															
	Alarma de Retroceso	1															
	Pito	1															
	Freno de servicio	Completo															
	Freno de emergencia	2 ruedas															
	Dirección/ Suspensión / terminales	Completo															
	Cinturones de seguridad	Completo															
	Puertas en buen estado	General															
	Vidrio frontal en buen estado (sin roturas)	1															
	Limpiabrisas	2															
	Extintor de incendios (20 lbs) vigente	1															
	Botiquín	1															
	Ergonomía de la silla	Completo															
Presión, velocímetro, voltímetro, RPM	Completo																
Llantas	Incluida la de repuesto, Labrado	11															
Equipo Mecánico	Pito de reversa AUDIBLE	1															
	Gato hidráulico y cruceta, Manguera para compresor	Completo															
	Exhostos sin fuga ni ruido excesivo	General															
	Pintura y Latonería	General															
	Aseo Interno	General															
Inspección fluidos	Nivel de refrigerante, aceite motor, frenos, aceite hidráulico, líquido limpia parabrisas, valvulina y agua batería	Completo															
Placa	Verificar el buen estado y que se encuentre asegurada.	1															
Firma del Conductor																	
PUNTO CRÍTICO QUE INHABILITA EL EQUIPO PARA OPERAR																	
Fuera de Servicio	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Fecha de Corrección				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
OBSERVACIONES																	
<p>Nota importante: La inspección debe realizarla ÚNICAMENTE el OPERADOR del equipo. En caso de necesitar ayuda adicional debe informarle a su SUPERVISOR quien tomara la decisión más segura.</p> <p style="text-align: center;">C: Cumple NC: No Cumple</p>																	

Ilustración 47. Inspección preoperacional de volqueta


 INGENIERIA Y SUMINISTROS BROCA S.A.S Nit. 829.002.331-1		PREOPERACIONAL MINICARGADOR				GA - F - 73 Version 04 Pag 1 de 1			
Obra					Inspeccionado por				
Placa					Modelo				
Marca					Periodo	DEL	AL	MES	ANO
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	L	M	Mi	J	V	S	D
			C	NC	C	NC	C	NC	C
Sistema Eléctrico	Luces de trabajo delanteras								
	batería y cables								
	Luces de trabajo traseras								
Cabinas	Proteccion antivuelco (R.O.P.S)								
	Pilo								
	Alarma de retroceso								
	asiento en buenas condiciones								
	Cinturon de seguridad								
	Apoyos de acceso								
	indicadores (hidraulico,refrigerante,motor,horometro)								
Llantas	en buen estado (sin cortaduras profundas y abultamiento)								
Estado Mecánico	fugas hidraulicas								
	estado pasadores								
	mandos finales								
	mando de estacionamiento								
	Estado del balde								
	* Estado del brazo excavador o Martillo hidraulico								
	compartimiento del motor aseado								
	mandos de levante del brazo								
	Revisar radiador, que no presente fuga.								
	Revisar bomba de agua, fijarse que no presente goteo								
	Revisar estado y tensión de correas								
	Revisar ajuste de ventilador del motor								
	Revisar ajuste y limpieza de los bornes de las baterías								
Mangueras	verificar el estado de las mangueras de admisión de aire con sus abrazaderas, que se encuentren en buen estado y correctamente ajustadas desde el compartimiento del filtro de aire hasta el acoplamiento del tubo de admisión de aire motor	Completo							
	Verificar estado de mangueras de sistema de refrigeración del motor con el respectivo ajuste de las abrazaderas.								
Otros	extintor								
Firma del Conductor									
CHEQUEO DIARIO 1) Revisar niveles de aceite. 2) Revisar niveles de fluidos de componentes. 3) Engrasar (obligatorio) diario o cada nueve (9) horas de trabajo, para trabajos con agua cada cuatro (4) horas minimo. 4) Equipo que trabaje con aire drenar tanques. 5) Los motores se deben encender en aceleración minima por lo menos de tres (3) a cinco (5) minutos. 6) Los motores se deben apagar en modo ralenti o minimo de aceleración de cutro (4) a cinco (5) minutos. 7) Para limpiar o cambiar filtros de aire se debe llamar al supervisor de mantenimiento (esta tarea solo puede llevarse a cabo por personal mecanico de mantenimiento). Nota Importante: La inspección debe realizarla UNICAMENTE el OPERADOR del equipo La siguiente inspección debe llevarse a cabo estrictamente con el motor apagado En caso de necesitar ayuda adicional debe informarle a su SUPERVISOR quien tomara la decisión más segura *En caso de adaptar un accesorio operativo distinto al balde									
PUNTO CRITICO QUE INHABILITA EL EQUIPO PARA OPERAR									
Fuera de Servicio	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Fecha de Corrección	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> A			
OBSERVACIONES									
C: cumple					NC: No Cumple				

Ilustración 53. Inspección preoperacional minicargador

Anexo B. Programa de mantenimiento desactualizado


	INGENIERIA Y SUMINISTROS BROCA LTDA		PLAN DE MANTENIMIENTO MAQUINARIA			
	NIT: 829.002.331-1		250 HORAS	500 HORAS	1000 HORAS	2000 HORAS
OBJETO DE MANTENIMIENTO	ACCION					
NIVEL DE FLUIDOS						
nivel de aceite de motor	revisar	R	R	R	R	R
nivel de refrigerante	revisar	R	R	R	R	R
nivel de aceite de las transmisiones	revisar	R	R	R	R	R
nivel de aceite hidraulico	revisar	R	R	R	R	R
MOTOR						
filtros de aire motor	inspeccion y limpieza	IL	IL	IL	IL	IL
respiradero del carter del motor	inspeccion y limpieza	IL	IL	IL	IL	IL
tension correas	revisar	R	R	R	R	R
agua y sedimentos del tanque de combustible	drenar	D	D	D	D	D
ajuste de valvulas	revisar	R	R	R	R	R
pernos y montaje del multiple de admision y escape	revisar	R	R	R	R	R
radiador	inspeccion y limpieza	IL	IL	IL	IL	IL
compresion del motor (cuando sea necesario)	revisar	R	R	R	R	R
funcionamiento de la bomba de agua	revisar	R	R	R	R	R
aseo general	revisar	R	R	R	R	R
SISTEMA ELECTRICO						
bornes y terminales de la baterias	inspeccion y limpieza	IL	IL	IL	IL	IL
nivel de electrolitos de la batería	revisar	R	R	R	R	R
luces en general	revisar	R	R	R	R	R
cables y conexiones general	revisar	R	R	R	R	R
carga de la batería	comprobar	C	C	C	C	C
sistema electrico general	revisar	R	R	R	R	R
alternador (escobillas, rodamientos, regulador)	revisar			R	R	R
motor de arranque (bujes, rodamientos y escobillas)	revisar			R	R	R
SISTEMA HIDRAULICO						
estado de mangueras y conexiones.	revisar	R	R	R	R	R
fugas de aceite en los cilindros	revisar	R	R	R	R	R
filtro colador del lado de succion	inspeccion y limpieza	IL	IL	IL	IL	IL
fugas, ruidos inusuales en la bomba	revisar	R	R	R	R	R
vastagos de los cilindros	revisar	R	R	R	R	R
funcionamiento de los bloqueos hidraulicos y giro	revisar	R	R	R	R	R
TREN DE RODAJE O NEUMATICOS						
bastidor, protecciones y tensores del tren de rodaje	revisar	R	R	R	R	R
zapatras, pernos flojos o rotos	revisar	R	R	R	R	R
presión de inflado	comprobar	C	C	C	C	C
desgaste anormal, cortes, etc.	comprobar	C	C	C	C	C
elementos del tren de rodaje (ruedas guias, rodillos, zapatas)	revisar	R	R	R	R	R
valvula de desahogo de grasa del mecanismo ajustador	revisar	R	R	R	R	R
fugas de lubricante en ruedas motrices, ruedas guias y rodillos	revisar	R	R	R	R	R
tension de orugas	comprobar	C	C	C	C	C
INPLEMENTOS O HERRAMIENTA DE TRABAJO						
cuchillas, esquineros y pernos flojos o faltantes de hoja de empuje	revisar	R	R	R	R	R
circulo, mesa, cuchillas y cantos de hojas niveladoras	revisar	R	R	R	R	R
pinos, bujes, puntas y segmentos del cucharones	revisar	R	R	R	R	R
hojas de empuje, cucharones y hojas de motoniveladoras	revisar	R	R	R	R	R
TRANSMISIONES, MANDOS FINALES, DIFERENCIALES, TÁNDEM						
respiradero de la caja de la transmision	inspeccion y limpieza	IL	IL	IL	IL	IL
respiraderos de los embragues de direccion	inspeccion y limpieza	IL	IL	IL	IL	IL
ruidos anormales en caja de transmision	revisar	R	R	R	R	R
varillaje de control y palancas de mando	revisar	R	R	R	R	R
estado de crucetas	revisar	R	R	R	R	R
GENERAL						
funcionamiento de indicadores e instrumentos.	revisar	R	R	R	R	R
operación de los frenos de pedal y de estacionamiento	comprobar	C	C	C	C	C
fugas de aire o aceite del compresor (si aplica)	revisar	R	R	R	R	R
vidrios y espejos	revisar	R	R	R	R	R
cinturon de seguridad	revisar	R	R	R	R	R
estado general del equipo	revisar	R	R	R	R	R

Ilustración 55. Plan de mantenimiento antiguo.

Anexo C. Orden de trabajo antigua


	INGENIERIA Y SUMINISTROS BROCA S.A.S		DOCUMENTO			EM - F - 16	
	NIT. 829.002.331-1		ORDEN DE TRABAJO			Versión 5 Pág 1 de 1	
Fecha de Inicio:	Fecha Final:	Prioridad: Alta:	Media:	Baja:			
Rotulacion/Placa:	Marca:	Equipo:					
Horometro/Kilometraje:	Interno:	Externo:	Origen de OT:				
Estado de OT:	Abierta <input type="checkbox"/>	Pendiente <input type="checkbox"/>	Cerrada <input type="checkbox"/>	Cancelada <input type="checkbox"/>			
Tipo de mantenimiento:	PREDICTIVO <input type="checkbox"/>	PREVENTIVO (MP) <input type="checkbox"/>	CORRECTIVO (MC) <input type="checkbox"/>	CORRECTIVO PLANEADO (MCP) <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="checkbox"/>		
DESCRIPCION DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO							
FALLAS ENCONTRADAS							
Id							TIPO DE ACTIVIDAD
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
Id	ACTIVIDAD	REPUESTOS Y REFERENCIAS	EJECUTADO	OK	FIRMA		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
OBSERVACIONES:							
ELABORÓ:				APROBÓ:			
NOMBRE: _____				NOMBRE: _____			
CARGO: _____				CARGO: _____			

Ilustración 56. Orden de trabajo versión anterior.

Anexo D. Bitácora de mantenimiento

INGENIERA Y SUBMETROS BROCA S.A.S.		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CORRECTIVO PARA MAQUINARIA VEHICULOS Y EQUIPOS														EM 06.1 Versión 4				
BROCA		CRONOGRAMA MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA																		
ORDEN	FECHA	TIPO	ACTIVO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	ACTIVO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	ACTIVO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	ACTIVO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	ACTIVO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	ACTIVO	FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN
000001	01/01/2018	001	000001	01/01/2018	01/01/2018	000001	01/01/2018	01/01/2018	000001	01/01/2018	01/01/2018	000001	01/01/2018	01/01/2018	000001	01/01/2018	01/01/2018	000001	01/01/2018	01/01/2018

Ilustración 57. Bitácora de mantenimiento.

Anexo E. Formato Requisición interna.


		INGENIERÍA Y SUMINISTROS BROCA S.A.S.		REQUISICIÓN DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO				CÓDIGO GR-F-09 VERSIÓN 12 PÁG. 1 DE 1		
		Nit. 829.002.331-1								
CONTRATO:		FRETE:		CONSECUTIVO No.		FECHA:				
CLIENTE:		EQUIPO/MAQUINARIA /VEHÍCULO						Marque con una (x) TIPO: C NC		
Id	Item	DESCRIPCIÓN			Und.	Cant. en Núm	Cant. en Letras	Fecha Necesidad	Verificación en Bodega	
		NOMBRE INSUMO/EQUIPO/HERRAMIENTA							Cant.	Estado
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
Tipo: (C) Consumible (NC) No Consumible		Fecha (d/m/a):		Hora (h:m AM/PM):		Vo Bo COMPRAS:				
Observaciones:										
ELABORÓ:				REVISÓ:				APROBÓ:		
NOMBRE		FIRMA		NOMBRE		FIRMA		NOMBRE		FIRMA

Ilustración 58. Formato de requisición interna

Anexo F. Informes semanales

Fecha Informe:	INFORME ESTADO MAQUINARIA							
30/09/2018								
1. Días de parada de maquinaria								
VEHICULO	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	TOTAL MES	% No disponibilidad	COMENTARIOS
MIXER FIORI DB250C	0	0	0	0	0	0	0,0%	
BULLDOZER CAT D6D	0,0	0,000	2	0,0		2	6,7%	
CARGADOR CASE R21C	0	0	1	0		1	3,3%	
DUMPER II SERIE 7007 /03	0	0	0	0		0	0,0%	
DUMPER II SERIE 12116 /04	0,0	0,0	0	0		0	0,0%	
MINICARGADOR CAT 242B	1	0,5	0	0		2	5,0%	
MOTONIVELADORA CAT 12H	0	0	1	0		1	3,3%	
MOTONIVELADORA CAT 12H-3	1	0	0	0		1	3,3%	
MOTONIVELADORA CAT 120H	0	1,5	0	0		2	5,0%	
MOTONIVELADORA CAT 140H	0	0	0	0		0	0,0%	EN REPARACIONES GENERALES
RETRO LLANTA JHON D 3106 A	1	0	0	0		1	3,3%	
RETRO LLANTA CAT MOD 420E #1	0,000	0	0	0,0		0	0,0%	
RETRO CAT MOD 336DL	0	0	0	0		0	0,0%	
RETRO HITACHI EX-100-5	0	0	0	0		0	0,0%	
RETRO HITACHI ZAXIS ZX-200-3	7	7	7	7		28	99,3%	
RETRO VOLVO EC240BLC-1	0	0,5	0	0		1	1,7%	
RETRO VOLVO EC240BLC-2	0	0	0	0,5		1	1,7%	
RETRO VOLVO EC240BLC-3	0,000	0	0	0,000		0	0,0%	
RETRO VOLVO EC240BLC-4	0	0	0	0,5		1	1,7%	
VIBRO CAT CS-533E	0,5	0	0	1		2	5,0%	
VIBRO DYNA PAC CA250B	0	0	0,0	0		0	0,0%	
VIBRO IG RAND SD1000 C	0	0	0	0		0	0,0%	
VIBRO IG RAND SD1000 TF	0	0	0	0		0	0,0%	
	11	10	11	9	0	40	5,8%	
ORDENES EJECUTADAS	5	4	4	3		16		
ORDENES PENDIENTES	0	0	0	0		0		
2. Cambios relevantes ejecutados durante la semana (llantas, aceite, hidraulico, bateria, filtros, cuchillas, dientes, etc)								
MAQUINA	FECHA	REPUESTO	CANTIDAD	REFERENCIA	MARCA	HORAS PROGRAMADAS	HORAS TRABAJADAS	COMENTARIOS
VOLVO 240-4	26/09/2018	FILTRO COMBUSTIBLE	1	P550372	DONALDSON	250	313	
VOLVO 240-4	26/09/2018	FILTRO DE ACEITE	1	P553771	DONALDSON	250	313	
VOLVO 240-4	26/09/2018	FILTRO SEPARADOR	1	P551026	DONALDSON	250	313	NO SE CAMBIO FILTRO DE AIRE NINGUNO DE LOS DOS, PASADA POR FALTA DE DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO
VOLVO 240-4	26/09/2018	ACEITE MOTOR	9 GAL	15W40	GULF	250	313	
VOLVO 240-2	28/09/2018	FILTRO COMBUSTIBLE	1	P550372	DONALDSON	250	261	
VOLVO 240-2	28/09/2018	FILTRO DE ACEITE	1	P553771	DONALDSON	250	261	
VOLVO 240-2	28/09/2018	FILTRO SEPARADOR	1	P551026	DONALDSON	250	261	
VOLVO 240-2	28/09/2018	FILTRO AIRE EXT	1	P557876	DONALDSON	250	261	
VOLVO 240-2	28/09/2018	ACEITE MOTOR	9 GAL	15W40	GULF	250	261	
VIBRO CAT CS533E	27/09/2018	SOLENOIDE ACCELERACION	1	3935650	SYR	CUANDO SEA NECESARIO	NO REGISTRA	
3. Ordenes de trabajo abiertas								
PRIORIDAD	FECHA	OT	TIPO MANTENIMIENTO	ORIGEN OT	MAQUINA	COMENTARIOS		
Meda	11/08/2018	2018-0903	Correctivo Planteado	Inspección mantenimiento	Motoniveladora CAT 12H-3			
ALTA	27/07/2017	2099	CORRECTIVO	SOLICITUD DE SUPERVISOR	RETRO ZAXIS 200-3	DADO CON EL PROBLEMA HASTA AHORA, TÉCNICO GERMÁN TRABAJANDO ACTUALME		
Meda	14/08/2018	2018-0905	CORRECTIVO	SOLICITUD DE SUPERVISOR	RETRO VOLVO EC240BLC-2 S15381			
4. Requisiciones abiertas								
PRIORIDAD	FECHA SOLICITUD	NUM REQ	ITEM	CANTIDAD	MAQUINA	COMENTARIOS		
media	17/09/2018	1809055	cuchilla 701577	2,00	motoniveladora CAT 140h			
media	17/09/2018	1809055	strip ST 8366	5,00	motoniveladora CAT 140h			
media	17/09/2018	1809055	Tapa strip BW 1749	4,00	motoniveladora CAT 140h			

Ilustración 59. Informe semanal presentado a auditor externo.

Anexo G. Cronograma de mantenimiento.

Ya que el cronograma es muy extenso, ver Hoja CRONOG_MTO_MAQ, del documento EM-PR-01.

Anexo H. Evaluación de las necesidades de los equipos

Equipo	Necesidad
Bulldozer D6D	CAMBIAR ZAPATAS TODAS ESTAN DESGASTADAS
	CAMBIAR CORREAS MOTOR SON 2// EJECUTADO
	CASILLA CABINA HOMOLOGADA PRESENTA EN LA SOLDADURA GRIETAS (NO CUMPLE FUNCION DE PROTECCION ANTIVOLCO
	A MEDIANO PLAZO LA HOJA DE LA CUCHILLA SE DEBE CAMBIAR X DESGASTE
	PROGRAMAR PEDIDO DE SEGMENTOS CON SU TORNILLERIA
Cargador Case 821C	PEDIR SELLO TANQUE HIDRAULICO QUE NO SE CAMBIO POR UNO ORIGINAL (PRESENTA LEVE FUGA DE HIDRAULICO)
	Sellos pistones frenos ruedas trasera ///reventados deja pasar aceite hidraulico al aceite del diferencial trasero revosando y mezclando los aceites
	 cambiar aceite hidraulico al sistema con sus filtros //EJECUTADO
	Instalar cuchillas a balde cargador
	instalar compresor de aire acondicionado //arreglar ductos //cambiar motores de ventiladores electricos//cambiar mangueras //recordar que el compresor fue robado en palermo
	pastillas freno de parqueo desgastadas //no funciona freno de parqueo // EJECUTADO
	 cambiar empaquetadura caliper// EJECUTADO
	vidrio panoramico frontal presenta grietas //cambiar// EJECUTADO
	cambiar aceite servotransmision //sintetico//
	instalar de nuevo apagador electrico //tiene uno de guaya adaptado
	cambiar varias mangueras deterioradas
	corregir humedad mangueras del ventilador hidraulico del motor // motor hidraulico // EJECUTADO
	aplicar refrigerante
	cambiar aceite diferenciales // EJECUTADO
	revisar estado ajuste de cruzetas // EJECUTADO
	instalar espejos retrovisores laterales // EJECUTADO
	cambiar sellos frenos de las 4 ruedas (este trabajo requiere parada con tiempo para desarmar y pedir exactamente lo que se necesita
	cambiar aceite motor
	reparar o cambiar sistema de chapas puertas// EJECUTADO
	el equipo requiere pintura general
	Tapizar asiento operador
	cambiar cruzeta cardan trasero //EJECUTADO
	revisar estado de aceite de topes de rueda cambiar si es necesario
	cambiar medidor de nivel de aceite de la servotransmision (no es el de la maquina)
	instalar vidrio panoramico ventana derecha// EJECUTADO
	arreglar compuerta lado derecho se afecto por abertura de improviso//EJECUTADO
	reforzar balde con platinas ya presenta desgaste considerable//EJECUTADO
Corregir fuga de agua x poro de radiador // EJECUTADO	
Dumper I	COMPRESOR del aire acondicionado frenado (EJECUTADO)
	cambiar bujes de ajuste cilindro direccion
	instalar indicadore de temperatura /presion de aceite motor
	CAMBIAR BUJES BARRA DE ESQUALIZACION DIFERECIAL TRASERA MUY POSIBLE RECONTRUIR MEDIDAS
	Pendiente cambiar filtro hidraulico // ya se cambio aceite hidraulico//
	pedir filtro secador urgente (EJECUTADO)
	instalar correa de aire acondicionado (no tiene en el momento) (EJECUTADO)
	ya esta de cambio aceite motor (programar) (EJECUTADO)
	realizar mantenimiento a sistema de frenos caliper ,pastillas, sellos etc
	cambiar pastillas freno de parqueo
	cambiar caucho amortiguador trasero izquierdo
	cambiar caucho barra esqualizacion trasera
	Cambiar valvulina diferenciales- mandos finales- convertidor mirar nivel y estado
Dumper II	cambiar valvulina diferencial trasero tiene agua (EJECUTADO)
	cambiar bujes de ajuste cilindro direccion
	cambiar estria hembra de cardan trasero (desgastada) (EJECUTADO)
	valvula freno de ahogo motor no funciona(no puede trabajar en pendientes)
	revisar presion de carga compresor de aire
	revisar sistema de frenos general (pastillas, sellos caliper, estado de los caliper, discos etc)
	instalar otro filtro de combustible (con la base original el equipo falla)
	cambiar caucho viga lado izquierdo (se debe hacer en taller trabajo desarme complejo)
	cambiar aceite hidraulico o enviar muestra laboratorio
	cambiar aceite servo transmision o enviar muestra a laboratorio
	cambiar filtro aire acondicionado
	revisar estado de correas si es necesario cambiar
	revisar valvulina mandos finales o reductores ruedas (EJECUTADO)
cambiar todas mangueras sistema de refrigeracion motor	
aplicar mas gas al sistema de aire acondicionado(1 tarro) (EJECUTADO)	
revisar estado y nivel de aceite servotransmision (tomar muestra)	
diafragma de bombona de freno malo cambiar (EJECUTADO)	
caucho del chasis que amortigua el volco se le callo desgastado	
SERVICIO TÉCNICO ((FALLAS EN EL SISTEMA DE INIECCION) (EJECUTADO)	
Hitachi EX100-5	cambiar bujes y pasadores de balde y la H
	Cambiar esquineras
	Cambiar mangueras del sistema de refrigeracion motor todas
	pintada general del equipo
	corregir fuga hidraulica por tapa banco valvulas lado izquierdo
	en el proximo cambio de empaquetadura revisar estado de cromo cilindros hidraulicos
	aplicar refrigerante(pedir)
cambiar mangueras del sistema de refrigeracion motor (originales)	
el equipo requiere de pintada general	

MOTONIVELADORA CAT 12 H	ajustar tren delantero (cambiar bujes y pasadores) //EJECUTADO
	aire acondicionado dejo de enfriar revisar (técnico de aire acondicionado)//EJECUTADO
	corregir fuga aceite hidraulico por bloque de válvulas lado derecho
	pedir dos llantas nuevas
	programar parada equipo para corregir perdida de presión aceite motor//EJECUTADO
	corregir desgaste en riel deslizando de cuchilla
	pedir cuchillas
	pedir esquinas
	pedir sobre esquinera
	cambiar barra tensora de quijadas que sujetan la cuchilla
	corregir escape de olin por turbo //EJECUTADO
	corregir fuga aceite hidraulico por controles de movimientos
	cambiar correa motor presenta deterioro//EJECUTADO
	revisar valvulina de las ruedas delanteras estado y nivel
	cambiar mangueras del sistema de refrigeracion motor con sus abrazaderas
	Cambiar streep de teflon de tornames ajustar
	los frenos de servicio estan bastante largos (cambiar sellos y discos) // EJECUTADO
movimiento de articulacion se siente lento (perdida de presion)	
Cambiar filtros de aire acondicionado	
MOTO CAT 12H-3	REVISAR ESTADO VALVULINA RUEDAS DELANTERAS
	REVISAR ESTADO DE LA CORREA MOTOR
	REVISAR ESTADO DEL REFRIGERANTE - ADICIONAR SI ES NECESARIO
	CAMBIAR FILTRO HIDRAULICO
MOTONIVELADORA CAT 120 H	cambiar bujes y pasadores del tren delanteros estado critico // EJECUTADO
	programar cambio aceite servotransmision //EJECUTADO
	cambiar empaquetadura cilindro tumba ruedas //EJECUTADO
	cambiar empaquetadura cilindro direccion lado izquierdo Y derecho //EJECUTADO
	llantas delanteras totalmente lisas // EJECUTADO
	cambiar mangueras del sistema de refrigeracion motor -adicionar refrigerante/EJECUTADO
	ajustar bola principal quitar chinos o reconstruir
	PROGRAMAR CAMBIO ACEITE MOTOR //EJECUTADO
	Reconstruir -soldar mordazas que sujetan strip de ajuste giro de la tornamesa
	cambiar rotulas de base cilindro direccion //EJECUTADO
	RECONSTRUIR RANURAS OESTRIAS DE AJUSTE INCLINACION DE LA CUCHILLA
	PROGRAMAR CAMBIO DE ACEITE TANDEM
	PROGRAMAR CAMBIO DE REFRIGERANTE A PENAS SE CAMBIE MANGUERAS DE REFRIGERACION M
	RECONSTRUIR QUIJADAS Y RIELES QUE SOSTIENEN LA CUCHILLA
	PROGRAMAR CAMBIO DE CORREAS MOTOR //REVICION BOMBA DE AGUA
	corregir leve fuga hidraulica de controles de mandos (movimientos)
	CAMBIAR FILTRO HIDRAULICO // EJECUTADO
REVISAR VALVULINA DE LOS CACHOS O RODAMIENTOS RUEDAS DELANTERAS	
MOTONIVELADORA CAT 140 H	cambio de llantas traseras (4)
	revisar turbo alimentador
	cambiar acumulador y filtro de sistema aire acondicionado
	corregir baja presion de aire en un tanque de aire
	cambiar panoramico frontal presenta fisura // EJECUTADO
	cambiar bujes y pasadores de los cachos ruedas delanteras URGENTE desajuste considerable // EJECUTADO
	revisar estado de aceite tander // EJECUTADO
	apenas se arregle el sistema de aire acondicionado cambiar filtros
	cambiar filtro hidraulico tomar muestra de aceite hidraulico y aceite motor
	aplicar refrigerante cat del economico
	cambiar eje auxiliar escarificador
	vertedera presenta desgaste ya se ha realizado parches con soldadura // EJECUTADO
	esta de cambio aceite motor (tomar muestra para laboratorio)
	IMPORTANTE : recordar que ese equipo rompe corona del circulo frecuentemente
	pasador o eje escalificador presenta dobles sintoma que se a partir
	tomar muestra aceite hidraulico enviar laboratorio
	Cambiar aceite tander // EJECUTADO
cambiar filtros hidraulicos se ha adicionado aceite hidraulico por reventada de mangueras	
Vibro IR SD100D-C	EXTRAER TORNILLOS PARTIDOS DE BASE QUE SUJETA EXOSTO
	CAMBIAR 2 CAUCHOS QUE SE ESTAN EMPEZANDO A REVENTAR
Vibro IR SD100D-TF	FUGA DE VALVULINA POR REDUCTOR DE MARCHA Y CONTRA MARCHA
	IR PIDIENDO CAUCHOS AMORTIGUADOR YA ESTAN PRESENTANDO GRIETAS

Ilustración 60. Evaluación de necesidades de maquinaria.

Sección	TBZ-695	TBZ-791	TBZ-792	TBZ-793	TBZ-794	TBZ-796	TBZ-907	TAQ-219
Colombinas	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado
Barra en V	Regular	Regular	regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Barra estabilizadora trasera	bujes malos							
Terminales barra corta dirección	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado
Terminales Barra larga dirección	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Mal estado
Empaquetadura botella dirección	Mal estado	Mal estado	URGENTE	Regular	Mal estado	Mal estado	Mal estado	Requiere con urgencia
Aire acondicionado	REVISAR Y REPARAR	REVISAR Y REPARAR	REVISAR Y REPARAR	REVISAR Y REPARAR	REVISAR Y REPARAR	REVISAR Y REPARAR	REVISAR Y REPARAR	REVISAR Y REPARAR
Latonería y pintura	Bomper golpeado	Bomper golpeado	Bomper golpeado	Bomper golpeado	Bomper golpeado	Bomper golpeado	Bomper golpeado	REVISAR Y REPARAR
Carpa	Mal estado							
Panorámico	fisurado	fisurado	fisurado	fisurado	fisurado		fisurado	fisurado
Caja		Revisar	Mono en mal estado		bajo metido		Recien reparada	
Pasadores de volco					desgastados			
Pasadores de compuerta					desgastados			
Retrovisores	regular estado	mal estado	Mal estado	Mal estado	mal estado	mal estado	regular estado	
Cojinería	mal estado -escape de aire		La silla no baja		mal estado	mal estado	mal estado	mal estado
Inyección		revisar						revisar
Bujes muelles del	Mal estado		Mal estado			Mal estado		
Bujes Muelles tras		Bujes balancin malos						
Fan clutch	Mal funcionamiento	Mal funcionamiento						
Acordeones		Mal estado	Derechos mal estado				Mal estado	
Visera	Partida	Partida	Partida			partida		
Retrovisores		Partidos		Mal estado				
Rines							llanta repuesto	
Amortiguadores			Mal estado					

Ilustración 61. Necesidades de volquetas.

Anexo I. Inventario de maquinaria y equipos actualizado.


		INGENIERÍA Y SUMINISTROS BROCA S.A.S.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CORRECTIVO PARA MAQUINARIA, VEHÍCULOS Y EQUIPOS	EM - PR -01 Versión 4
		NIT: 829.002.331-1		
LISTADO DE MAQUINARIA				
ID	PLACA	NOMBRE DE LA NORMA DE REPARTO	CONDUCTOR / UBICACIÓN	MODELO
1	SOF-337	CABEZOTE MACO SOF-337	LOTE BOSTON	2006
2	SOF-464	CABEZOTE MACO SOF-464	LOTE BOSTON	2006
3	XWC-856	CAMION CHEVROLET XWC-856	PARQUEADERO BOSTON	2008
4	XWD-383	CAMION CHEVROLET XWD-383	PARQUEADERO BOSTON	2010
5	BXK-341	CAMIONETA NISSAN BXK-341	DYG ASOCIADOS	2011
6	EJK-617	CAMIONETA NISSAN EJK-617	MECANICOS- RAUL GOMEZ	2009
7	EJK-619	CAMIONETA NISSAN EJK-619	ALQUILADA NORBERTO AMADO	2009
8	MBS-853	CAMIONETA NISSAN MBS-853	CANTAGALLO - WILCHES	2012
9	MBT-119	CAMIONETA NISSAN MBT-119	TOPOGRAFO LEONARDO	2012
10	BXN-202	CAMIONETA MAZDA BXN-202	NELSON TORRES	2012
11	BXN-207	CAMIONETA MAZDA BXN-207	TOPOGRAFO DANIEL	2012
11	MBU-526	CAMIONETA NISSAN MBU-526	TECNODIESEL REPARACION	2012
12	TAW-219	CARROTANQUE COMB FOTON TAW-219	JAVIER MENESES	2012
13	ZOG-197	CARROTANQUE FORD ZOG-197	CANTAGALLO - WILCHES	2004
14	TAP-938	CARROTANQUE FREIGHTLIN TAP-938	ALQUILER GRUPO DEL LLANO	2012
15	SSY-707	VOLQUETA INTER SSY-707	EL CENTRO VIAS OXY	2012
17	XMD-073	VOLQUETA INTER XMD-073	DANIEL RAMIREZ	2009
18	TAQ-219	VOLQUETA VOLVO TAQ-219	JHON MORA	2011
19	TBZ-695	VOLQUETA VOLVO TBZ-695	JOSE PORRAS	2011
20	TBZ-790	VOLQUETA VOLVO TBZ-790	QUEMADA	2011
21	TBZ-791	VOLQUETA VOLVO TBZ-791	EL CENTRO VIAS OXY	2011
22	TBZ-792	VOLQUETA VOLVO TBZ-792	LOTE BOSTON - REPARACION	2011
23	TBZ-793	VOLQUETA VOLVO TBZ-793	GERMAN MONSALVE	2011
24	TBZ-794	VOLQUETA VOLVO TBZ-794	REPARACION	2011
25	TBZ-796	VOLQUETA VOLVO TBZ-796	ALFREDO AGUAS	2011
26	TBZ-797	VOLQUETA VOLVO TBZ-797	OSCAR RUDA- FERNADO GORDILLO	2011
27	TBZ-907	VOLQUETA VOLVO TBZ-907	MIGUEL LUNA	2011
28		CAMABAJA TRES TROQUES R-69294	PARQUEADERO BOSTON	2012
29		CAMABAJA DOS TROQUES R-56590	PARQUEADERO BOSTON	2009
30		CAMABAJA TRES TROQUES R-80356	PARQUEADERO BOSTON	2012
31	BDC-01	BULLDOZER CAT D6D	PUTANA	2012
32	DMV-01	DUMPER I SERIE 70007 /03	PUTANA FERROCOL	2003
33	DMV-02	DUMPER II SERIE 12116 /04	PUTANA FERROCOL	2004
34	MCC-01	MINICARGADOR CAT 242B	LOTE BOSTON	2006
35	MXF-02	MIXER FIORI DB250C	PARQUEADERO BOSTON	2010
36	MNC-01	MOTONIVELADORA CAT 120H	CANTAGALLO - WILCHES	2008
37	MNC-03	MOTONIVELADORA CAT 12H	LOTE BOSTON	2006
38	MNC-04	MOTONIVELADORA CAT 12H-3	CANTAGALLO - WILCHES	2006
39	MNC-02	MOTONIVELADORA CAT 140H	VIAS OXY	2004
40	ROC-03	RETRO CAT MOD 336DL	PUTANA	2012
41	ROH-04	RETRO HITACHI EX-100-5	PARQUEADERO BOSTON	1997
42	ROH-05	RETRO HITACHI ZAXIS ZX-200-3	PARQUEADERO BOSTON	2006
43	RLC-04	RETRO LLANTA CAT MOD 420E # 1	CANTAGALLO - WILCHES	2012
44	RLJ-01	RETRO LLANTA JHON DEERE 310G	CASABE VIAS	2005
45	ROV-01	RETRO VOLVO EC240BLC-1 S40082	TECNIANSA	2011
46	ROV-02	RETRO VOLVO EC240BLC-2 S15381	HMV	2011
47	ROV-03	RETRO VOLVO EC240BLC-3 S40066	LOTE BOSTON	2011
48	ROV-04	RETRO VOLVO EC240BLC-4 S40068	LOTE BOSTON	2011
49	VBC-01	VIBRO CAT CS-533E	CANTAGALLO - WILCHES	2006
50	VBD-02	VIBRO DYNAPAC CA250D	CASABE VIAS	2012
51	VBI-02	VIBRO IG RAND SD100D C	HMV	
52	VBI-01	VIBRO IG RAND SD100D TF	PARQUEADERO BOSTON	2005
53	CGC-01	CARGADOR CASE 821C	PARQUEADERO BOSTON	
54	PLE-04	PLANTA ESTADIO AL 4000 VERDE	HMV	
55		MOTOR DEL COMPRESOR CARROTALLER	PARQUEADERO BOSTON	
56		RANA COMPACTADORA	PARQUEADERO BOSTON	
57		MEZCLADORA	PARQUEADERO BOSTON	
58		CANGURO	PARQUEADERO BOSTON	
59		PLANTA ELECTRICA	PARQUEADERO BOSTON	
60		MOTOBOMBA	PARQUEADERO BOSTON	
61	R16344	TANQUE ROMARCO TRES TROQUES R16344	CABEZOTE MACK SOF-464	1992
62	TAQ-266	BUSETA VOLKSWAGEN TAQ-266	PARQUEADERO BOSTON	2012

Ilustración 62. Formato de listado de maquinaria, vehículos y equipos actualizado

Anexo J. Programa de control de llantas

Tabla 43. Listado de llantas recortado. (Se recorta debido a la extensión del documento, resumiendo los demás elementos a sólo la volqueta TBZ-794)

TIPO	EQUIPO	MARCA	REFEREN CIA	FECHA CAMBIO	POSICI ON	KM CAMBIO	KM ACTUAL	KM RECORRID O	ESTAD O	LABRA DO
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO LAKE	315 /80R 22,5	17/05/201 8	2	163.700	178.810	15110	ACTIVA	14MM
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO LAKE	315 /80R 22,5	17/05/201 8	1	163.700	178.810	15110	ACTIVA	14MM
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	315 /80R 22,5	26/10/201 8	1	177.937	178.810	873		
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	315 /80R 22,5	26/10/201 8	2	177.937	178.810	873		
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	12R 22,5	4/05/2018	3	161.750	178.810	17060	ACTIVA	19MM
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	12R 22,5	4/05/2018	4	161.750	178.810	17060	ACTIVA	19MM
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	12R 22,5	4/05/2018	5	161.750	178.810	17060	ACTIVA	21MM
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	12R 22,5	4/05/2018	6	161.750	178.810	17060	ACTIVA	21MM
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	12R 22,5	13/08/201 8	7	170.379	178.810	8431	ACTIVA	23
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	12R 22,5	13/08/201 8	8	170.379	178.810	8431	ACTIVA	23
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	12R 22,5	13/08/201 8	9	170.379	178.810	8431	ACTIVA	23
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO GITI	12R 22,5	13/08/201 8	10	170.379	178.810	8431	ACTIVA	23
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO PIRELLI	12R 22,5	30/01/201 8	7	143.486	178.810	30976	RETIRA DA	8MM
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO PIRELLI	12R 22,5	30/01/201 8	8	143.486	178.810	30976	RETIRA DA	9MM
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO PIRELLI	12R 22,5	30/01/201 8	9	143.486	178.810	30976	RETIRA DA	11MM
VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO PIRELLI	12R 22,5	30/01/201 8	10	143.486	178.810	30976	RETIRA DA	8MM

VOLQU ETA	VOLQUETA TBZ-794	VOLVO IN	MICHEL 12R 22,5	-	11	178.810	#¡REF!	ACTIVA	8MM
--------------	---------------------	-------------	--------------------	---	----	---------	--------	--------	-----

ESTADO	(Todas)	ESTADO	(Todas)	Suma de KM AC	KM RECOR
Etiquetas de fila		Etiquetas de fila			
VOLQUETA		VOLQUETA		2340152,1	367586,7
VOLQUETA INTER SSY-707		VOLQUETA VOLVO TBZ-793		2340152,1	367586,7
VOLQUETA VOLVO TBZ-695		1		360023,4	39358,7
VOLQUETA VOLVO TBZ-796		2		360023,4	39358,7
VOLQUETA VOLVO TBZ-907		3		180011,7	18500,7
VOLQUETA VOLVO TBZ-794		4		180011,7	18500,7
VOLQUETA VOLVO TBZ-793		5		180011,7	14749,7
VOLQUETA INTER XMD-073		6		180011,7	14749,7
VOLQUETA VOLVO TAQ-219		7		180011,7	13132,7
VOLQUETA VOLVO TBZ-791		8		180011,7	13132,7
VOLQUETA VOLVO TBZ-792		9		180011,7	8045,7
CABEZOTE		10		180011,7	8045,7
CAMIONETA			REP	180011,7	180011,7
RETROCARGADOR		Total general		2340152,1	367586,7
BUSETA					
BUSETA VOLKSWAGEN TAQ-266					
CAMION					
CAMION CHEVROLET XWC-856					
CAMION CHEVROLET XWD-383					
Total general					

EQUIPO
RETRO LLANTA JHON DEERE 310G
VOLQUETA INTER SSY-707
VOLQUETA INTER XMD-073
VOLQUETA VOLVO TAQ-219
VOLQUETA VOLVO TBZ-695
VOLQUETA VOLVO TBZ-791
VOLQUETA VOLVO TBZ-792
VOLQUETA VOLVO TBZ-793
VOLQUETA VOLVO TBZ-794

Ilustración 63. Informe generado por el documento de Excel para el control de llantas. (Resumido para la volqueta TBZ-793).

Anexo K. Listado de stock realizado

PRODUCTO	STOCK MÍNIMO
TRABA ROSCA FUERZA ALTA # 271 LOCTITE X 6 ML	6,0
LIMPIADOR ELECTRONICO QUALITOR X 400ML	3,0
LUBRICANTE PENETRANTE 5-56 CRC X 400 CC	3,0
CINTA NEGRA 18X20 MT 3M	6,0
AMARRE PLASTICO 14 CM	100,0
AMARRE PLASTICO 20 CM	100,0
AMARRE PLASTICO 30 CM	100,0
AMARRE PLASTICO 36 CM	100,0
AMARRE PLASTICO 55 CM	100,0
PEGANTE INSTANTANEO SUPER BONDER	2,0
BOXER PEGACAUCHO 375 ML	1,0
SOLDADURA 7018 X 1/8	5,0
SOLDADURA 6010 X 1/8	3,0
SOLDADURA 6011 DE 1/8	5,0
MASILLA EPOXICA RALLY X 100 GR	2,0
SINTESOLDA 10 MIN X 14 G	2,0
SINTESOLDA 24 H 31G	2,0
ELIMINADOR DE EMPAQUE LOCTITE 515 X 50 ML	2,0
DISCOS DE DESVASTE DE 1/4 X 7"	6,0
DISCOS DE DESVASTE DE 1/4 X 4 1/2 "	3,0
DISCOS DE CORTE 1/16 X 7"	6,0
DISCOS DE CORTE 1/16 X 4 1/2"	3,0
GRATA PARA PULIDORA ENTORCHADA 4 1/2	2,0
GRATÁ PARA PULIDORA ENTORCHADA DE 7"	2,0
ARRANCADOR PARA MOTOR MARCA WURT	3,0
VIDRIO TRANSPARENTE PARA CARETA DE SOLDAR	6,0
VIDRIO OSCURO PARA CARETA DE SOLDAR #10	6,0
VIDRIO OSCURO PARA CARETA DE SOLDAR #11	6,0
TIZA INDUSTRIAL (PARA SOLDADOR)	6,0
PIEDRA PARA CHISPERO EQUIPO OXICORTE	6,0
FUSIBLES MINI 5-10-15-20-30 AMPERIOS	10,0
FUSIBLES NORMAL 5-10-15-20-30 AMPERIOS	10,0
OXIGENO	2,0
GRASERA DE 1/8 NPT # 10 RECTA	24,0
GRASERA DE 1/8 NPT # 14 A 90°	24,0
GRASERA DE 1/8 NPT # 12 A 45 °	24,0
GRASERA DE 1/4 RECTA # 11 UNF	24,0
SILICONA ULTRAGREY DE 50 ML	12,0
SILICONA ROJA (NORMAL) DE 50 ML	3,0
TEFLON INDUSTRIAL 1/2	3,0
TEFLON INDUSTRIAL 3/4 X 15 MT	3,0
REFRIGERANTE X GAL	10,0
LIQUIDO DE FREÑOS	5,0
HOJAS DE SEGUETA	5,0
GRASA LIQUIDA	3,0
ACEITE DE MOTOR 15W40	165,0

ACEITE HIDRAULICO ISO 68	165,0
VALVULINA 80W90	110,0
VALVULINA 85W140	110,0
GRASA MULTIPROPOSITO	360,0
BUJE DELANTERO MUELLE VOLVO	6,0
PROTECTOR DE POLOS DE BATERIAS	2,0
AEROSOL DE COBRE PARA FREÑOS	2,0
ANTIDESLIZANTE DE CORREAS	4,0
FITA ISOLANTE LIQUIDA	2,0
CUCHILLA 5D9559	2,0
CUCHILLA 7D1577 15 HUECOS 3/4	2,0
CAMPANA DE VOLQUETA	2,0
CUCHILLA 5D9558 13 HUECOS 5/8	2,0
CUCHILLA CENTRAL BULLDOCER	1,0
DIENTE ETE 2030	5,0
DIENTE 6N4302	5,0
DIENTE 1U3352RC	5,0
DIENTE 7T3402	5,0
BASE PARA DIENTE 6I6404	0,0
CALZAS 6Y 5230	10,0
BASE CAT 1333203	0,0
BASE ESCARIFICADOR 1293T	0,0
BASE ESCARIFICADOR 9F5124	8,0
DIENTE FC350RC	5,0
DIENTE FC400RC - 7T3402	5,0
ESQUINERA 8E5529	4,0
ESQUINERA 8F5531 - 9W1784HD	4,0
SOBRE ESQUINERAS 9W1767	4,0
SOBRE ESQUINERAS 232-70-52198 HD KOMATSU	0,0
MUELLE DELANTERO VOLVO	1,0
HOJA SEGUNDA DE MUELLE DELANTERO	1,0
HOJA PRINCIPAL DELANTERA VOLVO	1,0
HOJA PRINCIPAL TRASERA VOLVO	1,0
BOMBILLO H4 - P43T X 55W 12 VOLT	10,0
BOMBILLO H4 - P43T X 70W 24 VOLT	10,0
BOMBILLO P45T X 70W 24 VOLT	10,0
BOMBILLO H3 - PK 225 X 12 VOLT	10,0
BOMBILLO H3 - PK 225 X 24 VOLT	10,0
BOMBILLO H1 P14,5S X 12VOLT	10,0
BOMBILLO W5W	5,0
BOMBILLO T2W X24 VOLT	5,0
BOMBILLO T2W X 12 VOLT	5,0
BOMBILLO S25 - P21 X 12 VOLT UN CONTACTO	10,0
BOMBILLO S25 - P21 X 12 VOLT DOS CONTACTO	10,0
BOMBILLO S25 - P21 X 24 VOLT	10,0
BOMBILLO R10W 12 VOLT	5,0
BOMBILLO H7 24 VOLT	5,0
BOMBILLO H7 12 VOLT	5,0
RIN 22,5 PARA VOLQUETA	2,0

Ilustración 64. Stock mínimo de almacén.