



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN LA GERENCIA DE TRANSPORTE DE EP PETROECUADOR GUAJALÓ MEDIANTE EL SOFTWARE MAXIMO.

---

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

**Autor**

Ocampo Lara Franklin Ovidio

**Tutor**

Mgtr. Romero Morales Estalin Jose

AMBATO - ECUADOR

2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Ocampo Lara Franklin Ovidio, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN LA GERENCIA DE TRANSPORTE DE EP PETROECUADOR GUAJALÓ MEDIANTE EL SOFTWARE MAXIMO”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 08 días del mes de agosto de 2025, firmo conforme:

Autor: Ocampo Lara Franklin Ovidio

Firma: .....

Número de Cédula: 0202345807

Dirección: Bolívar, Guaranda, Guanujo, Jesús del Gran Poder.

Correo Electrónico: focampo2@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0962034325

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN LA GERENCIA DE TRANSPORTE DE EP PETROECUADOR GUAJALÓ MEDIANTE EL SOFTWARE MAXIMO” presentado por Ocampo Lara Franklin Ovidio, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

## **CERTIFICO**

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 08 de agosto del 2025

.....  
Mgtr. Romero Morales Estalin Jose

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 08 de agosto del 2025

.....  
Ocampo Lara Franklin Ovidio  
0202345807

## **APROBACIÓN DE LECTORES**

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN LA GERENCIA DE TRANSPORTE DE EP PETROECUADOR GUAJALÓ MEDIANTE EL SOFTWARE MAXIMO”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 03 de Septiembre de 2025

.....

PhD. Chicaiza Claudio Fernando Alfonso

**LECTOR**

.....

Mgtr. Ruales Martínez María Belén

**LECTORA**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza en los momentos de incertidumbre y por nunca soltar mi mano en este camino lleno de retos.

A mis hermanas, quienes siempre han estado presentes con palabras de aliento y gestos de cariño que han fortalecido mi espíritu.

De manera muy especial, a mi hermana Yolanda, por su incansable apoyo moral y económico, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por ser ese sostén firme que me impulsó a seguir adelante.

A mi querido padre, que desde el cielo ha sido mi fuerza silenciosa. Su recuerdo ha sido un motor poderoso que me ha enseñado a no rendirme jamás y a seguir luchando por mis sueños con determinación y valentía.

Finalmente, con todo mi corazón, dedico este logro a mi madre. Mujer incansable, fuerte y amorosa, que ha cumplido con el rol de madre y padre con una entrega absoluta. Su presencia constante, su apoyo inquebrantable y su amor infinito han sido el faro que me ha guiado en cada paso de mi vida. Este logro es tan mío como suyo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco al personal de la Superintendencia de Mantenimiento de Línea y Derecho de Vía de Petroecuador, en especial al Ing. Juan Carlos Ipiales quien fue guía en partes específicas del proyecto y el Ing. David Herrera quien me ayudo en la mayor parte del proyecto como mi tutor empresarial, facilitándome con información, gestionando permisos y comprometiéndose con la investigación y desarrollo de este proyecto.

Al personal docente de la Universidad Indoamérica quienes han sido una guía para nuestra formación y cuyas enseñanzas impartidas se ven reflejadas en partes específicas de este proyecto.

A mi tutor el Mgtr. Estalin Romero por los consejos y sugerencias para desarrollar de la mejor manera este proyecto.

Finalmente, a la Universidad Indoamérica en general por que, gracias a sus instalaciones, sus herramientas tecnológicas, sus maestros y las modalidades que ofrece para ayudar a los estudiantes está formando profesionales de calidad y útiles para la sociedad.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA .....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xx
RESUMEN EJECUTIVO .....	xxi
ABSTRACT .....	xxii

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

Introducción.....	1
Antecedentes.....	4
Justificación .....	6
Objetivo general .....	8
Objetivos Específicos .....	8

### CAPÍTULO II

#### INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa .....	9
Presentación de la Empresa .....	10

Introducción .....	11
Estructura Organizacional.....	12
Infraestructura.....	13
Servicios ofrecidos.....	14
Actividad económica .....	14
Ubicación .....	15
Relevancia en el sector .....	15
El Problema.....	16
Cursograma de proceso de la situación actual en la Jefatura de Mantenimiento de maquinaria pesada. ....	17
Resumen de tiempos aproximados .....	18
Diagrama de flujo del proceso actual de mantenimiento en la Jefatura de Mantenimiento de maquinaria pesada.....	19
Listado de maquinaria .....	20
Fichas de caracterización de maquinaria .....	21
Indicadores de mantenimiento.....	22
MTBF (Tiempo medio entre fallos): .....	22
MTTR (Tiempo medio de reparación):.....	23
Disponibilidad (Porcentaje operado por la maquina): .....	23
Camiones .....	27
Tractocamiones.....	31
Volquetas .....	34
Camiones con Grúa.....	37
Excavadoras .....	40
Resumen de indicadores de mantenimiento.....	44
Análisis FODA .....	46

Área de estudio .....	47
Modelo operativo.....	47
Desarrollo del Modelo Operativo .....	48
Definición y estructura de los planes de mantenimiento .....	48
Guía de implementación de planes en IBM MAXIMO.....	48
Recomendaciones para futura implementación (capacitaciones, responsables, recursos necesarios) .....	48
MARCO TEÓRICO .....	49
Mantenimiento industrial.....	49
Tipos de mantenimiento.....	50
Mantenimiento correctivo .....	51
Mantenimiento preventivo .....	51
Mantenimiento predictivo .....	51
Tareas de mantenimiento .....	51
IBM MAXIMO.....	53

### CAPÍTULO III

#### PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta.....	55
Análisis de criticidad de maquinaria.....	55
Seguridad.....	56
Medio Ambiente.....	56
Frecuencia de falla/mantenimiento .....	57
Costo de falla/mantenimiento.....	57
Tiempo de parada .....	57
Relevancia estratégica.....	58
Criticidad.....	58

Desarrollo de la propuesta .....	60
I.    Introducción.....	60
II.   Objetivos de la propuesta .....	60
III.  Estructura técnica del plan de mantenimiento .....	61
ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO .....	61
Excavadoras .....	62
Camiones plataforma con grúa.....	64
CHEVROLET FVZ 2630 EIII .....	64
CAMIÓN PLATAFORMA CON GRÚA KENWORTH T370 .....	67
Tractocamiones y volquetas HINO serie 700 .....	69
Camiones HINO serie 500 .....	71
Camión MACK GU813 .....	73
IV.  Guía para implementación técnica y operativa en el sistema IBM MAXIMO ..	76
PROCEDIMIENTO PARA LA INTEGRACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA EN MÁXIMO.....	78
V.    Recomendaciones para implementación .....	81
Capacitación necesaria .....	81
Recursos necesarios.....	82
Simulación del mantenimiento de la maquinaria en un periodo de 6 meses.....	83
RESULTADOS ESPERADOS .....	86
Cursograma analítico de proceso una vez implementados los planes de mantenimiento mediante el software IBM MAXIMO en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador. .....	86
Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento una vez implementada la propuesta.	89
Indicadores de mantenimiento.....	90
Excavadoras .....	92
Camiones plataforma con grúa .....	93

Volquetas .....	94
Tractocamiones .....	95
Camiones .....	96
Costos.....	98
Comparación con siniestros .....	98
Comparación sin siniestros.....	99
MTTR (tiempo medio de reparación) .....	100
Comparación con siniestros .....	100
Comparación sin siniestros.....	101
Disponibilidad.....	102
Comparación con siniestros .....	102
Comparación sin siniestros.....	103
Cronograma de Actividades .....	104
Análisis de costos .....	105
Cronograma valorado .....	106
Análisis costo-tiempo (curva S) .....	107

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	108
Recomendaciones .....	109
Bibliografía.....	111
Anexos.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Presentación de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador Guajaló. ....	10
<b>Tabla 2.</b> Cursograma del proceso actual del mantenimiento en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.....	17
<b>Tabla 3.</b> Resumen de tiempos del cursograma analítico de proceso de mantenimiento en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.....	18
<b>Tabla 4.</b> Lista de Maquinaria Pesada administrada por la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador. ....	20
<b>Tabla 5.</b> Ficha 001, Camión HINO GH1JMUA.....	21
<b>Tabla 6.</b> Fallas y mantenimientos realizados en el transcurso de los últimos 6 meses..	24
<b>Tabla 7.</b> Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en camiones. ....	27
<b>Tabla 8.</b> Indicadores de Mantenimiento de camiones. ....	28
<b>Tabla 9.</b> Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en tractocamiones. ....	31
<b>Tabla 10.</b> Indicadores de Mantenimiento de tractocamiones. ....	31
<b>Tabla 11.</b> Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en volquetas.....	34
<b>Tabla 12.</b> Indicadores de Mantenimiento de volquetas. ....	35
<b>Tabla 13.</b> Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en camiones grúa. ....	37
<b>Tabla 14.</b> Indicadores de Mantenimiento de camiones grúa. ....	38
<b>Tabla 15.</b> Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en camiones grúa. ....	40
<b>Tabla 16.</b> Indicadores de Mantenimiento de excavadoras.....	41
<b>Tabla 17.</b> Resumen de indicadores de mantenimiento teniendo en cuenta maquinaria siniestrada. ....	44
<b>Tabla 18.</b> Resumen de indicadores de mantenimiento sin tener en cuenta maquinaria siniestrada. ....	44
<b>Tabla 19.</b> Análisis FODA de la implementación de planes de mantenimiento mediante el software IBM MAXIMO en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.....	46
<b>Tabla 20.</b> Área de estudio. ....	47

<b>Tabla 21.</b> Criterio de seguridad. ....	56
<b>Tabla 22.</b> Consideración de medio ambiente.....	56
<b>Tabla 23.</b> Frecuencia de fallas. ....	57
<b>Tabla 24.</b> Costo de reparar falla o dar mantenimiento.....	57
<b>Tabla 25.</b> Tiempo de parada. ....	57
<b>Tabla 26.</b> Relevancia en el proceso u operación.....	58
<b>Tabla 27.</b> Nivel de criticidad. ....	58
<b>Tabla 28.</b> Criticidad de la maquinaria de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador. ....	59
<b>Tabla 29.</b> Orden de implementación de planes de mantenimiento y fuentes de obtención de datos. ....	61
<b>Tabla 30.</b> Estructura de los planes de mantenimiento de Excavadoras. ....	63
<b>Tabla 31.</b> Fragmento de tabla del plan de mantenimiento de las excavadoras.....	64
<b>Tabla 32.</b> Estructura de los planes de mantenimiento de Camión grúa Chevrolet FVZ EIII.....	65
<b>Tabla 33.</b> Fragmento de plan de mantenimiento del camión grúa CHEVROLET.....	66
<b>Tabla 34.</b> Fragmento de los planes de mantenimiento de Camión grúa Kenworth T370. .....	67
<b>Tabla 35.</b> Fragmento de plan de mantenimiento del camión grúa Kenworth T370. ....	68
<b>Tabla 36.</b> Estructura de los planes de mantenimiento de tractocamiones y volquetas HINO 700. ....	70
<b>Tabla 37.</b> Fragmento de plan de mantenimiento de camiones y tractocamiones HINO serie 700.....	70
<b>Tabla 38.</b> Estructura de los planes de mantenimiento de camiones HINO 500. ....	72
<b>Tabla 39.</b> Fragmento de plan de mantenimiento de camiones HINO serie 500.....	73
<b>Tabla 40.</b> Estructura de los planes de mantenimiento de camiones Mack GU813.....	74
<b>Tabla 41.</b> Fragmento de plan de mantenimiento de los camiones Mack GU813.....	75
<b>Tabla 42.</b> Ejemplo de la estructura de la plantilla para cargar planes de mantenimiento u ordenes de trabajo en IBM MAXIMO. ....	79
<b>Tabla 43.</b> Capacitación necesaria para ejecutar la implementación de planes de mantenimiento en MAXIMO. ....	81

<b>Tabla 44.</b> Recursos necesarios para la implementación de planes de MANTENIMIENTO en IBM MAXIMO.....	82
<b>Tabla 45.</b> Simulación y cronograma de mantenimientos a realizarse en los próximos 6 meses una vez implementado los planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.....	83
<b>Tabla 46.</b> Cursograma analítico del proceso de mantenimiento propuesta, es decir una vez implementados los planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.....	87
<b>Tabla 47.</b> Comparación de tiempos de cursograma anterior vs tiempo de cursograma de la propuesta.....	88
<b>Tabla 48.</b> Indicadores de mantenimiento de excavadoras aplicada la propuesta. ....	92
<b>Tabla 49.</b> Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a excavadoras.....	92
<b>Tabla 50.</b> Indicadores de mantenimiento de camiones plataforma con grúa aplicada la propuesta.....	93
<b>Tabla 51.</b> Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a camiones grúa. ....	94
<b>Tabla 52.</b> Indicadores de mantenimiento de volquetas aplicada la propuesta.....	94
<b>Tabla 53.</b> Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a volquetas. ....	95
<b>Tabla 54.</b> Indicadores de mantenimiento de tractocamiones aplicada la propuesta. ....	95
<b>Tabla 55.</b> Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a tractocamiones. ....	96
<b>Tabla 56.</b> Indicadores de mantenimiento de camiones aplicada la propuesta.....	96
<b>Tabla 57.</b> Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a camiones.....	97
<b>Tabla 58.</b> Comparación de costos incluyendo maquinaria accidentada. ....	98
<b>Tabla 59.</b> Comparación de costos excluyendo maquinaria accidentada. ....	99
<b>Tabla 60.</b> Comparación de MTTR de la maquinaria antes y después de la propuesta considerando maquinaria accidentada. ....	100
<b>Tabla 61.</b> Comparación de MTTR de la maquinaria antes y después de la propuesta sin considerar maquinaria accidentada.....	101
<b>Tabla 62.</b> Comparación de disponibilidad de la maquinaria antes y después de la propuesta considerando la maquinaria accidentada.....	102

<b>Tabla 63.</b> Comparación de disponibilidad de la maquinaria antes y después de la propuesta sin considerar la maquinaria accidentada.....	103
<b>Tabla 64.</b> Cronograma de actividades para la implementación de la propuesta.....	104
<b>Tabla 65.</b> Análisis de costo detallado para la implementación de la propuesta. ....	105
<b>Tabla 66.</b> Cronograma valorado de los costos de implementación de la propuesta. ...	106

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Instalaciones de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador Guajaló. ....	9
<b>Gráfico 2:</b> Mapa del recorrido del SOTE (Sistema de Oleoducto Transecuatoriano)...	11
<b>Gráfico 3:</b> Estructura Organizacional de EP Petroecuador. ....	12
<b>Gráfico 4:</b> Organización interna de la Jefatura de Mantenimiento en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.....	13
<b>Gráfico 5:</b> Área de la Jefatura de Mantenimiento de Maquinaria Pesada en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador. ....	14
<b>Gráfico 6:</b> Instalaciones de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador en Guajaló. ....	15
<b>Gráfico 7:</b> Flujograma del proceso actual del mantenimiento en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.....	19
<b>Gráfico 8:</b> Costo de mantenimiento por mes.....	28
<b>Gráfico 9:</b> MTBF de los camiones por mes.....	29
<b>Gráfico 10:</b> MTTR de camiones por mes. ....	30
<b>Gráfico 11:</b> Disponibilidad de camiones por mes. ....	30
<b>Gráfico 12:</b> Costo de Mantenimiento de tractocamiones por mes. ....	32
<b>Gráfico 13:</b> MTBF de tractocamiones por mes. ....	32
<b>Gráfico 14:</b> MTTR de tractocamiones por mes.....	33
<b>Gráfico 15:</b> Disponibilidad de tractocamiones por mes. ....	34
<b>Gráfico 16:</b> Costo del mantenimiento de las volquetas por meses. ....	35
<b>Gráfico 17:</b> MTBF de volquetas por mes. ....	36
<b>Gráfico 18:</b> MTTR de volquetas por mes.....	36
<b>Gráfico 19:</b> Disponibilidad de volquetas por mes. ....	37
<b>Gráfico 20:</b> Costo de mantenimiento por mes de los camones grúa. ....	38
<b>Gráfico 21:</b> MTBF de los camiones grúa por mes. ....	39
<b>Gráfico 22:</b> MTTR de los camiones grúa por mes. ....	39
<b>Gráfico 23:</b> Disponibilidad de los camiones grúa por mes.....	40
<b>Gráfico 24:</b> Costo de mantenimiento de excavadoras por mes. ....	42
<b>Gráfico 25:</b> MTBF de las excavadoras por mes. ....	42
<b>Gráfico 26:</b> MTTR de excavadoras por mes. ....	43
<b>Gráfico 27:</b> Disponibilidad de las excavadoras en los 6 meses de diagnóstico.....	43

<b>Gráfico 28:</b> Modelo operativo. ....	47
<b>Gráfico 29.</b> Tipos de mantenimiento. ....	50
<b>Gráfico 30.</b> Tareas de mantenimiento.....	52
<b>Gráfico 31:</b> Portadas de los manuales de propietario de excavadoras.....	62
<b>Gráfico 32:</b> Portada manual del propietario camión plataforma con grúa Chevrolet FVZ 2630 EIII.....	65
<b>Gráfico 33:</b> Portada manual del propietario camión plataforma con grúa Kenworth T370.....	67
<b>Gráfico 34:</b> Portada del manual del propietario HINO serie 700.....	69
<b>Gráfico 35:</b> Portada del manual del propietario HINO serie 500.....	72
<b>Gráfico 36:</b> Portada del manual del propietario del camión Mack GU813.....	74
<b>Gráfico 37:</b> Flujograma de integración de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO. ....	77
<b>Gráfico 38:</b> Creación de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO. ....	78
<b>Gráfico 39:</b> Asignación de recursos para mantenimientos u ordenes de trabajo en IBM MAXIMO. ....	80
<b>Gráfico 40:</b> Flujograma de mantenimiento preventivo de la propuesta y una vez implementados planes de mantenimiento en IBM MAXIMO. ....	89
<b>Gráfico 41:</b> Comparación de costos antes y después de la propuesta incluyendo maquinaria accidentada. ....	98
<b>Gráfico 42.</b> Comparación de costos antes y después de la propuesta excluyendo maquinaria accidentada. ....	99
<b>Gráfico 43:</b> Comparación de MTTR antes y después de la propuesta considerando maquinaria accidentada. ....	100
<b>Gráfico 44:</b> Comparación de MTTR antes y después de la propuesta sin considerar la maquinaria accidentada. ....	101
<b>Gráfico 45:</b> Comparación de disponibilidad de la maquinaria antes y después de la propuesta considerando la maquinaria accidentada.....	102
<b>Gráfico 46:</b> Comparación de disponibilidad de la maquinaria antes y después de la propuesta sin considerar la maquinaria accidentada.....	103
<b>Gráfico 47:</b> Análisis costo - tiempo (curva S).....	107

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b> MTBF teniendo en cuenta el tiempo total de operación de la maquinaria.	22
<b>Ecuación 2:</b> MTBF teniendo en cuenta las horas de reparación ocupadas en un periodo de un mes.	22
<b>Ecuación 3:</b> Calculo del MTTR.	23
<b>Ecuación 4:</b> Disponibilidad teniendo en cuenta el total de horas producidas por mes.	23
<b>Ecuación 5:</b> Disponibilidad utilizando el MTBF Y MTTR.	23
<b>Ecuación 6:</b> Eficiencia en el tiempo de ciclo.	88

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Ficha 002, Camión MACK GU813E. ....	114
<b>Anexo 2:</b> Ficha 003, Camión MACK GU813E. ....	114
<b>Anexo 3:</b> Ficha 004, Camión MACK GU813E. ....	115
<b>Anexo 4:</b> Ficha 005, Camión HINO GH8JMSA. ....	115
<b>Anexo 5:</b> Ficha 006, Camión HINO GH8JMSA. ....	116
<b>Anexo 6:</b> Ficha 007, Camión HINO GH8JMSA. ....	116
<b>Anexo 7:</b> Ficha 008, Tractocamión HINO 700. ....	117
<b>Anexo 8:</b> Ficha 009, Tractocamión HINO 700. ....	117
<b>Anexo 9:</b> Ficha 010, Volqueta HINO FS1ELSD-MAX. ....	118
<b>Anexo 10:</b> Ficha 011, Volqueta HINO FS1ELSD-MAX. ....	118
<b>Anexo 11:</b> Ficha 012, Camión plataforma con grúa CHEVROLET FVZ 2630 EIII. .	119
<b>Anexo 12:</b> Ficha 013, Camión plataforma con grúa KENWORTH T370. ....	119
<b>Anexo 13:</b> Ficha 014, Excavadora CATERPILLAR 320DL. ....	120
<b>Anexo 14:</b> Ficha 015, Excavadora CATERPILLAR 320DL. ....	120
<b>Anexo 15:</b> Ficha 016, Excavadora CATERPILLAR 325L. ....	121
<b>Anexo 16:</b> Ficha 017, Excavadora CATERPILLAR 320D2L. ....	121
<b>Anexo 17:</b> Ficha 018, Excavadora CATERPILLAR 320D2L. ....	122
<b>Anexo 18:</b> Ficha 019, Excavadora CATERPILLAR 320D2L. ....	122
<b>Anexo 19:</b> Certificado de conformidad de EP Petroecuador. ....	123

**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN LA GERENCIA DE TRANSPORTE DE EP PETROECUADOR GUAJALÓ MEDIANTE EL SOFTWARE MAXIMO.**

**Autor:** Ocampo Lara Franklin Ovidio

**Tutor:** Mgtr. Romero Morales Estalin Jose

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto aborda la propuesta de implementación de planes de mantenimiento de maquinaria pesada en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador Guajaló mediante software de gestión de mantenimiento, en nuestro caso IBM MAXIMO. Se estableció como objetivo principal diseñar una propuesta para la implementación de estos planes de mantenimiento mediante software de gestión de mantenimiento para mejorar el proceso de mantenimiento actual. La metodología utilizada involucro la recopilación y análisis de datos sobre la gestión y proceso de mantenimiento que se realiza en la maquinaria pesada. Se realizo un diagnóstico de la situación actual del proceso de mantenimiento y la gestión del mantenimiento para lo cual se recurrió a cursogramas, diagramas de flujo del proceso de mantenimiento y el cálculo de indicadores de mantenimiento para lo cual elaboro un listado de la maquinaria pesada después se procedió a calcular los indicadores de mantenimiento como costos, tiempo medio de reparación (MTTR) y disponibilidad de la maquinaria. Se presento una propuesta que es básicamente una guía para implementar planes de mantenimiento de maquinaria mediate MAXIMO desde la creación del activo en la empresa hasta la asignación de recursos para estos mantenimientos. Se recomendó y se elaboró un cronograma de actividades para la implementación que incluye las capacitaciones y recursos necesarios y los encargados de cada función. Finalmente se realizó una proyección del mantenimiento para 6 meses una vez implementada la propuesta y los resultados que se esperan son un ahorro de unos \$ 200.000,00 en este periodo, un tiempo promedio de reparación de fallas de 2 horas por falla o mantenimiento y una disponibilidad del 99 % de la maquinaria en condiciones perfectas. Se concluyo que la implementación es viable por que se poseen los recursos como licencias del software, el equipo para la correcta gestión y el personal para que lo pueda ejecutar además de esto se realizaron recomendaciones en cuanto al estudio y la implementación de este tipo de sistemas que Petroecuador debería tomar en cuenta para mejorar su gestión del mantenimiento y que a la larga es una mejora en cuanto a calidad.

**Descriptor:** Costos, gestión, mantenimiento, maquinaria.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**Industrial Engineering**

**AUTHOR:** OCAMPO LARA FRANKLIN OVIDIO

**TUTOR:** MG. ROMERO MORALES ESTALIN JOSE

**ABSTRACT**

**PROPOSAL FOR THE IMPLEMENTATION OF MAINTENANCE PLANS FOR HEAVY MACHINERY IN THE TRANSPORTATION MANAGEMENT OF EP PETROECUADOR GUAJALÓ USING MAXIMO SOFTWARE**

This research focuses on the implementation of heavy machinery maintenance plans at the Transportation Department of EP Petroecuador Guajaló, utilizing maintenance management software, specifically IBM MAXIMO. The main objective was to design a proposal for the implementation of these maintenance plans using maintenance management software to improve the current maintenance process. The applied methodology involved the collection and analysis of data on the management and maintenance process performed on heavy machinery. A diagnosis was made of the current situation of the maintenance process and maintenance management, for which flowcharts, flow diagrams of the maintenance process, and the calculation of maintenance indicators were used, for which a list of heavy machinery was prepared. Then, the maintenance indicators, such as costs, mean time to repair (MTTR), and machinery availability, were calculated. A proposal was presented as basically a guide for implementing machinery maintenance plans through MAXIMO, from the creation of the assets in the company to the allocation of resources for this maintenance. A schedule of activities for implementation was recommended and developed, including the necessary training and resources, as well as those responsible for each role. Finally, a maintenance projection was made for six months after the proposal was implemented, and the expected results are savings of approximately \$200,000.00 over this period, an average repair time of two hours per failure or maintenance, and

**KEYWORDS:**

Costs, management, maintenance, machinery



99% availability of the machinery in perfect condition. It was concluded that implementation is viable because the resources are available, such as software licenses, the equipment for proper management, and the personnel to execute it. In addition, recommendations were made regarding the study and implementation of this type of system, which Petroecuador should consider to improve its maintenance management, which ultimately results in improved quality.

**KEYWORDS:**

Costs, management, maintenance, machinery



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Introducción

En la actualidad, la gestión eficaz del mantenimiento representa un reto clave a nivel internacional, nacional y regional. A nivel global, el aumento en la necesidad de eficiencia operativa y la presión para disminuir costos han llevado a las empresas a perfeccionar sus procesos de mantenimiento. No obstante, la adopción de estrategias efectivas se ve obstaculizada por importantes barreras, tales como la diversidad tecnológica y las diferencias en los estándares de mantenimiento entre diferentes regiones (Zegarra Reynoso & Mendoza Candiotti, 2024).

En el ámbito de la industria petrolera a nivel mundial, es crucial llevar a cabo una gestión eficiente del mantenimiento de los activos para asegurar tanto la continuidad en las operaciones como la competitividad dentro del sector energético. La implementación de sistemas informáticos para la gestión del mantenimiento (CMMS) se ha establecido como un estándar que permite optimizar procesos, disminuir costos y aumentar la productividad de los recursos. Estos sistemas facultan a las empresas para supervisar, en tiempo real, el estado de sus equipos, programar mantenimientos preventivos y correctivos, así como gestionar eficazmente los recursos humanos y materiales necesarios (Oil & Gas Asset Management - Maximo Application Suite | IBM, 2024).

La digitalización en el sector petrolero ha propiciado la incorporación de tecnologías avanzadas, incluyendo inteligencia artificial y análisis de datos, en los procesos de mantenimiento.

Estas innovaciones permiten una administración más anticipada y predictiva de los activos, lo que facilita la identificación temprana de posibles fallos y la adopción de medidas correctivas antes que se produzcan interrupciones operativas. Diversas empresas han desarrollado plataformas que organizan datos, planifican tareas y utilizan inteligencia artificial para alertar sobre fallos, logrando predecir errores con un 80% de precisión y demostrando la eficiencia de estas tecnologías en diversos sectores (Calleja, 2025).

Además, investigaciones han revelado que la adopción de mantenimiento predictivo impulsado por inteligencia artificial puede mejorar los intervalos de mantenimiento en un 38% frente a las técnicas preventivas convencionales. Esto resulta en una mayor fiabilidad de los equipos y una considerable disminución en los costos operativos (López, 2022). Estas iniciativas reflejan cómo la digitalización y la adopción de tecnologías emergentes están redefiniendo la gestión de activos en la industria petrolera, alineándose con las demandas actuales de eficiencia y sostenibilidad.

En Ecuador, EP Petroecuador se establece como la principal entidad estatal responsable de la administración integral del sector petrolero. Fundada en 1989, esta empresa ha asumido funciones esenciales que abarcan desde la exploración y producción hasta la refinación, transporte, almacenamiento y comercialización de hidrocarburos, convirtiéndose en un componente crucial para la economía del país (EP Petroecuador | Finanzas y Ejecutivos Clave, 2025). En 2021, con la fusión de Petroamazonas, EP Petroecuador reforzó su estructura operativa, lo que le permitió mejorar la eficiencia en la cadena de valor del petróleo y sus derivados. Esta integración ha promovido una mejor optimización de recursos y ha favorecido la adopción de estrategias más sostenibles dentro del sector energético nacional. (Naranjo, 2021).

En su esfuerzo por optimizar la productividad y la eficiencia operativa, EP Petroecuador ha implementado metodologías avanzadas para el mantenimiento de sus instalaciones. Un claro ejemplo de esto es la utilización del Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF) en los terminales marítimos de Balao y Esmeraldas. Esta metodología ha facilitado la identificación y priorización de equipos críticos, así como el desarrollo de planes de mantenimiento preventivo. Además, se han establecido indicadores clave de rendimiento como el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) y el Tiempo Medio de Reparación (MTTR). Estas iniciativas han tenido un impacto considerable en la

disminución de fallas operativas y en el aumento de la confiabilidad de los activos, alineándose con las mejores prácticas internacionales dentro del sector petrolero. (Guevara, 2021).

La implementación de IBM MAXIMO en EP Petroecuador ha permitido estandarizar procesos de mantenimiento en diversas áreas operativas, incluyendo refinerías, poliductos y terminales de despacho de combustible. Este sistema ha optimizado la identificación y supervisión de equipos e instalaciones, así como la organización y sistematización del uso de la fuerza laboral. También ha mejorado la gestión del suministro de repuestos y materiales. Asimismo, ha aumentado la seguridad operativa al implementar planes de trabajo y mantenimientos preventivos documentados, programándolos automáticamente. (León, 2014).

A pesar de los avances conseguidos, la completa integración y uso del sistema IBM MAXIMO en todas las áreas de EP Petroecuador se enfrenta a varios retos. La incorporación de nuevas tecnologías no solo implica inversiones en infraestructura y software, sino que también requiere un cambio cultural y organizacional que fomente la formación del personal y la adaptación a nuevos procesos y metodologías laborales. La resistencia al cambio, junto con una capacitación insuficiente, puede restringir el aprovechamiento total de las herramientas tecnológicas implementadas, lo que podría impactar negativamente en la eficiencia operativa y en la competitividad de la empresa dentro del mercado regional (León, 2014).

En el contexto particular de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador, es fundamental llevar a cabo una gestión eficaz del mantenimiento de la maquinaria para asegurar tanto la continuidad como la seguridad en la distribución nacional de hidrocarburos. La falta de implementación de planes de mantenimiento dentro del software IBM MAXIMO ha resultado en una administración ineficaz en este sector, lo que ha impactado negativamente la operatividad y ha incrementado los gastos relacionados con el mantenimiento. Como consecuencia, se observa un aumento en la frecuencia de mantenimientos correctivos, así como periodos no programados de inactividad y una reducción en la disponibilidad de la infraestructura dedicada al transporte (Guevara, 2021).

La integración deficiente de los planes de mantenimiento en el sistema IBM MAXIMO dentro de la Gerencia de Transporte puede ser atribuida a múltiples factores. Entre ellos se encuentran la falta de una cultura orientada al mantenimiento proactivo, la insuficiencia en la formación del personal para utilizar el sistema eficazmente, y la resistencia al cambio hacia procesos más digitalizados. Estas carencias obstaculizan la habilidad de la empresa para llevar a cabo estrategias de mantenimiento predictivo, detectar fallas potenciales de manera oportuna y mejorar la planificación tanto de recursos como de actividades relacionadas con el mantenimiento (González & Molina, 2021).

Para enfrentar estos retos, es esencial que la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador complete el ingreso de datos sobre equipos y maquinaria en el sistema IBM MAXIMO. Además, se deben establecer programas de capacitación dirigidos al personal encargado del mantenimiento. Fomentar una cultura de mantenimiento proactivo y aprovechar al máximo las herramientas tecnológicas disponibles contribuirá a aumentar la eficiencia operativa, disminuir costos y asegurar tanto la seguridad como la confiabilidad en la distribución de hidrocarburos en el país (Guzmán, 2024).

La Gerencia de Transportes de EP Petroecuador se encarga de gestionar una parte significativa de la maquinaria pesada de la empresa, lo que hace crucial asegurar su operación continua. Para alcanzar este propósito, es fundamental establecer un plan de mantenimiento que sea organizado y eficaz, asegurando así tanto la disponibilidad como el adecuado estado de los equipos (Guerrero, 2020). En este contexto, resulta esencial aprovechar al máximo las funcionalidades del sistema IBM MAXIMO, el cual permite una gestión integral tanto de los planes de mantenimiento como de los activos, repuestos, herramientas e insumos necesarios para su ejecución, contribuyendo así a una mayor eficiencia operativa y sostenibilidad (Valdez & Leonidas, 2020).

### **Antecedentes**

La EP Petroecuador, oficialmente denominada Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador, es una entidad estatal establecida en 1989. Su función principal es la exploración y extracción de recursos hidrocarburíferos tanto en el territorio ecuatoriano como en territorio marítimo (EP Petroecuador, 2024).

La Gerencia de Transporte de EP Petroecuador fue establecida en 2013 mediante el Decreto Ejecutivo No. 1351-A (Decreto Ejecutivo 1351-A, 2012). Su propósito es gestionar tanto el transporte como el almacenamiento de hidrocarburos, abarcando el crudo y sus derivados del SOTE (Sistema de Oleoducto Transecuatoriano), desde el punto de fiscalización en Lago Agrio hasta el terminal marítimo de Balao, ubicado en la provincia de Esmeraldas. Las principales responsabilidades de la Gerencia de Transporte incluyen la planificación, dirección y control, así como la definición de los procesos relacionados con el transporte y almacenamiento, asegurando así la entrega oportuna del crudo para su exportación y refinación (Decreto Ejecutivo 1351-A, 2012).

La Empresa Pública Petroecuador es responsable de gran parte de la cadena de valor del petróleo en el Ecuador, abarcando desde la exploración hasta la distribución de derivados. Dentro de este proceso, la administración del mantenimiento es fundamental para asegurar la continuidad operativa, la seguridad industrial y la preservación del medio ambiente. Petroamazonas implementa un enfoque combinado de mantenimiento que incluye mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo. Este enfoque tiene como finalidad minimizar las fallas, maximizar la disponibilidad de los activos y adherirse a los estándares internacionales en cuanto a confiabilidad y seguridad operacional (EP Petroecuador, 2022).

Durante los últimos años, la empresa ha buscado fortalecer su gestión del mantenimiento mediante la implementación de herramientas como SAP PM (Plant Maintenance), lo que ha permitido sistematizar las órdenes de trabajo, registrar fallas, controlar repuestos y mejorar la trazabilidad de las actividades. A pesar de estos avances, aún se identifican desafíos en cuanto a la planificación adecuada, tiempos de respuesta, gestión de recursos y alineación de las prácticas de mantenimiento con indicadores clave de desempeño (Contraloría General del Estado, 2021).

La Gerencia de Transportes, ubicada en el sector de Guajaló (Quito), tiene bajo su responsabilidad el mantenimiento de activos estratégicos como estaciones de bombeo, tanques de almacenamiento, sistemas de automatización y principalmente el Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE). Actualmente, uno de los principales retos identificados en esta gerencia es la falta de una planificación integral del mantenimiento basada en criticidad, lo que ha derivado en una alta dependencia del mantenimiento

correctivo. Esto genera sobrecostos operativos, tiempos de inactividad no programados y presión sobre el personal técnico (EP PETROECUADOR, 2022).

Además, se ha detectado una insuficiente gestión de inventarios de repuestos, lo que ocasiona demoras en la ejecución de tareas correctivas y preventivas. El sistema actual no siempre refleja la disponibilidad real de materiales, y existen debilidades en la coordinación entre la Jefatura de Mantenimiento, el área de Planificación y la Unidad de Compras Públicas. Esto afecta negativamente la ejecución de planes anuales de mantenimiento y la respuesta ante emergencias técnicas (Gerencia de Transporte - EP Petroecuador, 2024).

Otro aspecto importante a tener en cuenta respecto al mantenimiento que se realiza específicamente en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador es la falta del aprovechamiento de recursos, ya que según León, 2014 que menciona en su publicación la adquisición del software IBM MAXIMO, la cual no se está utilizando para realizar el mantenimiento de los equipos y maquinaria, a pesar de que se sabe que es una potente y muy completa herramienta para la Gestión de Mantenimiento además, que ofrece otras herramientas muy útiles de apoyo como la gestión de activos e inventarios mismos que podrían mejorar notablemente dicha gestión.

Si bien todos los activos necesitan un mejoramiento en la planeación del mantenimiento, cabe recalcar que es indispensable un mayor enfoque en la maquinaria pesada de esta Gerencia, ya que debido al papel que ésta desempeña en la empresa, es de vital importancia mantenerla siempre operativa y a disposición para cuando las circunstancias la requieran (Secretaria General de Comunicación de la Presidencia, 2019).

### **Justificación**

La adecuada administración del mantenimiento de la maquinaria pesada en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador es **importante** para asegurar una operación eficiente y minimizar los costos asociados a mantenimientos correctivos. La falta de un plan de mantenimiento implementado en el software IBM MAXIMO ha provocado fallos imprevistos, prolongados períodos de inactividad y un uso ineficaz de los recursos disponibles. Este análisis es esencial, ya que permitirá desarrollar un marco sistemático para la planificación y realización del mantenimiento preventivo, garantizando así una

operatividad continua y disminuyendo el riesgo de fallos críticos. Asimismo, facilitará una toma de decisiones más informada basada en datos concretos, lo que fortalecerá la fiabilidad de los equipos empleados en el transporte de hidrocarburos.

La integración de planes de mantenimiento en el software IBM MAXIMO tendrá **impacto** en la eficiencia operativa, la seguridad y la sostenibilidad de los equipos pesados empleados por la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador. Desde el punto de vista operativo, se espera una disminución en los períodos de inactividad y una mejora significativa en la administración de recursos. Desde el punto de vista financiero, se reducirán los costos correctivos, optimizando el presupuesto destinado a mantenimiento. Adicionalmente, este estudio contribuirá a la seguridad de los trabajadores al minimizar riesgos de fallas catastróficas, y también tendrá un impacto positivo en la sostenibilidad ambiental, al prevenir incidentes como derrames o fallas mecánicas que puedan generar contaminación.

Esta integración será de gran **utilidad** para EP Petroecuador, estableciendo al software IBM MAXIMO como una herramienta esencial en la gestión del mantenimiento. Los datos recopilados se utilizarán para desarrollar estrategias más eficaces en la planificación de intervenciones, lo cual contribuirá a mejorar tanto la disponibilidad como la durabilidad de los equipos. Asimismo, permitirá establecer procesos estandarizados, garantizando que el mantenimiento se ejecute de forma oportuna y fundamentada en criterios técnicos. Como resultado, se mejorará la eficiencia general de las operaciones de transporte de hidrocarburos, contribuyendo a una gestión más profesional y orientada a la mejora continua.

Los operadores y técnicos de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador serán los principales **beneficiarios** de este estudio, ya que tendrán acceso a un sistema más eficaz para gestionar el mantenimiento. Además, la alta dirección de la empresa se beneficiará al poder tomar decisiones estratégicas basadas en datos confiables, lo que permitirá una mejor optimización de recursos y una reducción en los costos operativos. Igualmente, la implementación de planes de mantenimiento bien diseñados generará beneficios tanto para la comunidad como para el medio ambiente, al reducir los riesgos asociados con fallas y accidentes que podrían causar contaminación o poner en peligro la seguridad de las personas cercanas a las operaciones de transporte.

Este proyecto es **factible** gracias a la existencia de datos históricos sobre el rendimiento de la maquinaria en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador, así como al acceso al software IBM MAXIMO para llevar a cabo el análisis de datos. Adicionalmente, la compañía dispone del personal técnico calificado para evaluar la situación actual y corroborar las estrategias sugeridas. La puesta en marcha de los planes de mantenimiento no implica una inversión considerable en infraestructura, sino que se enfoca en optimizar el uso de los recursos existentes. Por lo tanto, esta propuesta es viable desde un punto de vista tanto técnico como económico, garantizando un efecto positivo en la gestión del mantenimiento y en la eficiencia operativa de la empresa.

### **Objetivo general**

Diseñar propuesta para la implementación de planes de mantenimiento de maquinaria pesada en la gerencia de transporte de EP Petroecuador mediante el software IBM MAXIMO.

### **Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el estado actual de la elaboración y ejecución de planes de mantenimiento de maquinaria pesada en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador, mediante identificación de características de maquinaria, historial de fallos y mantenimientos realizados en los últimos 6 meses.
- Determinar la maquinaria pesada prioritaria a intervenir mediante la aplicación de un análisis de criticidad técnico y estructurado, con el fin de identificar el mecanismo más eficiente para el diseño y priorización de planes de mantenimiento que se pretende implementar.
- Estructurar una propuesta técnica de integración de planes de mantenimiento en el sistema IBM MAXIMO, mediante la definición de rutinas, frecuencias, recursos necesarios y responsables, para guiar su posterior implementación.
- Evaluar la efectividad de la propuesta, mediante el análisis de proyecciones de indicadores de mantenimiento y costos operativos, para optimizar la gestión del mantenimiento.

## CAPÍTULO II

### INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### **Diagnóstico de la situación actual de la empresa**

La evaluación del estado actual de la gestión de mantenimiento de maquinaria pesada en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador, situada en el sector Guajaló de Quito, se llevó a cabo utilizando métodos como la observación directa, el análisis documental y la valoración de las prácticas de mantenimiento. El objetivo fue comprender la situación real del mantenimiento para identificar oportunidades de mejora en los planes que se implementarán. En el gráfico 1 se muestran las instalaciones del taller de mantenimiento correspondiente a esta gerencia.




**Gráfico 1:** Instalaciones de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador Guajaló.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025)

## Presentación de la Empresa

**Tabla 1.** Presentación de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador Guajaló.

Elemento	Descripción
<b>Logotipo</b>	
<b>Nombre de la Empresa</b>	Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador – EP Petroecuador
<b>Unidad Administrativa</b>	Gerencia de Transportes
<b>Superintendencia</b>	Mantenimiento de Línea y Derecho de Vía
<b>Subunidad Técnica</b>	Jefatura de Mantenimiento de Maquinaria Pesada
<b>Dirección Principal</b>	Av. 6 de diciembre N34-233 y Av. Eloy Alfaro, Quito – Ecuador
<b>Dirección Base Logística</b>	Gerencia de Transporte, Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Condor Ñan junto a CONFITECA, sector Guajaló, Quito - Ecuador
<b>Teléfono</b>	(593) 2-299-9700
<b>Sitio Web</b>	www.eppetroecuador.ec
<b>Actividad Económica</b>	Exploración, producción, refinación, transporte, almacenamiento y comercialización de hidrocarburos y sus derivados.
<b>Actividad de la Unidad Técnica</b>	Mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de maquinaria pesada utilizada en el transporte de hidrocarburos, materiales e insumos estratégicos.
<b>Misión</b>	Garantizar el mantenimiento y operatividad de la maquinaria pesada destinada al transporte de hidrocarburos, asegurando eficiencia, seguridad y sostenibilidad.
<b>Visión</b>	Ser un referente nacional en mantenimiento de maquinaria pesada por su confiabilidad, innovación, eficiencia y compromiso ambiental.
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar la disponibilidad operativa de la maquinaria pesada.</li> <li>- Ejecutar planes de mantenimiento preventivo y correctivo.</li> <li>- Optimizar la gestión de repuestos.</li> <li>- Reducir tiempos de inactividad.</li> <li>- Cumplir estándares técnicos y ambientales.</li> </ul>
<b>Valores Corporativos</b>	Compromiso – Responsabilidad – Transparencia – Innovación – Seguridad – Sostenibilidad – Trabajo en equipo

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025)

La tabla 1 muestra información de presentación de la empresa básica y relevante para el público, la misma se puede encontrar en páginas gubernamentales, así como en la página oficial de EP Petroecuador.

## Introducción

EP Petroecuador fue creada en 1989 y es la encargada de la exploración y explotación de los yacimientos de hidrocarburos en Ecuador y su territorio marítimo (EP Petroecuador, 2024).

La Gerencia de Transporte de EP Petroecuador fue establecida en 2013 mediante el Decreto Ejecutivo No. 1351-A (Decreto Ejecutivo 1351-A, 2012). Su propósito es administrar tanto el transporte como el almacenamiento de hidrocarburos, abarcando petróleo crudo y sus derivados a través del SOTE (Sistema de Oleoducto Transecuatoriano). Esta gestión abarca desde el punto de control en Lago Agrio hasta el terminal marítimo de Balao, localizado en la provincia de Esmeraldas. Las funciones esenciales de la Gerencia de Transporte comprenden la planificación, dirección y supervisión, así como la definición de los procesos relacionados con el transporte y almacenamiento, garantizando así una entrega puntual del crudo destinado a la exportación y refinación. (Decreto Ejecutivo 1351-A, 2012).



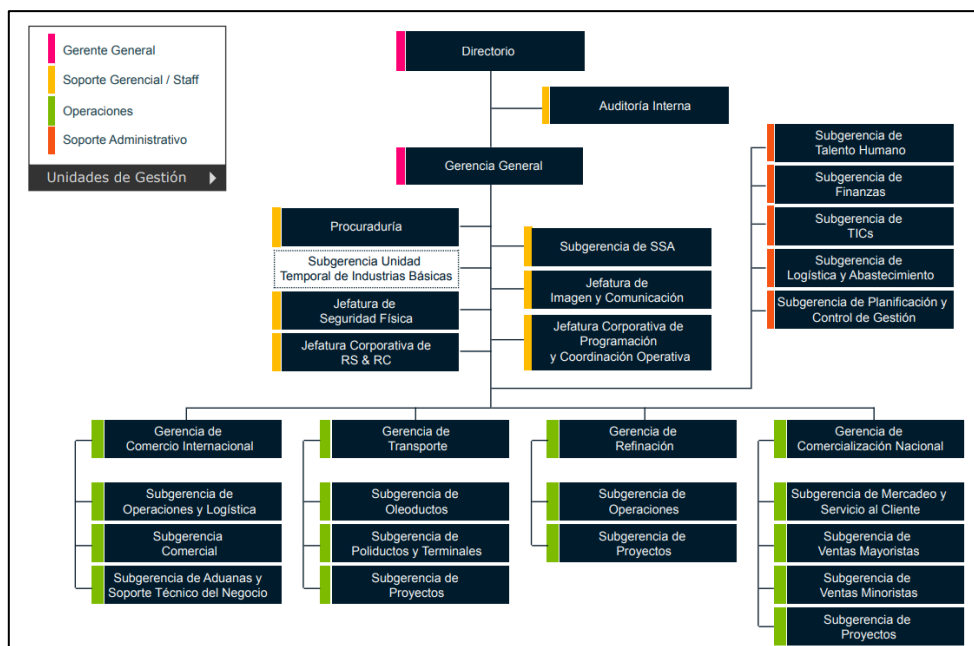
**Gráfico 2:** Mapa del recorrido del SOTE (Sistema de Oleoducto Transecuatoriano).

**Fuente:** Revista primicias.

El gráfico 2 presenta una representación visual del SOTE, una infraestructura que se extiende a lo largo de 497 km y atraviesa las tres regiones continentales del país, desde Lago Agrio hasta el puerto marítimo de Balao.

## Estructura Organizacional

Dentro de la estructura organizativa de EP Petroecuador, se encuentra un Directorio junto con una Gerencia General, además de diversas Gerencias de apoyo como se detalla en el gráfico 3 (EP Petroecuador, 2025). La Gerencia de Comercio Internacional tiene la responsabilidad de planificar y desarrollar estrategias para la comercialización de hidrocarburos. Esta unidad también gestiona la importación de derivados que son deficitarios en el país, tales como gas licuado de petróleo (GLP), naftas de alto octanaje y diésel premium. Por otro lado, la Gerencia de Transporte es responsable del traslado del petróleo mediante un sistema de oleoductos, garantizando así una entrega puntual tanto para exportación como para refinación. Asimismo, esta gerencia maneja el transporte y almacenamiento de los productos derivados del petróleo a nivel nacional a través de una extensa red de 1,600 Km de poliductos. La Gerencia de Refinación se dedica a procesar el petróleo extraído en los campos petroleros del país mediante sus refinerías ubicadas estratégicamente en Esmeraldas, La Libertad y Shushufindi. Finalmente, la Gerencia de Comercialización Nacional se encarga de vender los derivados del petróleo utilizando procesos altamente tecnificados que cumplen con rigurosos estándares en calidad, seguridad y responsabilidad ambiental (EP Petroecuador, 2025). El gráfico 3 contiene la representación de la estructura organizacional de Petroecuador.



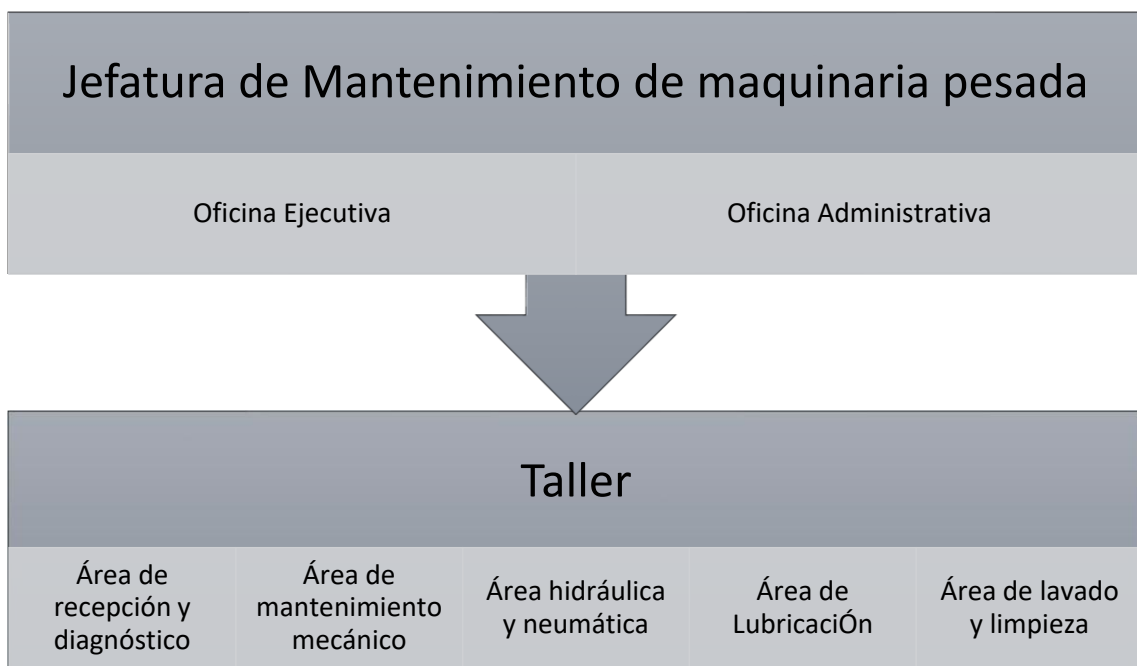
**Gráfico 3:** Estructura Organizacional de EP Petroecuador.

**Fuente:** EP Petroecuador.

La Gerencia de Transporte por su parte tiene su propia estructura organizacional que contiene a la Subgerencia de Poliductos y Terminales, La Subgerencia de Proyectos y la Subgerencia de Oleoductos, esta a su vez tiene bajo su mando tres Superintendencias: Superintendencia de Operaciones, Superintendencia de Terminales marítimos Balao y la Superintendencia de Mantenimiento de línea y Derecho de Vía. La Gerencia de Transportes Guajaló que es el objeto del estudio contiene a la Superintendencia de Mantenimiento de Línea y Derecho de vía en donde se identifican los problemas ya mencionados y es de ahí de donde parte la investigación.

### Infraestructura

Dentro de la infraestructura de la Gerencia de Transportes Guajaló, se encuentra las oficinas de la Subgerencia de Oleoductos, oficinas de la Superintendencia de Mantenimiento de Línea y Derecho de vía, el almacén de repuestos, la bodega de almacenamiento, parqueadero de los vehículos y maquinaria pesada que maneja la Gerencia y finalmente el taller.



**Gráfico 4:** Organización interna de la Jefatura de Mantenimiento en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025)

El gráfico 4 muestra la organización de la Jefatura de Mantenimiento de maquinaria pesada y las áreas que la conforman.

### **Servicios ofrecidos**

La Jefatura de Mantenimiento de maquinaria pesada es la encargada del mantenimiento tanto de la maquinaria pesada como mantenimiento vehicular, aquí se brinda tanto mantenimiento preventivo y correctivo a la flota vehicular y la maquinaria pesada a cargo de la Gerencia de Transportes Guajaló como se muestra en el gráfico 5.



**Gráfico 5:** Área de la Jefatura de Mantenimiento de Maquinaria Pesada en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

### **Actividad económica**

La principal actividad económica de la Empresa Pública Petroecuador, a través de su Gerencia de Transporte, se centra en el transporte de hidrocarburos mediante ductos; en particular, del petróleo crudo que se extrae en los campos de producción ubicados en la región amazónica. Este proceso abarca el traslado del crudo hacia los terminales, refinerías y centros de almacenamiento. La operación se lleva a cabo mediante el Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE), una infraestructura que resulta esencial para la economía del país. En esta cadena operativa, la Superintendencia de Mantenimiento de Línea y Derecho de Vía tiene la responsabilidad del mantenimiento preventivo y correctivo, así como del control operativo de los oleoductos, garantizando así un funcionamiento seguro y continuo.

## Ubicación

La Estación Guajaló se encuentra ubicada al sur del Distrito Metropolitano de Quito, en la provincia de Pichincha, Ecuador. Esta instalación forma parte del trazado operativo del SOTE y representa un punto estratégico dentro de la red de estaciones y centros de control de la Gerencia de Transporte. Su ubicación permite la coordinación de actividades técnicas y logísticas en la región Sierra y su conexión con otras estaciones y terminales a nivel nacional.



**Gráfico 6:** Instalaciones de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador en Guajaló.

**Fuente:** Google Earth.

El gráfico 6 es la imagen satelital que muestra la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador en el sector Guajaló, Av. Pedro Vicente Maldonado y Av. Condor Ñan junto a CONFITECA.

## Relevancia en el sector

La principal actividad económica de la Empresa Pública Petroecuador, mediante su Gerencia de Transporte, consiste en el traslado de hidrocarburos a través de ductos, enfocándose particularmente en el petróleo crudo. Este transporte se realiza desde los campos productores ubicados en la región amazónica hasta los terminales, refinerías y centros de almacenamiento. La operación se lleva a cabo utilizando el Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE), que representa una infraestructura fundamental para la economía del país. En este proceso, la Superintendencia de Mantenimiento de Línea y Derecho de Vía tiene la responsabilidad del mantenimiento preventivo y

correctivo, así como del control operativo de los oleoductos, garantizando su funcionamiento seguro y continuo.

## **El Problema**

EP Petroecuador, la empresa pública de hidrocarburos de Ecuador, implementó en 2014 el sistema IBM MAXIMO con una inversión de 9 millones de dólares, con el objetivo de modernizar la gestión de mantenimiento de sus activos. Este sistema permite optimizar procesos, administrar recursos y mejorar la productividad de los equipos. Sin embargo, en la Gerencia de Transportes, la falta de carga de información sobre equipos y maquinaria en el sistema ha provocado una gestión deficiente del mantenimiento. Esta carencia impide la planificación adecuada de los mantenimientos preventivos y correctivos, afectando la operatividad del área de transporte.

La ausencia de datos en el sistema IBM MAXIMO ha provocado que el mantenimiento en la Gerencia de Transportes sea mayormente reactivo en lugar de preventivo, lo que genera mayores costos operativos y reduce la eficiencia. Además, la falta de planificación adecuada y la dependencia de métodos manuales han incrementado los tiempos de inactividad de los equipos, reduciendo su disponibilidad y afectando la continuidad operativa. Como resultado, la empresa enfrenta pérdidas económicas significativas debido a fallas inesperadas y a la falta de disponibilidad de repuestos y recursos en el momento adecuado.












La falta de capacitación del personal en el uso del sistema IBM MAXIMO y la resistencia al cambio hacia procesos digitalizados han generado decisiones poco efectivas basadas en datos incompletos o inexistentes. Esto dificulta la detección temprana de fallas y la implementación de estrategias de mantenimiento predictivo, reduciendo la capacidad de la empresa para optimizar sus operaciones y garantizar la seguridad operativa. Una gestión eficiente del mantenimiento requiere no solo herramientas tecnológicas avanzadas, sino también personal capacitado y comprometido con su uso adecuado.

Para mejorar la gestión del mantenimiento en la Gerencia de Transportes, es esencial completar la carga de información en el sistema IBM MAXIMO y capacitar al personal en su uso efectivo. La digitalización y automatización de procesos han demostrado ser

soluciones efectivas en otras empresas del sector, incrementando la eficiencia operativa y reduciendo costos. Implementar un sistema de mantenimiento basado en datos confiables permitirá a EP Petroecuador optimizar sus recursos, mejorar la planificación y garantizar la confiabilidad de su infraestructura de transporte.

### Cursograma de proceso de la situación actual en la Jefatura de Mantenimiento de maquinaria pesada.

**Tabla 2.** Cursograma del proceso actual del mantenimiento en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N°: 1 de 2		Diagrama N °: 001		Operario		Maquina		x	
Proceso: Mantenimiento camiones			RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.	
<b>Fecha:</b> 26/05/2025 <b>Método:</b> Actual: X Propuesto: <b>Maquinaria:</b> Maquinaria Pesada <b>Nombre del operario:</b> _____ <b>Elaborado por:</b> Franklin Ocampo <b>Aprobado por:</b> Ing. David Herrera			SÍMBOLO		ACTIVIDAD				
					Operación		7		
					Transporte		0		
					Inspección		2		
					Espera		1		
					Almacenaje		0		
			Total, de actividades realizadas				10		
			Distancia total en metros				0		
Tiempo min/máquina				1170					
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo horas	SÍMBOLOS PROCESOS				
									
1	Se identifica falla o requerimiento de mantenimiento por cronograma, según Excel o bitácora.			1	•				
2	Se reporta al jefe de mantenimiento.			0,5	•				
3	Se revisa disponibilidad de recursos.			1,5			•		
4	Si hay recursos se programa la intervención.			1	•				
5	Si no existe repuestos se solicita a bodega el traslado desde otra bodega cercana y si no es posible su compra.			2	•				
6	Espera de llegada de repuestos.			8			•		
7	Ejecución del mantenimiento, correctivo o preventivo.			4	•				
8	Verificación de funcionamiento.			0,5			•		

9	Registro manual y archivo.			0,5	•				
10	Puesta en funcionamiento.			0,5	•				
<b>Tiempo minutos: 1170</b>			0	19,5	7		2	1	

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025)

La tabla 2, muestra el cursograma analítico del proceso de mantenimiento en la actualidad. La empresa en si no cuenta con un cursograma de mantenimiento por lo que se procede a elaborar uno junto al Ingeniero David Herrera, tutor asignado por la empresa y jefe de Mantenimiento de maquinaria pesada de la Superintendencia de Mantenimiento de Línea y Derecho de vía. Se tiene en cuenta que la jornada laboral es de 8 horas por lo que en la espera de repuestos el equivalente de las horas es de dos días.

### Resumen de tiempos aproximados

**Tabla 3.** Resumen de tiempos del cursograma analítico de proceso de mantenimiento en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

ETAPA	TIPO DE MANTENIMIENTO	
	CORRECTIVO	PREVENTIVO
<b>Detección y comunicación</b>	1.5 h	1.5 h
<b>Verificación y programación</b>	4.5 h	3 h
<b>Espera de recursos (si aplica)</b>	16 horas = 2 días	8 horas = 1 día
<b>ejecución y cierre</b>	4 h	3.5 h
<b>Registro y archivo</b>	1.5 h	1.5 h
<b>Total, aproximado</b>	27.5 horas ≈ 3 días	17.5 ≈ 2 días

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

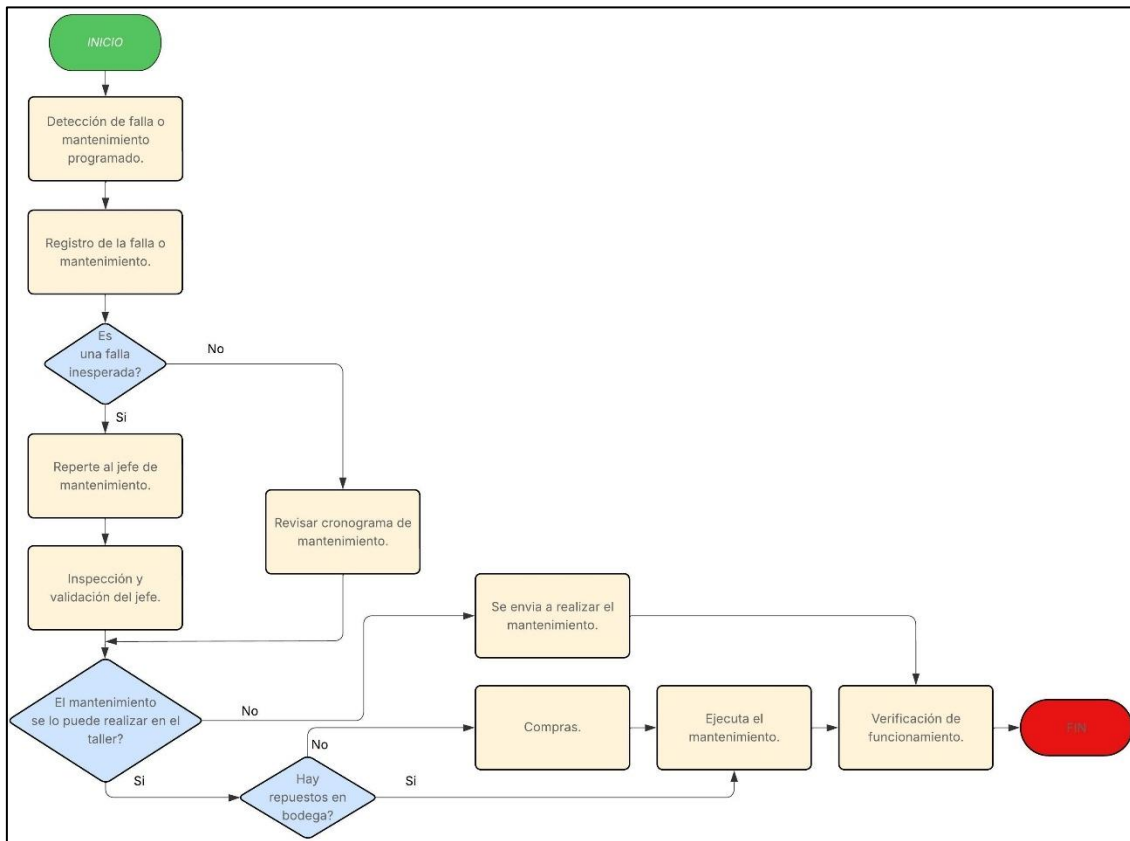
Después del análisis del cursograma analítico del proceso y el análisis junto a personal del taller de Mantenimiento de Maquinaria Pesada de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador, se determina la tabla 3, misma que arroja los siguientes resultados:

- El correctivo toma más tiempo por el tiempo de reacción, espera de repuestos y falta de planificación.
- El preventivo es más eficiente, pero su uso es limitado por la ausencia de herramientas digitales integradas.

- Ambos procesos son manuales y fragmentados, lo que provoca retrasos y duplicidad de esfuerzos.

### Diagrama de flujo del proceso actual de mantenimiento en la Jefatura de Mantenimiento de maquinaria pesada.

En la Jefatura de Mantenimiento de maquinaria pesada, se dispone de un flujograma que describe el antiguo proceso de mantenimiento, desarrollado con la ayuda de pasantes de diversas instituciones. Este flujograma ha sido ajustado a medida que han evolucionado tanto la gestión como el procedimiento de mantenimiento de la maquinaria dentro de la Gerencia de Transporte. El gráfico 7 ilustra el flujograma más reciente, que se utiliza actualmente para gestionar el proceso de mantenimiento en el taller.



**Gráfico 7:** Flujograma del proceso actual del mantenimiento en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.


**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

## Listado de maquinaria

Para establecer una situación actual en cuanto a la maquinaria, objeto de nuestro estudio y que sirve de punto de partida para analizar la gestión del mantenimiento y así generar una propuesta de optimización de esta es necesario establecer la maquinaria que se va a evaluar y posteriormente optimizar su gestión. La Gerencia de Transportes con su área operativa Superintendencia de Mantenimiento de Línea y Derecho en su taller de mantenimiento gestionan tanto flota vehicular como maquinaria pesada, en este caso la delimitación está enfocada solo a la maquinaria pesada que es la más crítica en esta base logística. A continuación, la tabla 4 con la información detallada de la maquinaria:

**Tabla 4.** Lista de Maquinaria Pesada administrada por la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

LISTADO DE MAQUINARIA							
N.º	TIPO	MARCA	MODELO	DCIA. / UNIDAD	NRO. DE ACTIVO	NÚMERO DE SERIE	UBI. DE TRABAJO
1	Camión	HINO	GH1JMUA	S.M.L.D.V.	199701	JHDGH1JMU6XX10964	ORIENTE
2	Camión	MACK	GU813E	S.M.L.D.V.	170897	1M1AX18YXAM012036	ORIENTE
3	Camión	MACK	GU813E	S.M.L.D.V.	199007	1M1AX18Y2AM012032	OCCIDENTE
4	Camión	MACK	GU813E	S.M.L.D.V.	200658	1M1AX18Y8AM012035	ORIENTE
5	Camión	HINO	GH8JMSA	S.M.L.D.V.	196148	9F3GH8JMSEX13969	ORIENTE
6	Camión	HINO	GH8JMSA	S.M.L.D.V.	196149	9F3GH8JMSEX13968	ORIENTE
7	Camión	HINO	GH8JMSA	S.M.L.D.V.	179808	9F3GH8JMSEX13966	OCCIDENTE
8	Tractocamión	HINO	Hino 700	S.M.L.D.V.	203329	JHDSS1EKSXXX11239	ORIENTE
9	Tractocamión	HINO	Hino 700	S.M.L.D.V.	203330	JHDSS1EKSXXX11242	OCCIDENTE
10	Volqueta	HINO	FS1ELSD-MAX	S.M.L.D.V.	163982	JHDFS1ELSKXXX10462	OCCIDENTE
11	Volqueta	HINO	FS1ELSD-MAX	S.M.L.D.V.	163983	JHDFS1ELSKXXX10460	ORIENTE
12	Camión plataforma con grúa	CHEVROLET	FVZ 2630 EIII	S.M.L.D.V.	163984	JALFVZ34TN7000083	OCCIDENTE
13	Camión plataforma con grúa	KENWORTH	T370	S.M.L.D.V.	163985	3BKHHZ8X7PF731320	OCCIDENTE
14	Excavadora	CATERPILLAR	320DL	S.M.L.D.V.	261723	CAT0320DPA8F00945	ORIENTE
15	Excavadora	CATERPILLAR	320DL	S.M.L.D.V.	261724	OKGF08653	ORIENTE
16	Excavadora	CATERPILLAR	325L	S.M.L.D.V.	200869	8NK00903	OCCIDENTE
17	Excavadora	CATERPILLAR	320D2L	S.M.L.D.V.	204744	ESG10152	OCCIDENTE
18	Excavadora	CATERPILLAR	320D2L	S.M.L.D.V.	204745	ESG10131	OCCIDENTE

19	Excavadora	CATERPILLAR	320D2L	S.M.L.D.V.	261724	SDZ00749	ORIENTE
----	------------	-------------	--------	------------	--------	----------	---------

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.



**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La lista de maquinaria de la tabla 4, muestra al detalle la maquinaria pesada que maneja la Gerencia de Transporte con los detalles tanto de activos, número de serie de la maquinaria y la ubicación donde desempeñan su trabajo.

### Fichas de caracterización de maquinaria

A continuación, en las tablas 5 - 23, se muestran características principales de la maquinaria pesada administrada por la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

**Tabla 5.** Ficha 001, Camión HINO GH1JMUA

<b>Ficha N °: 001</b>			
<b>Ítem:</b> Camión HINO GH1JMUA			
<b>Tipo:</b>	Camión	<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Marca:</b>	HINO	<b>Número de serie:</b>	JHDGH1JMU6XX10964
<b>Modelo:</b>	GH1JMUA	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Descripción</b>			
Camión de carga media a pesada, ideal para operaciones logísticas en terreno mixto. Confiable para transporte de materiales en zonas de difícil acceso.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: Diesel HINO J08E</li> <li>- Potencia: 260–280 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 6 vel.</li> <li>- Peso bruto vehicular: 16–18 toneladas</li> <li>- Capacidad de carga útil: ~10 t</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Como se puede ver en la ficha de caracterización de la tabla 5 de la maquinaria de la Gerencia de Transporte se muestra información de características técnicas, en total se cuenta con un total de 19 maquinarias no todas están operativas, algunas están siniestradas y en reparación y otras se encuentran en mantenimientos por grandes periodos de servicio. Las fichas de las 18 máquinas restantes son similares (ver Anexos 1 al 18), donde se detallan las características técnicas del resto de maquinaria.

## Indicadores de mantenimiento

La norma ISO 14224 proporciona un marco para la recopilación y el intercambio de datos de fiabilidad y mantenimiento (RM) en la industria, especialmente en los sectores del petróleo, gas y petroquímica, aunque es aplicable a cualquier industria. Esta norma establece una taxonomía estandarizada para clasificar equipos y define un conjunto mínimo de datos a recopilar para facilitar el análisis y la mejora del rendimiento de los equipos (ISO 14224, 2016).

La ISO 14224 es un estándar internacional que se centra en la recopilación y el intercambio de datos de fiabilidad y mantenimiento de equipos. Su objetivo principal es proporcionar un lenguaje común y una estructura para describir y analizar el rendimiento de los equipos, permitiendo la comparación entre diferentes instalaciones y organizaciones (ISO 14224, 2016).

Para establecer un diagnóstico de la gestión del mantenimiento se ha tomado en cuenta el historial de fallos de los últimos 6 meses ya que se cuenta con la información y en este intervalo de tiempo es significativa para el estudio, para este estudio se van a tomar como fallos también los mantenimientos preventivos que se hayan realizado en este tiempo.

Para el cálculo de los indicadores de mantenimiento se van a utilizar las siguientes ecuaciones:

### MTBF (Tiempo medio entre fallos):

**Ecuación 1:** MTBF teniendo en cuenta el tiempo total de operación de la maquinaria.

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total de operación}}{\textit{Numero de fallos por mes}}$$

**Ecuación 2:** MTBF teniendo en cuenta las horas de reparación ocupadas en un periodo de un mes.

$$MTBF = \frac{\textit{Total de horas producidas por mes} - \textit{Tiempo de reparacion por mes}}{\textit{Numero de fallos por mes}}$$

**MTTR (Tiempo medio de reparación):**

**Ecuación 3:** Calculo del MTTR.

$$MTTR = \frac{\sum \text{Tiempos de reparacion}}{\text{Numero de fallos}}$$

**Disponibilidad (Porcentaje operado por la maquina):**

**Ecuación 4:** Disponibilidad teniendo en cuenta el total de horas producidas por mes.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Total de horas producidas por mes}}{\text{Total de horas por mes}}$$

**Ecuación 5:** Disponibilidad utilizando el MTBF Y MTTR.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Estos 3 indicadores de mantenimiento van a ayudar a establecer la situación actual del proceso y la gestión del mantenimiento de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

A continuación, se presenta información recopilada de fallas en la maquinaria, así como los mantenimientos realizados en los últimos 6 meses:

**Tabla 6.** Fallas y mantenimientos realizados en el transcurso de los últimos 6 meses.

N°	Ítem	Activo	Mantenimientos por mes																		
			Noviembre 2024			Diciembre 2024			Enero 2025			Febrero 2025			Marzo 2025			Abril 2025			
			Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	
1	Camión HINO GH1JMUA	199701	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	ABC DE MOTOR, ENGRASADA GENERAL, REVISIÓN DE FRENOS Y ZAPATAS, REVISIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO	8	\$ 550,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR Y REAJUSTE DE SUSPENSION	11	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	
2	Camión MACK GU813E	170897	REPARACION DE MOTOR EN MACKASA	160	\$ 40.000,00	REPARACION DE MOTOR EN MACKASA	160		REPARACION DE MOTOR EN MACKASA	160		REPARACION DE MOTOR EN MACKASA	160		REPARACION DE MOTOR EN MACKASA	160		CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 120,00	
3	Camión MACK GU813E	199007	CAMBIO DE VÁLVULA REPARTIDORA DE AIRE, CAMBIO DE RETENEDOR DE CARDAN, CAMBIO DE ORING DE DIFERENCIAL, CAMBIO DE BARRAS DE DIRECCIÓN	16	\$ 600,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 120,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE, ENGRASADA GENERAL	3	\$ 120,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 120,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 120,00				
4	Camión MACK GU813E	200658	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 120,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 120,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR Y CAMBIO DE PALANCA DE GIRO	3	\$ 350,00	CAMBIO DE ESPARRAGOS POSTERIORES	2	\$ 120,00				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 120,00	
5	Camión HINO GH1JMUA	196148	A ESPERA DE LA APROBACION PARA LA REPARACION EN MAVESA	160		A ESPERA DE LA APROBACION PARA LA REPARACION EN MAVESA	160		A ESPERA DE LA APROBACION PARA LA REPARACION EN MAVESA	160		A ESPERA DE LA APROBACION PARA LA REPARACION EN MAVESA	160		A ESPERA DE LA APROBACION PARA LA REPARACION EN MAVESA	160		A ESPERA DE LA APROBACION PARA LA REPARACION EN MAVESA	160		
6	Camión HINO GH8JMSA	196149	CAMBIO DE TAPA DE RADIADOR, LIMPIEZA DE INYECTORES Y REVISIÓN DE ZAPATAS	11	\$ 150,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 135,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 135,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 135,00				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 135,00	

N°	Ítem	Activo	Mantenimientos por mes																		
			Noviembre 2024			Diciembre 2024			Enero 2025			Febrero 2025			Marzo 2025			Abril 2025			
			Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	
7	Camión HINO GH8JMSA	179808	CAMBIO DE BUJES Y BOCINES, REVISIÓN DEL SISTEMA DE FRENO	12	\$ 98,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 135,00	CAMBIO DE BANDA DE ACCESORIOS, BAQUETEADO DEL RADIADOR Y CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	20	\$ 185,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 135,00					CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 135,00
8	Tractocamión HINO 700	3	CAMBIO DE TEMPLADORES	2	\$ 60,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 330,00				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 330,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR Y CAMBIO DE BOYAS DE CABINA	16	\$ 430,00				
9	Tractocamión HINO 700	203330	SE REALIZA REPARACIÓN DE MOTOR Y CAJA EN MAVESA	160	\$ 65.000,00	SE REALIZA REPARACIÓN DE MOTOR Y CAJA EN MAVESA	160		SE REALIZA REPARACIÓN DE MOTOR Y CAJA EN MAVESA	160		SE REALIZA REPARACIÓN DE MOTOR Y CAJA EN MAVESA	160		SE REALIZA REPARACIÓN DE MOTOR Y CAJA EN MAVESA	160		SE REALIZA REPARACIÓN DE MOTOR Y CAJA EN MAVESA	160		
10	Volqueta HINO FS1ELSD-MAX	163982	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE BOMBA DE EMBRAGUE	22	\$ 520,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE 10 NEUMÁTICOS	4	\$ 4.820,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, ENGRASADO GENERAL Y REVISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO	4	\$ 360,00				
11	Volqueta HINO FS1ELSD-MAX	163983	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00				
12	Camión plataforma con grúa CHEVROLET FVZ 2630 EIII	163984	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, REVISIÓN DEL BRAZO GRUA.	6	\$ 450,00	CAMION GRUA SINIISTRADO A ESPERA DE REPARACIÓN	160	\$ 15.000,00	CAMION GRUA SINIISTRADO A ESPERA DE REPARACIÓN	160		CAMION GRUA SINIISTRADO A ESPERA DE REPARACIÓN	160		CAMION GRUA SINIISTRADO A ESPERA DE REPARACIÓN	160		CAMION GRUA SINIISTRADO A ESPERA DE REPARACIÓN	160		
13	Camión plataforma con grúa KENWORTH T370	163985	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADO EN AUTOELEVACIÓN	6		MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADO EN AUTOELEVACIÓN	6					MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADO EN AUTOELEVACIÓN	6					MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADO EN AUTOELEVACIÓN	6		
14	Excavadora CATERPILLAR 320DL	261723	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TREN DE RODAJE	6	\$ 265,00				MANTENIMIENTO DE 20000 HORAS DE SERVICIO COMPLETO	160	\$ 105.918,00	MANTENIMIENTO DE 20000 HORAS DE SERVICIO COMPLETO	160		MANTENIMIENTO DE 20000 HORAS DE SERVICIO COMPLETO	160		MANTENIMIENTO DE 20000 HORAS DE SERVICIO COMPLETO	160		

N°	Ítem	Activo	Mantenimientos por mes																	
			Noviembre 2024			Diciembre 2024			Enero 2025			Febrero 2025			Marzo 2025			Abril 2025		
			Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$
15	Excavadora CATERPILLAR 320DL	261724	SINIESTRADO POR AHOGAMIENTO, ESPERANDO POR REPARACIÓN	160	\$ 112.000,00	SINIESTRADO POR AHOGAMIENTO, ESPERANDO POR REPARACIÓN	160		SINIESTRADO POR AHOGAMIENTO, ESPERANDO POR REPARACIÓN	160		SINIESTRADO POR AHOGAMIENTO, ESPERANDO POR REPARACIÓN	160		SINIESTRADO POR AHOGAMIENTO, ESPERANDO POR REPARACIÓN	160		SINIESTRADO POR AHOGAMIENTO, ESPERANDO POR REPARACIÓN	160	
16	Excavadora CATERPILLAR 325L	200869	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 275,00	REVISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y REVISIÓN DE FLUIDOS	2	\$ 50,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 275,00	REPARACIÓN DE LA TORNAMEASA Y EL TREN DE RODAJE EN IASA	160	\$ 10.053,51	REPARACIÓN DE LA TORNAMEASA Y EL TREN DE RODAJE EN IASA	160		REPARACIÓN DE LA TORNAMEASA Y EL TREN DE RODAJE EN IASA	160	
17	Excavadora CATERPILLAR 320D2L	204744	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTROS HIDRAULICOS	3	\$ 265,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE MANGUERAS DE RETORNO DE COMBUSTIBLE	12	\$ 280,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, ENGRASADA GENERAL DEL TREN DE RODAJE	3	\$ 265,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE TAPA DE RADIADOR Y REVISIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO	3	\$ 265,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 265,00			
18	Excavadora CATERPILLAR 320D2L	204745	CAMBIO DE MANGUERAS DEL SISTEMA HIDRAULICO	2	\$ 120,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 265,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE 2 BATERIAS	11	\$ 320,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 265,00				MANTENIMIENTO 10000 HORAS DE SERVICIO COMPLETO	160	\$ 31.388,64
19	Excavadora CATERPILLAR 320D2L	261724	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, ENGRASADA GENERAL	3	\$ 265,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE RELE DEL SISTEMA DE ENCENDIDO	11	\$ 265,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 265,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 265,00	CAMBIO DE ZAPATAS DEL TREN DE RODAJE Y REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO	16	\$ 12.350,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 265,00
<b>Total</b>				737	\$ 220.713,00		853	\$ 17.610,00		1023	\$ 113.178,00		1147	\$ 12.213,51		1162	\$ 13.885,00		1138	\$ 32.328,64

Fuente: Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 6 presenta información de las fallas y mantenimientos realizados en la maquinaria pesada de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador, así como el tiempo y el dinero invertido en la reparación de cada uno de estos mantenimientos, cabe recalcar que las cacillas marcadas con color amarillo y rojo establecen los retrasos por no contar con el repuesto ya sea por mantenimiento preventivo o correctivo, por lo que se ha procedido a trasladar de otra bodega o a su vez realizar una compra como se indicó en el cursograma analítico de proceso y el resumen del mismo tabla 2 y 3.

Para el mejor tratamiento de la información y cálculo de los indicadores de mantenimiento, indispensables para el proyecto se va a separar por categorías a cada una de estas maquinarias para obtener información más puntual y detallada, misma que se podrá manejar de mejor manera para el estudio. Así se van a separar en camiones, tractocamiones, volquetas, camiones con grúa y excavadoras independientemente de la marca y modelo al que pertenezcan.

## Camiones

**Tabla 7.** Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en camiones.

N°	Maquina	Numero de activo	nov-24		dic-24		ene-25		feb-25		mar-25		abr-25	
			N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas
1	Camión HINO GH1JMUA	199701	1	2	1	8	1	11	1	2	0	0	1	2
2	Camión MACK GU813E	170897	1	160	1	160	1	160	1	160	1	160	1	2
3	Camión MACK GU813E	199007	1	16	1	2	1	3	1	2	1	2	0	0
4	Camión MACK GU813E	200658	1	2	1	2	1	3	1	2	0	0	1	2
5	Camión HINO GH1JMUA	196148	1	160	1	160	1	160	1	160	1	160	1	160
6	Camión HINO GH1JMUA	196149	1	11	1	2	1	2	1	2	0	0	1	2
7	Camión HINO GH1JMUA	179808	1	12	1	2	1	20	1	2	0	0	1	2
<b>Total</b>			<b>7</b>	<b>363</b>	<b>7</b>	<b>336</b>	<b>7</b>	<b>359</b>	<b>7</b>	<b>330</b>	<b>3</b>	<b>322</b>	<b>6</b>	<b>170</b>

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 7 muestra la información resumida del total de fallas y mantenimientos realizados por mes y el tiempo que se ocupó en dar solución a cada uno de ellos, además de la observación de que uno de los camiones MACK tuvo una reparación integra de motor

que concluyo el mes de marzo y uno de los camiones HINO se encuentra en espera de aprobación para reparación en MAVESA por lo que no ha estado operando estos últimos 6 meses.

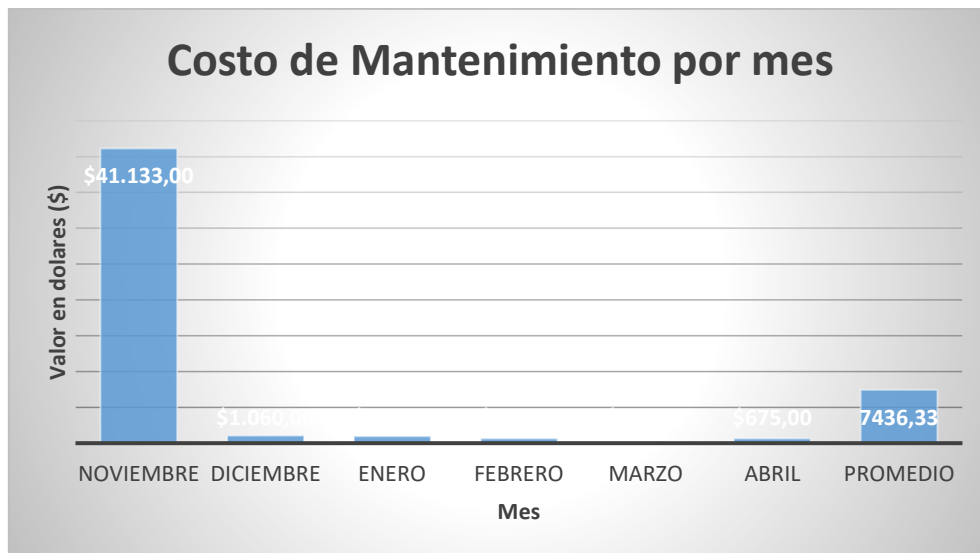
**Tabla 8.** Indicadores de Mantenimiento de camiones.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
<b>Total, de fallos por mes</b>	7	7	7	7	3	6	6,17
<b>Total, de horas de mantenimiento</b>	363	336	359	330	322	170	313,33
<b>Días laborables por mes</b>	20	20	20	20	20	20	20
<b>Costo de mantenimiento por mes</b>	\$ 41133,00	\$ 1060,00	\$ 955,00	\$ 675,00	\$ 120,00	\$ 675,00	\$ 7436,33
<b>Total, de horas productivas por maquina</b>	160	160	160	160	160	160	160
<b>Tota de horas de todas las maquinas</b>	1120	1120	1120	1120	1120	1120	1120
<b>MTBF</b>	108,14	112,00	108,71	112,86	266,00	158,33	144,34
<b>MTTR</b>	51,86	48,00	51,29	47,14	107,33	28,33	55,66
<b>Disponibilidad</b>	67,59%	70,00%	67,95%	70,54%	71,25%	84,82%	72,00%

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 8 muestra la información calculada de los indicadores de mantenimiento como costo de mantenimiento por mes, MTBF, MTTR y la disponibilidad de los camiones de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

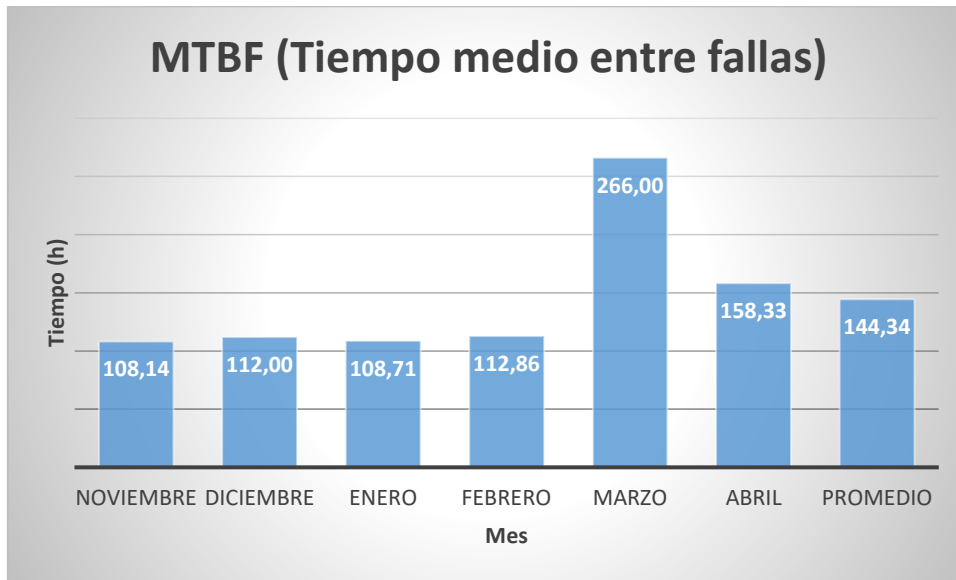


**Gráfico 8:** Costo de mantenimiento por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El costo del mantenimiento de los camiones en el mes de noviembre es demasiado elevado como lo muestra el gráfico 8, pero cabe recalcar que este incluye una reparación integral de motor de un camión MACK que dura 6 meses por lo que en los próximos meses no se ha colocado estos costos y en este caso el costo que más se acercaría a la realidad es el promedio que también es bastante elevado.

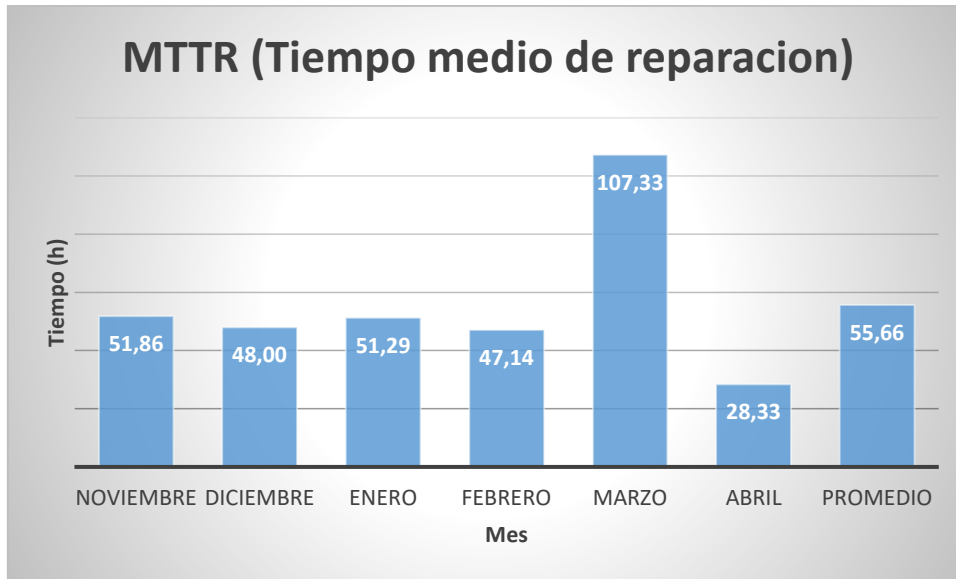


**Gráfico 9:** MTBF de los camiones por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El MTBF es el tiempo medio entre fallas, es decir el tiempo que están operativos los camiones hasta que se produzca una falla o se requiera un mantenimiento. Analizando el gráfico 9, se puede observar que el mes en el que más se pudo trabajar es marzo y al contrario el mes que menos operativos estuvieron los camiones es noviembre.

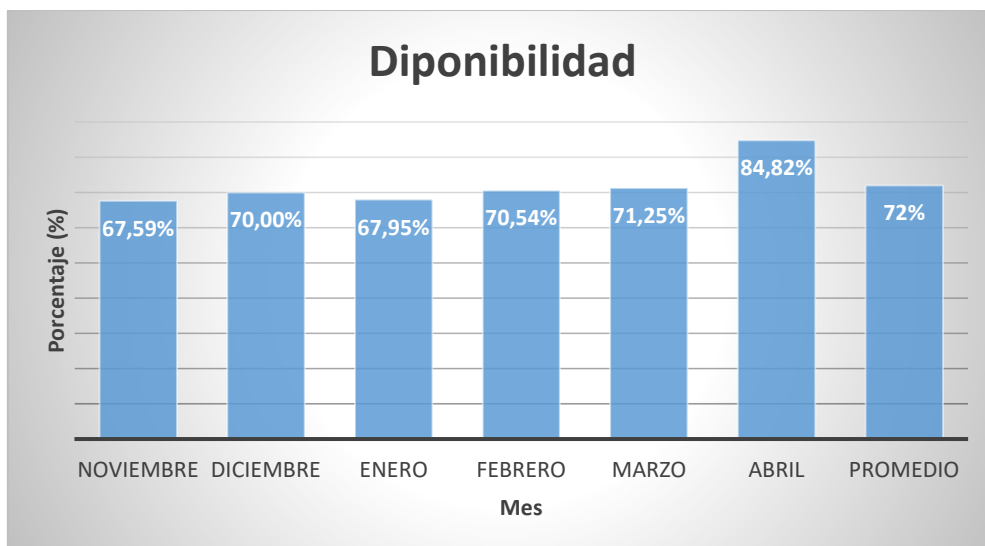


**Gráfico 10:** MTTR de camiones por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El MTTR es el tiempo medio de reparación de fallas, es decir el tiempo promedio que se demora en reparar una falla o hacer un mantenimiento, analizando el gráfico 10, podemos observar que en abril se realizaron los mantenimientos con más eficiencia y en marzo el mes menos eficiente en cuanto a este indicador, esto siempre va a depender de la complejidad del tipo de falla o mantenimiento al que se dé solución y también el número de fallas o mantenimientos que se atendieron en dicho mes.



**Gráfico 11:** Disponibilidad de camiones por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La disponibilidad es crucial para garantizar la eficiencia operativa de la maquinaria, según la norma ISO 14224, la disponibilidad recomendada en la industria en general debe estar entre el 85 - 95 % y en la industria petrolera en equipos críticos entre el 95 - 98 %, por lo que analizando el gráfico 11, se tiene números muy por debajo de lo que establece la norma razón por la cual se debe implementar estrategias inmediatas.

## Tractocamiones

**Tabla 9.** Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en tractocamiones.

N°	Maquina	Numero de activo	nov-24		dic-24		ene-25		feb-25		mar-25		abr-25	
			N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas
1	Tractocamión HINO 700	203329	1	2	1	2	0	0	1	2	1	2	0	0
2	Tractocamión HINO 700	203330	1	160	1	160	1	160	1	160	1	160	1	160
<b>Total</b>			2	162	2	162	1	160	2	162	2	162	1	160

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 9 muestra la información resumida del total de fallas y mantenimientos realizados por mes en el lapso de los últimos 6 meses y el tiempo que se ocupó en dar solución a cada uno de ellos, además de la observación de que uno de los tractocamiones está en una reparación integra en MAVESA por lo que no se encuentra operativo.

**Tabla 10.** Indicadores de Mantenimiento de tractocamiones.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
<b>Total, de fallos por mes</b>	2	2	1	2	2	1	1,67
<b>Total, de horas de mantenimiento</b>	162	162	160	162	162	160	161,33
<b>Días laborables por mes</b>	20	20	20	20	20	20	20,00
<b>Costo de mantenimiento por mes</b>	\$ 65.060,00	\$ 330,00	\$ 0,00	\$ 330,00	\$ 430,00	\$ 0,00	\$ 11025,00
<b>Total, de horas productivas por maquina</b>	160	160	160	160	160	160	160
<b>Tota de horas de todas las maquinas</b>	320	320	320	320	320	320	320
<b>MTBF</b>	79,00	79,00	160,00	79,00	79,00	160,00	106,00
<b>MTTR</b>	81,00	81,00	160,00	81,00	81,00	160,00	107,33
<b>Disponibilidad</b>	49,38%	49,38%	50,00%	49,38%	49,38%	50,00%	50%

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 10 muestra la información calculada de los indicadores de mantenimiento como costo de mantenimiento por mes, MTBF, MTTR y la disponibilidad de los tractocamiones de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

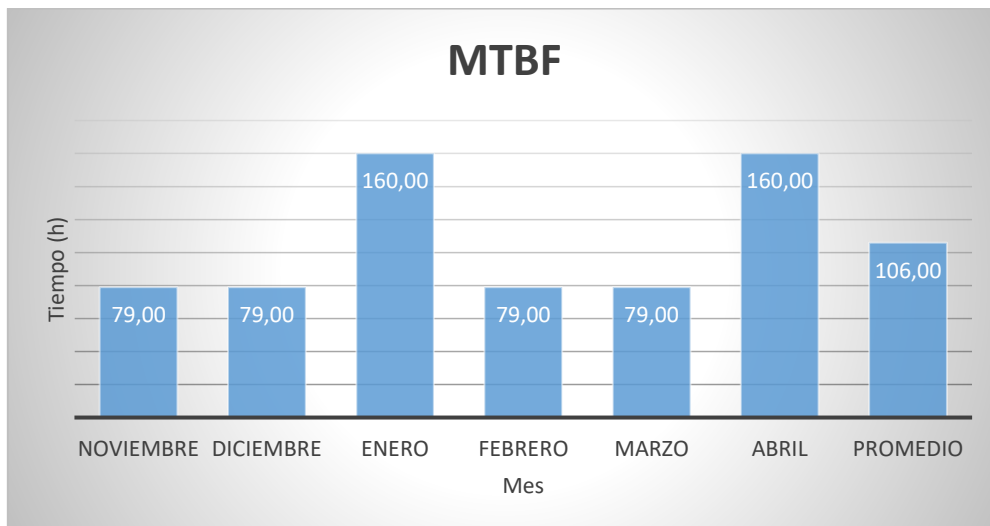


**Gráfico 12:** Costo de Mantenimiento de tractocamiones por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Como se puede observar en el gráfico 12 el costo del mantenimiento del mes de noviembre es demasiado elevado esto se debe a que un tractocamión está en un mantenimiento integro en MAVESA, mismo que está programado para 8 meses y hasta la fecha sigue en MAVESA.

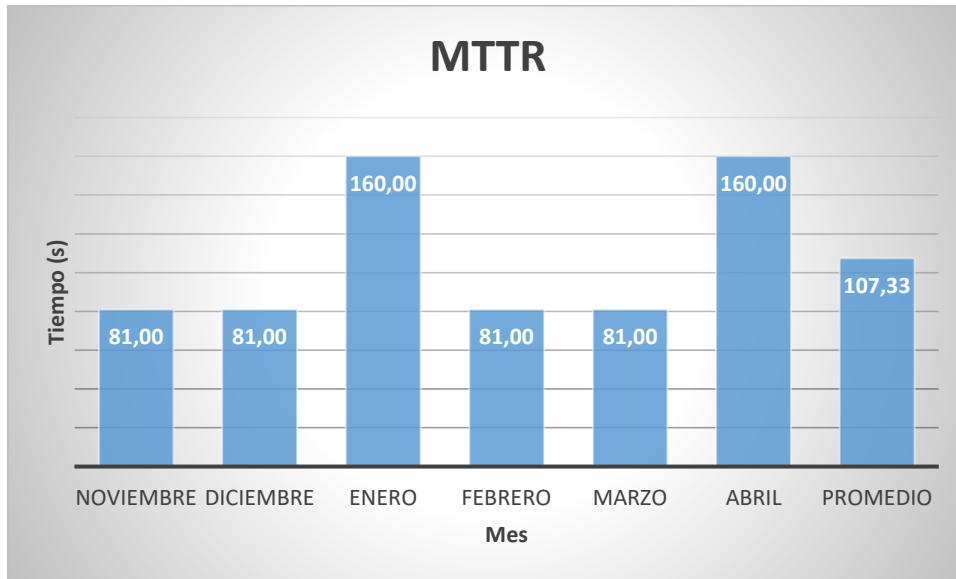


**Gráfico 13:** MTBF de tractocamiones por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En el gráfico 14 se puede observar que en los meses de enero y abril se tiene el MTBF más alto y por ende según indica la norma ISO 14224 un mayor grado de confiabilidad, pero esto en cuanto al total de tractocamiones no es beneficioso ya que de un total de 320 horas se trabaja apenas el 50% que representa las 160 antes de que se produzca un fallo o se tenga que realizar un mantenimiento esto debido al tractocamión que se encuentra inoperativo.

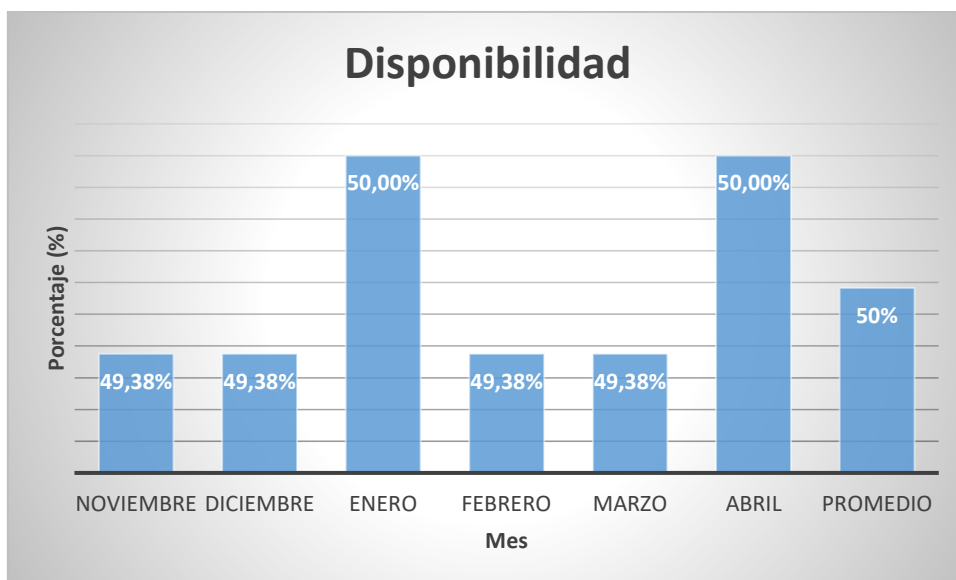


**Gráfico 14:** MTTR de tractocamiones por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Según el gráfico 14 los tiempos medios de reparación son muy elevados, se insiste en la razón de esto que es por el mantenimiento de uno de los tractocamiones en MAVESA y debido a que son solo 2 tractocamiones en este caso particular las métricas indican valores de baja confiabilidad.



**Gráfico 15:** Disponibilidad de tractocamiones por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El porcentaje de disponibilidad de los tractocamiones es básicamente del 50% en todos los meses, esto debido a la inoperatividad de un tractocamión por el mantenimiento en MAVESA según el gráfico 15.

## Volquetas

**Tabla 11.** Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en volquetas.

N°	Maquina	Numero de activo	nov-24		dic-24		ene-25		feb-25		mar-25		abr-25	
			N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas
1	Volqueta HINO FS1ELSD-MAX	163982	1	22	1	2	1	4	1	2	1	4	0	0
2	Volqueta HINO FS1ELSD-MAX	163983	1	2	0	0	1	2	0	0	1	2	0	0
<b>Total</b>			2	24	1	2	2	6	1	2	2	6	0	0

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 11 muestra la información resumida del total de fallas y mantenimientos de las volquetas realizados por mes en el lapso de los últimos 6 meses y el tiempo que se ocupó en dar solución a cada uno de ellos.

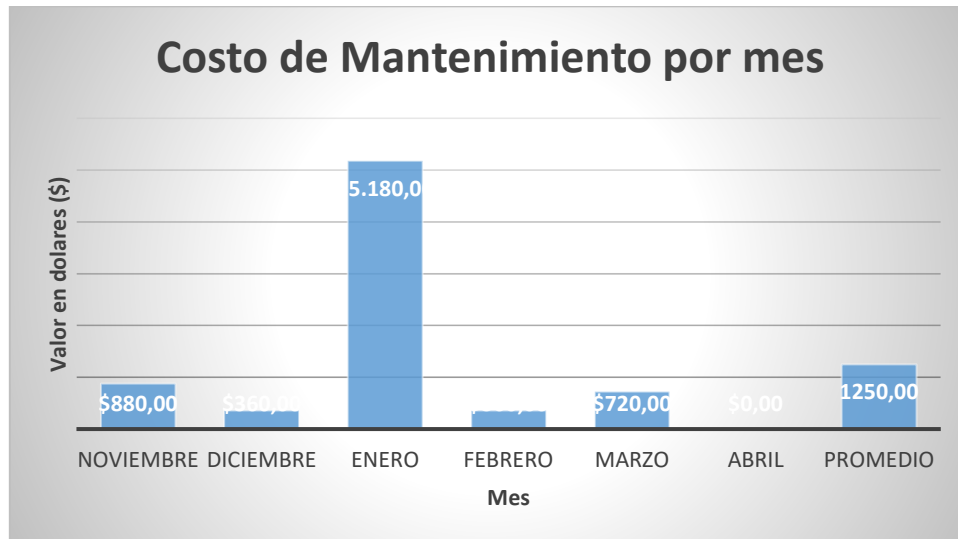
**Tabla 12.** Indicadores de Mantenimiento de volquetas.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
<b>Total, de fallos por mes</b>	2	1	2	1	2	0	1,33
<b>Total, de horas de mantenimiento</b>	24	2	6	2	6	0	6,67
<b>Días laborables por mes</b>	20	20	20	20	20	20	20,00
<b>Costo de mantenimiento por mes</b>	\$ 860,00	\$ 360,00	\$ 5.180,00	\$ 360,00	\$ 720,00	\$ 0,00	\$ 1246,67
<b>Total, de horas productivas por maquina</b>	160	160	160	160	160	160	160,00
<b>Tota de horas de todas las maquinas</b>	320	320	320	320	320	320	320,00
<b>MTBF</b>	148,00	318,00	157,00	318,00	157,00	320,00	236,33
<b>MTTR</b>	12,00	2,00	3,00	2,00	3,00	0,00	3,67
<b>Disponibilidad</b>	92,50%	99,38%	98,13%	99,38%	98,13%	100,00%	98%

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 12 muestra la información calculada de los indicadores de mantenimiento como costo de mantenimiento por mes, MTBF, MTTR y la disponibilidad de las volquetas de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

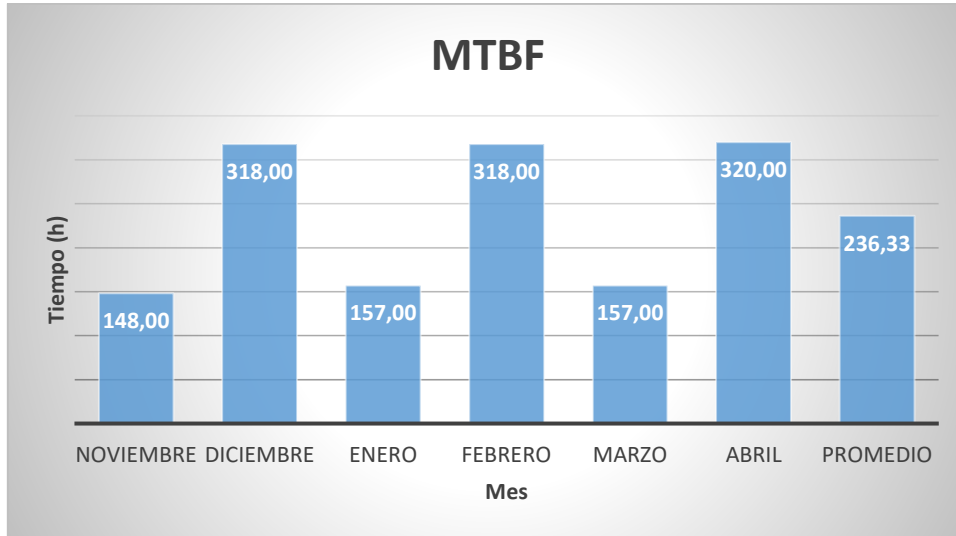


**Gráfico 16:** Costo del mantenimiento de las volquetas por meses.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El gráfico 16 muestra información del costo de mantenimiento de las volquetas en el lapso de los últimos 6 meses con un promedio de costo de mantenimiento de \$ 1250 al mes, costo que es bastante elevado y más aún si se considera un periodo amplio de tiempo.

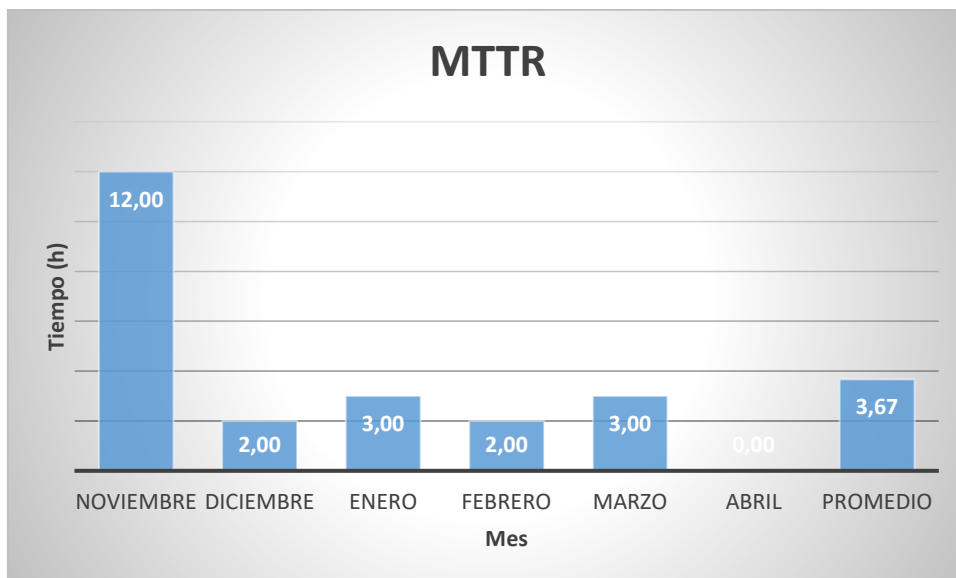


**Gráfico 17:** MTBF de volquetas por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El gráfico 17 hace referencia al MTBF de las volquetas en el periodo de los últimos 6 meses y se tiene un promedio bueno apegándonos a lo que dice la norma.

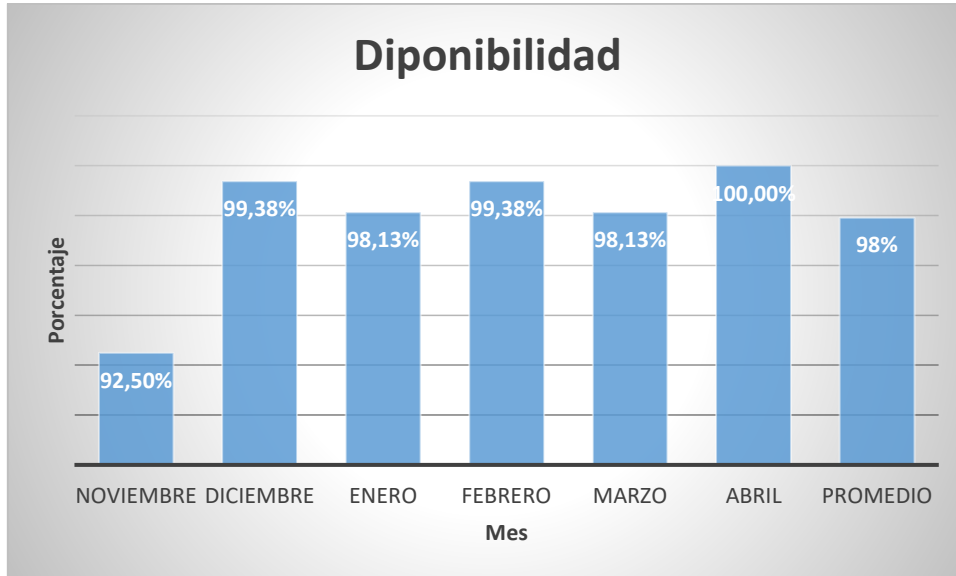


**Gráfico 18:** MTTR de volquetas por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El mes de noviembre es el mes en el que más tiempo se ocupó para realizar los mantenimientos según muestra el gráfico 18 en promedio relativamente es buena el tiempo según lo que indica la norma.



**Gráfico 19:** Disponibilidad de volquetas por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La disponibilidad en el caso de las volquetas es buena en general como se muestra en el gráfico 19 con excepción del mes de noviembre y la aclaración de que en abril no hubo mantenimientos por eso tiene un porcentaje de 100 %.

### Camiones con Grúa

**Tabla 13.** Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en camiones grúa.

N°	Maquina	Numero de activo	nov-24		dic-24		ene-25		feb-25		mar-25		abr-25	
			N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas
1	Camión plataforma con grúa CHEVROLET FVZ 2630 EIII	163984	1	6	1	160	1	160	1	160	1	160	1	160
2	Camión plataforma con grúa KENWORTH T370	163985	1	6	1	6	0	0	1	6	0	0	1	6
<b>Total</b>			2	12	2	166	1	160	2	166	1	160	2	166

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 13 muestra la información resumida del total de fallas y mantenimientos de los camiones grúa realizados por mes en el lapso de los últimos 6 meses y el tiempo que se ocupó en dar solución a cada uno de ellos.

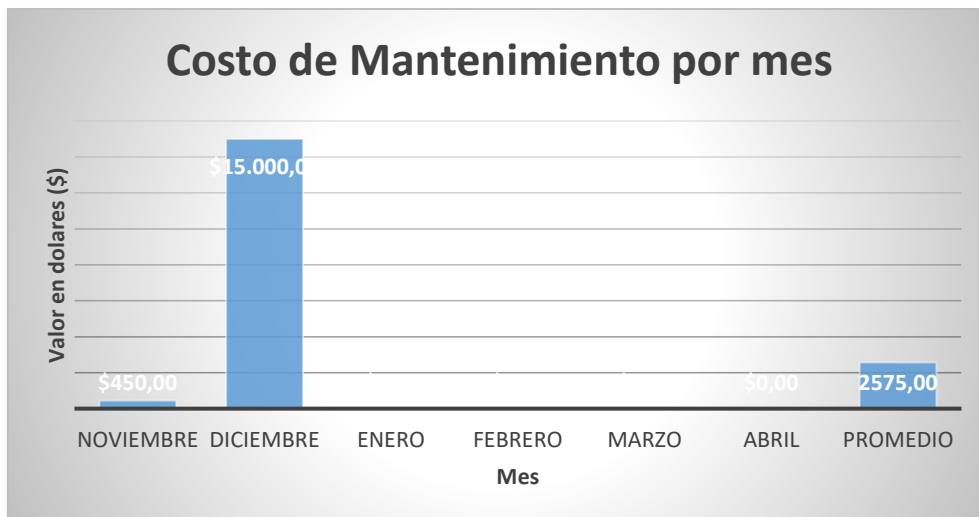
**Tabla 14.** Indicadores de Mantenimiento de camiones grúa.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
<b>Total, de fallos por mes</b>	2	2	1	2	1	2	1,67
<b>Total, de horas de mantenimiento</b>	12	166	160	166	160	166	138,33
<b>Días laborables por mes</b>	20	20	20	20	20	20	20,00
<b>Costo de mantenimiento por mes</b>	\$ 450,00	\$ 15.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 2575,00
<b>Total, de horas productivas por maquina</b>	160	160	160	160	160	160	160,00
<b>Tota de horas de todas las maquinas</b>	320	320	320	320	320	320	320,00
<b>MTBF</b>	154,00	77,00	160,00	77,00	160,00	320,00	158,00
<b>MTTR</b>	6,00	83,00	160,00	83,00	160,00	0,00	82,00
<b>Disponibilidad</b>	96,25%	48,13%	50,00%	48,13%	50,00%	48,13%	57%

Fuente: Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).

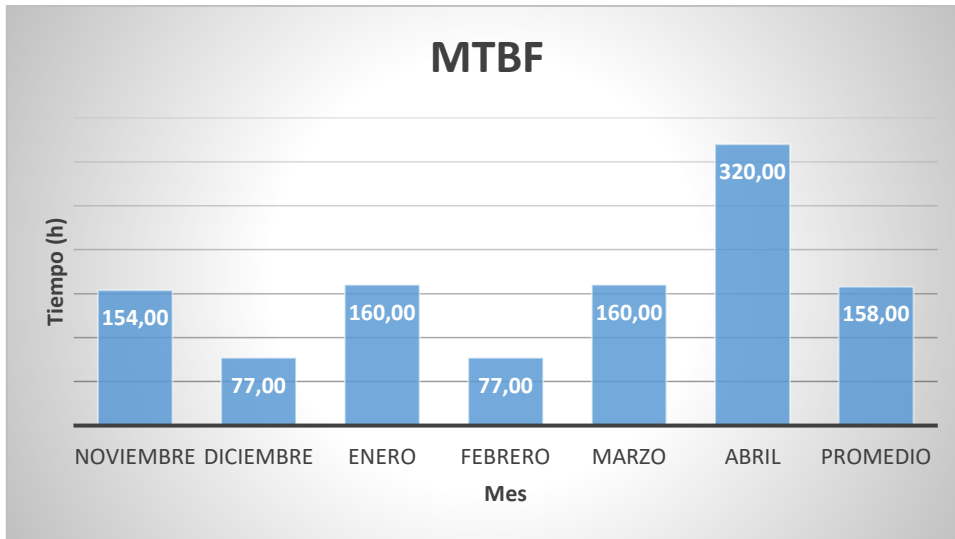
La tabla 14 muestra la información calculada de los indicadores de mantenimiento como costo de mantenimiento por mes, MTBF, MTTR y la disponibilidad de los camiones grúa de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.



**Gráfico 20:** Costo de mantenimiento por mes de los camones grúa.

Fuente: Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

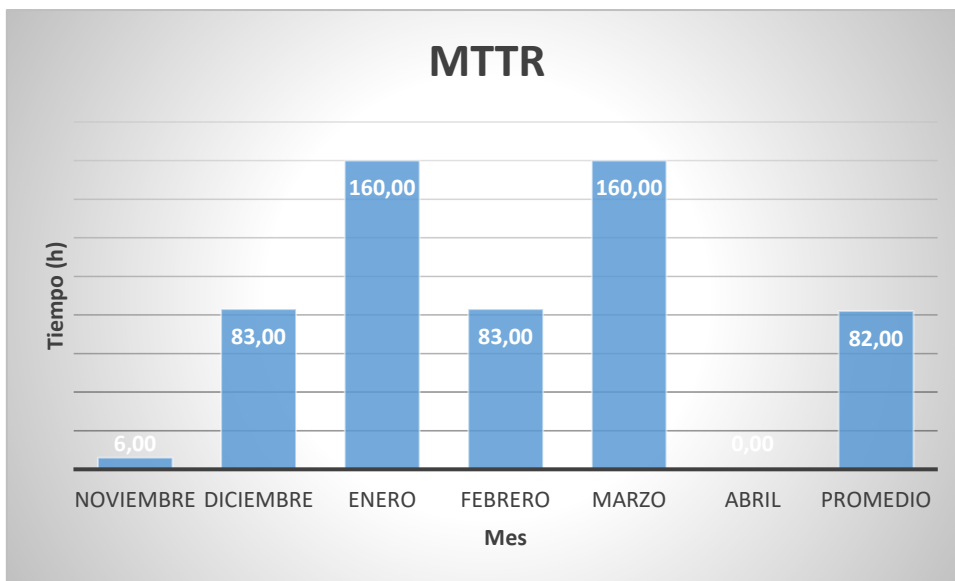
Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 21:** MTBF de los camiones grúa por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

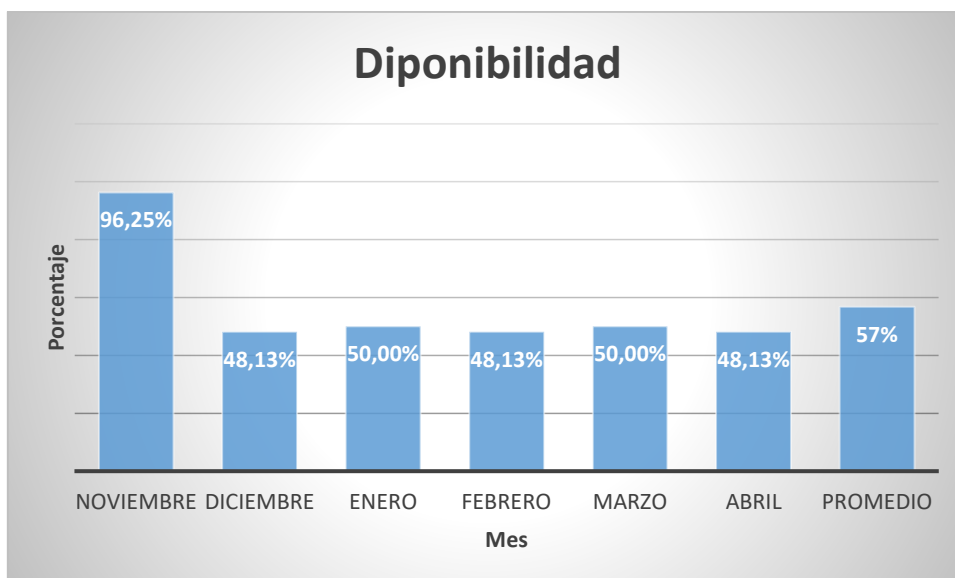
**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 22:** MTTR de los camiones grúa por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 23:** Disponibilidad de los camiones grúa por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En los gráficos 20, 21, 22 y 23, se pueden observar los índices de los indicadores de mantenimiento teniendo como observación y que influyo en gran parte del cálculo de estos el siniestro del camión grúa Chevrolet, mismo que entro inmediatamente a reparación en la casa del vehículo. Por lo que se ha tenido a disposición las horas solo del camión KENWORTH cuando no tuvo ningún mantenimiento, otro aspecto a resaltar también son los costos de mantenimiento del camión KENWORTH que al tratarse de un camión nuevo aún se realizan los mantenimientos en la casa por lo que no refleja ningún costo.

## Excavadoras

**Tabla 15.** Resumen de total de fallas/mantenimientos y horas de demora ocupadas en camiones grúa.

N°	Maquina	Numero de activo	nov-24		dic-24		ene-25		feb-25		mar-25		abr-25	
			N° Fallas	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas	N° Fallos	Horas
1	Excavadora CATERPILLAR 320DL	261723	1	6	0	0	1	160	1	160	1	160	1	160
2	Excavadora CATERPILLAR 320DL	261724	1	160	1	160	1	160	1	160	1	160	1	160
3	Excavadora CATERPILLAR 325L	200869	1	2	1	2	1	2	1	160	1	160	1	160
4	Excavadora CATERPILLAR 320D2L	204744	1	3	1	12	1	3	1	3	1	2	0	0

5	Excavadora CATERPILLAR 320D2L	204745	1	2	1	2	1	11	1	2	0	0	1	160
6	Excavadora CATERPILLAR 320D2L	261724	1	3	1	11	1	2	1	2	1	16	1	2
<b>Total</b>			6	176	5	187	6	338	6	487	5	498	5	642

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 15 muestra la información resumida del total de fallas y mantenimientos de las excavadoras realizados por mes en el lapso de los últimos 6 meses y el tiempo que se ocupó en dar solución a cada uno de ellos.

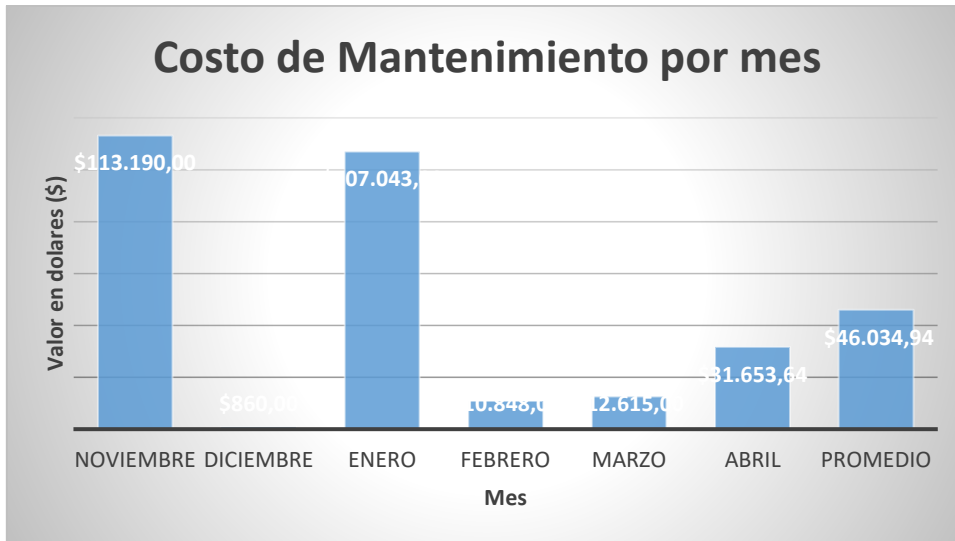
**Tabla 16.** Indicadores de Mantenimiento de excavadoras.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Promedio
<b>Total, de fallos por mes</b>	6	5	6	6	5	5	5,50
<b>Total, de horas de mantenimiento</b>	176	187	338	487	498	642	388,00
<b>Días laborables por mes</b>	20	20	20	20	20	20	20,00
<b>Costo de mantenimiento por mes</b>	\$ 113.190,00	\$ 860,00	\$ 107.043,00	\$ 10.848,00	\$ 12.615,00	\$ 31.653,64	\$ 46034,94
<b>Total, de horas productivas por maquina</b>	160	160	160	160	160	160	160,00
<b>Tota de horas de todas las maquinas</b>	960	960	960	960	960	960	960,00
<b>MTBF</b>	130,67	154,60	103,67	78,83	92,40	63,60	103,96
<b>MTTR</b>	29,33	37,40	56,33	81,17	99,60	128,40	72,04
<b>Disponibilidad</b>	81,67%	80,52%	64,79%	49,27%	48,13%	33,13%	60%

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

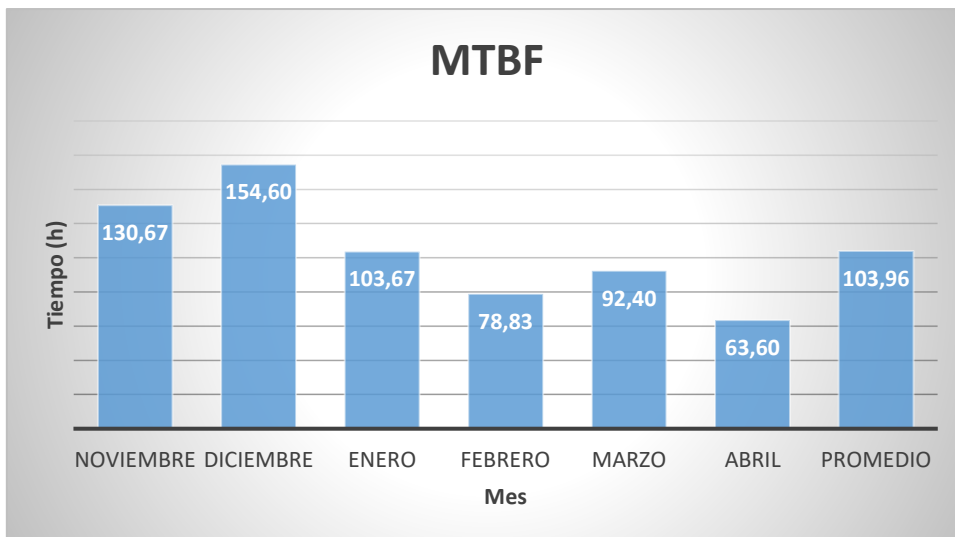
La tabla 16 muestra la información calculada de los indicadores de mantenimiento como costo de mantenimiento por mes, MTBF, MTTR y la disponibilidad de las excavadoras de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.



**Gráfico 24:** Costo de mantenimiento de excavadoras por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

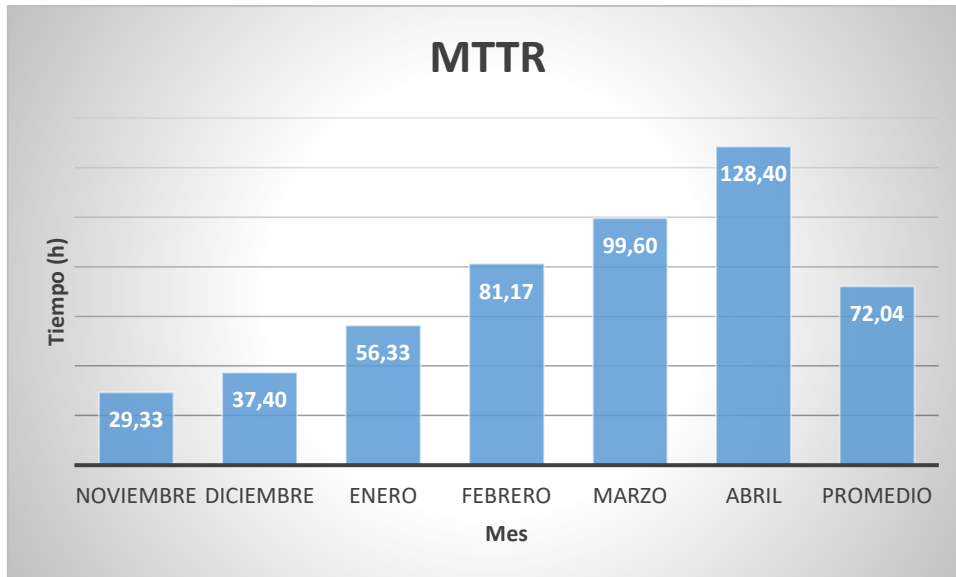
**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 25:** MTBF de las excavadoras por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

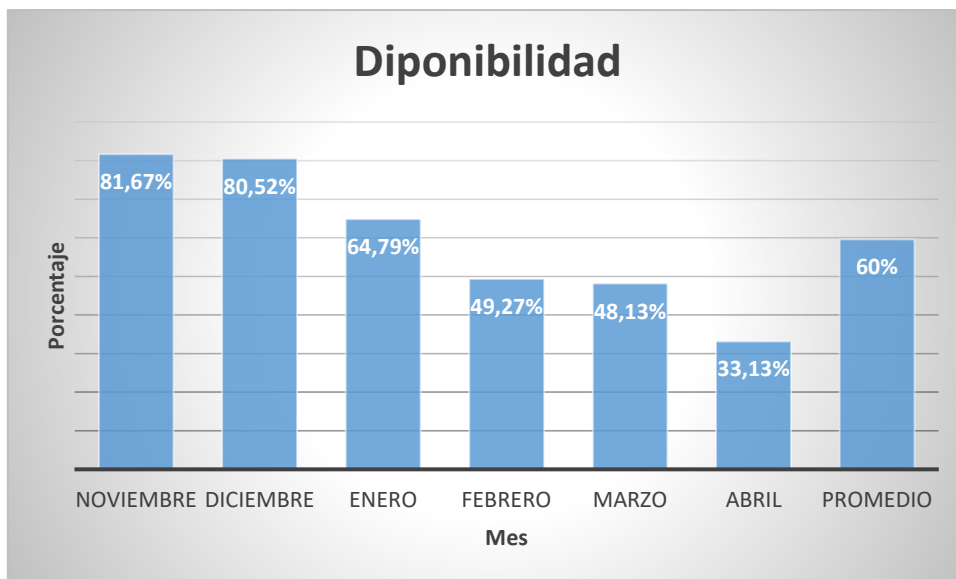
**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 26:** MTTR de excavadoras por mes.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 27:** Disponibilidad de las excavadoras en los 6 meses de diagnóstico.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En los gráficos 24, 25, 26 y 27, se muestra la información de los indicadores de mantenimiento referentes a las excavadoras durante los 6 meses de diagnóstico, en este tipo de maquinaria se puede apreciar con más claridad esta información debido a que se trata de 6 maquinarias y los mantenimientos que se han realizado ya sea preventivos o correctivos son bastante significativos en cuanto a tiempos y costos, recalcando que uno

de los meses más productivos ha sido Noviembre cuando se contaba casi con el total de la disponibilidad de estas máquinas recalando que falta mucho para el estándar que establece la norma en la que se ha basado para este proyecto, ISO 14224.

### Resumen de indicadores de mantenimiento

**Tabla 17.** Resumen de indicadores de mantenimiento teniendo en cuenta maquinaria siniestrada.

<b>Tipo de Maquinaria</b>	<b>Costo prom. Mes</b>	<b>MTTR (horas)</b>	<b>Disponibilidad (horas)</b>
Camiones	\$ 7.436,33	55,66	72%
Tractocamiones	\$ 11.025,00	108,50	49%
Volquetas	\$ 1.250,00	3,67	98%
Camiones con grúa	\$ 2.575,00	82,00	57%
Excavadoras	\$ 46.034,94	72,04	57%
Promedio	\$ 68.321,27	64,37	66%
TOTAL	\$ 409.927,64		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 17 es un resumen de los indicadores de mantenimiento más relevantes como lo son el costo MTTR (tiempo medio de reparación) y la disponibilidad de la maquinaria en este resumen está tomada en cuenta toda la maquinaria incluida la maquinaria que se encuentra en reparación por siniestros. Lo relevante de este resumen es el costo de mantenimiento que es una suma demasiado elevada de dinero esto debido a los altos costos de reparación por la maquinaria siniestrada, así también el tiempo medio de reparación de las fallas es muy demorado en general, la disponibilidad del equipo es muy baja y no entra en el rango de porcentaje recomendado por la norma ISO 14224 estos números también afectados por las ya mencionadas reparaciones por siniestros de la maquinaria.

**Tabla 18.** Resumen de indicadores de mantenimiento sin tener en cuenta maquinaria siniestrada.

<b>Tipo de Maquinaria</b>	<b>Costo prom. Mes</b>	<b>MTTR (horas)</b>	<b>Disponibilidad (horas)</b>
Camiones	\$ 7.436,33	34,61	86%
Tractocamiones	\$ 11.025,00	108,50	49%

Volquetas	\$ 1.250,00	3,67	98%
Camiones con grúa	\$ 2.575,00	82,00	57%
Excavadoras	\$ 27.368,27	52,66	76%
Promedio	\$ 49.654,61	56,29	73%
TOTAL	\$ 297.927,64		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 18 es el resumen de los indicadores de mantenimiento calculados y más relevantes excluyendo la maquinaria siniestrada y para tener valores más objetivos, lo que se puede reflejar es que si bien el costo si disminuye significativamente al excluir esta maquinaria siniestrada los porcentajes de MTTR y la disponibilidad de maquinaria no mejoran mucho por lo que se puede decir que estos números son efecto de la deficiente gestión en el proceso de mantenimiento de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador lo que genera mantenimientos correctivos y esto a su vez un elevado costo de mantenimiento promediando los \$ 50.000,00 dólares mensuales, un tiempo medio de reparación de fallas y mantenimientos de 56 horas por reparación y una disponibilidad de 73 % de la maquinaria mensual lo que está muy por debajo de los rangos recomendados por la norma ISO 14224 que establece recomendaciones en cuanto indicadores de mantenimiento para el sector industrial y el sector industrial petrolero.

## Análisis FODA

**Tabla 19.** Análisis FODA de la implementación de planes de mantenimiento mediante el software IBM MAXIMO en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

	<b>POSITIVOS</b>	<b>NEGATIVOS</b>
<b>INTERNOS</b>	<p style="text-align: center;"><b>FORTALEZAS</b></p> <p><b>Existencia del software IBM MAXIMO:</b> La empresa ya cuenta con un sistema robusto y reconocido a nivel mundial, que permite una gestión integral del mantenimiento, activos, repuestos y planificación automatizada.</p> <p><b>Infraestructura adecuada:</b> La Gerencia de Transporte Guajaló dispone de taller, bodega, almacén y parqueadero, lo cual permite ejecutar mantenimientos en sitio sin depender de terceros.</p> <p><b>Personal técnico disponible:</b> Se cuenta con recurso humano técnico para evaluar e implementar los planes de mantenimiento, lo cual facilita la puesta en marcha del proyecto.</p> <p><b>Base histórica de información:</b> Existe información previa sobre fallas y mantenimiento que puede aprovecharse para la toma de decisiones y estructuración de los planes.</p> <p><b>Importancia estratégica:</b> La Gerencia de Transporte es clave en la cadena logística nacional del crudo, lo que otorga peso institucional al proyecto.</p>	<p style="text-align: center;"><b>DEBILIDADES</b></p> <p><b>Mantenimiento correctivo prevalente:</b> La gestión actual es correctiva en su mayoría, lo que genera paros no programados, sobrecostos y baja disponibilidad operativa.</p> <p><b>Falta de integración al sistema MAXIMO:</b> No se han cargado los datos de equipos y maquinaria en el sistema, impidiendo su uso pleno.</p> <p><b>Falta de planificación estructurada:</b> Ausencia de planes de mantenimiento basados en criticidad, recomendaciones del fabricante y condición real de los activos.</p> <p><b>Baja capacitación del personal:</b> Deficiente conocimiento y uso del software MAXIMO por parte del personal operativo y administrativo.</p> <p><b>Gestión ineficiente de inventarios:</b> La información de stock de repuestos no está sincronizada con el sistema MAXIMO, generando retrasos.</p>
<b>EXTERNOS</b>	<p style="text-align: center;"><b>OPORTUNIDADES</b></p> <p><b>Tendencia global hacia la digitalización del mantenimiento.</b></p> <p><b>Casos exitosos de implementación en otras áreas de EP Petroecuador como terminales marítimos y refinerías,</b> lo cual genera una hoja de ruta válida.</p> <p><b>La política pública respalda el uso eficiente de recursos, digitalización de procesos y sostenibilidad.</b></p> <p><b>La implementación se considera viable económica y técnicamente,</b> ya que se basa en recursos existentes y no en inversiones costosas.</p>	<p style="text-align: center;"><b>AMENAZAS</b></p> <p><b>La cultura interna puede oponerse a procesos digitalizados,</b> especialmente en entornos acostumbrados a registros manuales.</p> <p><b>Parte de la maquinaria podría no contar con sensores o interfaces necesarias para integrar mantenimiento predictivo de forma eficiente.</b></p> <p><b>La gestión pública está sujeta a cambios de administración,</b> lo que puede frenar proyectos de continuidad.</p> <p><b>Procesos de compras, contrataciones o aprobaciones pueden retrasar la ejecución del mantenimiento programado.</b></p> <p><b>Falta de continuidad en la capacitación.</b></p>

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 19 es un análisis FODA sobre la implementación de planes de mantenimiento mediante el software IBM MAXIMO en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador, misma que brinda una ayuda al diagnóstico de la situación actual para establecer puntos importantes en el proyecto.

## Área de estudio

Tabla 20. Área de estudio.

<b>Dominio</b>	Tecnología y Sociedad
<b>Línea de investigación</b>	Sistemas Industriales
<b>Campo</b>	Ingeniería Industrial
<b>Área</b>	Tecnologías mecánicas e industriales
<b>Objeto de estudio</b>	La gestión mantenimiento aplicado a la maquinaria pesada de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador Guajaló.
<b>Aspecto</b>	Técnico, proceso de mantenimiento. Gestional, planificación y mejora de procesos de mantenimiento.
<b>Periodo de análisis</b>	Abril 2025 – agosto 2025

Fuente: Universidad Indoamérica.

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).

## Modelo operativo

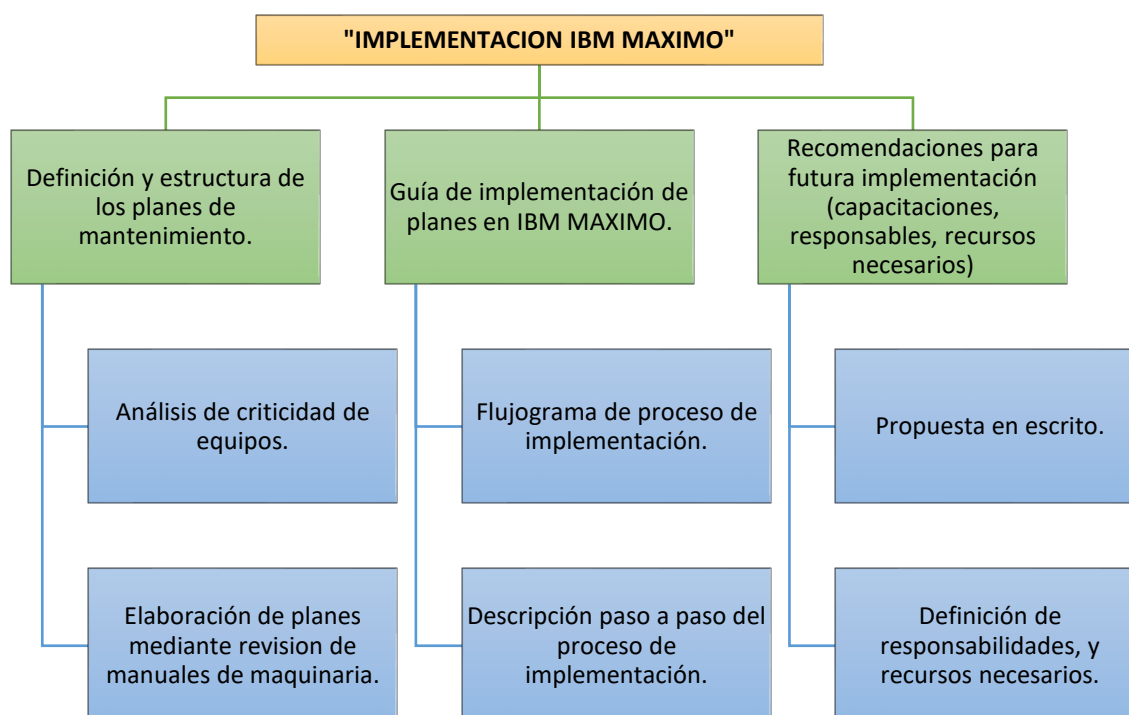


Gráfico 28: Modelo operativo.

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).

## **Desarrollo del Modelo Operativo**

### **Definición y estructura de los planes de mantenimiento**

En esta parte se realiza un análisis de criticidad de las maquinarias en las que se va a implementar los planes de mantenimiento mediante IBM MAXIMO, esto para definir cuáles de los equipos son más críticos y necesitan acción inmediata y los que no representan un riesgo por así decirlo en la operatividad de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador, además de establecer el orden en el que se va a implementar estos planes de mantenimiento en la empresa.

Luego de establecer el análisis de criticidad se procede a elaborar los planes de mantenimiento mediante la revisión de los manuales de propietario de cada una de las maquinarias, esto con la finalidad de apegarnos a las recomendaciones del fabricante aquí se va a establecer la periodicidad de los mantenimientos y las tareas designadas a cada uno de estos mantenimientos periódicos para reducir lo máximo posible los paros de máquinas por mantenimientos correctivos.

### **Guía de implementación de planes en IBM MAXIMO**

Se debe elaborar un flujograma que explique el proceso que va a tener la implementación de los planes de mantenimiento desde el ingreso de información de nueva maquinaria en el sistema y sus medidores de mantenimiento ya sean estos tiempos de servicio o kilometraje en el caso de automotores la elaboración de los planes de mantenimiento, la carga de estos al sistema hasta la asignación de recursos para cada uno de estos planes de mantenimiento o planes de trabajo como los identifica el programa.

Una vez establecido el flujograma se tiene que explicar a detalle cómo se va a realizar cada una de estas fases establecidas en el diagrama de flujo del proceso de implementación de planes de mantenimiento de maquinaria mediante IBM MAXIMO.

### **Recomendaciones para futura implementación (capacitaciones, responsables, recursos necesarios)**

Se va a elaborar una propuesta escrita que detalle por fases lo que se va a hacer para implementar estos planes de mantenimiento de la maquinaria pesada de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador para que sirva de guía al jefe inmediato en este caso el

Ingeniero David Herrera jefe de Mantenimiento de maquinaria pesada de la Gerencia de Transporte y a su vez se pueda socializar y aprobar esta implementación con las autoridades encargadas que para este caso sería el Gerente de Transporte de EP Petroecuador para que se pueda implementar previo a la elaboración de un cronograma de implementación.

Aquí también se establecerán las recomendaciones y los recursos que se van a emplear para poder realizar la implementación de manera técnica y dejando una guía y precedente para que este modelo se pueda aplicar en otras dependencias de la empresa y también a otras empresas con las modificaciones que requieran dependiendo de las necesidades y al sector al que va aplicado.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Mantenimiento industrial**

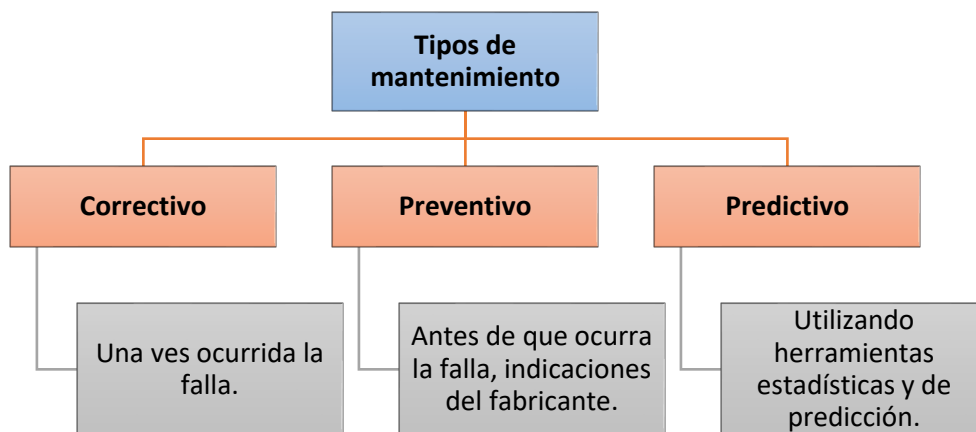
La norma UNE-EN 13306 define el mantenimiento como un conjunto de actividades técnicas, administrativas y de gestión que se llevan a cabo durante el ciclo de vida de un componente. Estas actividades tienen como objetivo mantener el elemento en condiciones adecuadas o devolverlo a un estado que le permita operar correctamente según su diseño, en circunstancias óptimas (Lerma Peris, 2020).

El mantenimiento industrial se entiende como el conjunto de acciones destinadas a asegurar el adecuado funcionamiento de las máquinas y equipos que integran un proceso productivo, lo cual permite que este proceso opere a su máxima eficiencia (Olarte et al., 2010).

El mantenimiento se define como un conjunto de acciones destinadas a asegurar que un equipo cumpla con su vida útil estimada. Este proceso abarca desde la limpieza de sus componentes hasta su reparación. Según algunos autores, el mantenimiento comprende todas las actividades enfocadas en conservar y extender las propiedades físicas de los equipos operativos dentro de una empresa productora, con el fin de asegurar que estos estén en condiciones óptimas para funcionar eficientemente y a costos razonables (Arroyo & Obando, 2022).

Actualmente, la perspectiva sobre el mantenimiento ha evolucionado significativamente. En lugar de enfocarse únicamente en la reparación, se busca generar beneficios a través de todas las etapas del proceso, lo que implica una necesidad constante de que el equipo esté disponible en todo momento. Los gastos asociados al mantenimiento de los equipos son considerablemente altos; si se producen fallas menores y estas se acumulan, los costos pueden incluso superar las ganancias obtenidas durante un día laboral. Por este motivo, un mantenimiento adecuado es esencial para mejorar y preservar la capacidad operativa del equipo, asegurando que se mantenga en su estado óptimo a pesar del desgaste, lo que contribuye a extender su eficacia y prolongar su vida útil (Arroyo Vaca & Obando Quito, 2022).

### Tipos de mantenimiento



**Gráfico 29.** Tipos de mantenimiento.

**Fuente:** Medina, Roger (2022)

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Existen múltiples definiciones sobre los tipos de mantenimiento en contextos operativos, lo que complica la unificación de criterios al respecto. No obstante, la clasificación del tipo de mantenimiento depende de las estrategias aplicadas, las cuales se basan en la relación entre el momento en que ocurren las fallas y el instante en que se lleva a cabo la intervención. En el artículo titulado “Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros”, el autor identifica tres categorías principales, que se definen según su planificación y ejecución: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo (Medina, 2022).

### **Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo, también conocido como "reactivo", se refiere a las labores de reparación que son necesarias una vez que se ha producido un fallo en un equipo. Es importante señalar que este tipo de mantenimiento genera interrupciones, provoca retrasos en la producción y conlleva reparaciones imprevistas y no planificadas. Por lo tanto, se considera el tipo de actividad de mantenimiento más costosa y onerosa. (Medina, 2022).

### **Mantenimiento preventivo**

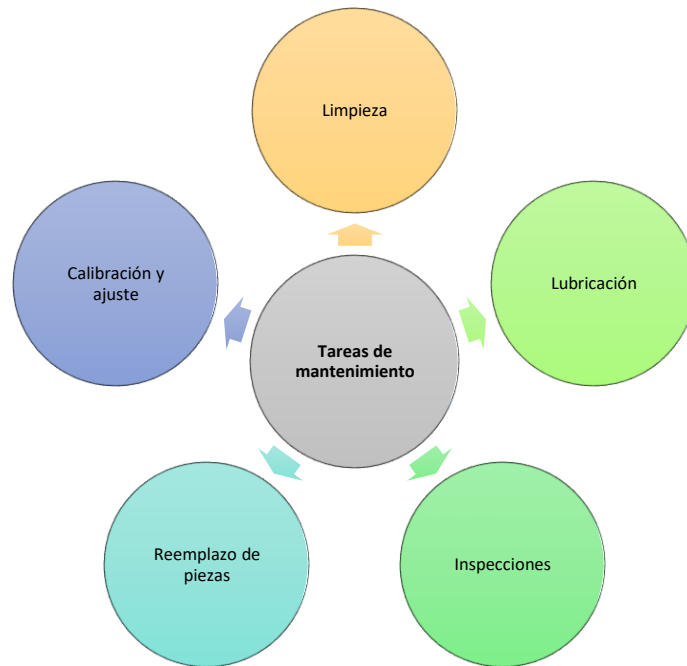
El mantenimiento preventivo se enfoca en evitar la aparición de periodos de inactividad no planificada o el deterioro anticipado de un equipo, lo que podría resultar en la necesidad de realizar acciones correctivas o reparaciones. Este enfoque es fundamental en la gestión del mantenimiento, ya que implica llevar a cabo actividades programadas basadas en fechas o tareas recurrentes, con el objetivo de asegurar niveles aceptables de fiabilidad y disponibilidad. Además, un programa completo de mantenimiento preventivo incorporará también elementos de mantenimiento predictivo (Medina, 2022).

### **Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo permite prever posibles fallos a través del análisis del estado de los equipos. Este proceso generalmente implica el monitoreo de diversos parámetros, tales como la vibración, la temperatura y el flujo. La diferencia fundamental entre el mantenimiento predictivo y el mantenimiento preventivo es que este último se basa en intervenciones manuales programadas, mientras que el mantenimiento predictivo utiliza tecnologías avanzadas para valorar el rendimiento del equipo (Medina, 2022).

### **Tareas de mantenimiento**

El mantenimiento preventivo es fundamental para asegurar que los equipos mecánicos y eléctricos operen de manera eficiente y segura. Estas actividades, realizadas de forma periódica, buscan evitar fallos imprevistos y extender la vida útil de los sistemas (MANWINWIN, 2025).



**Gráfico 30.** Tareas de mantenimiento.  
**Fuente:** MANWINWIN (2025).  
**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Limpieza:** En maquinaria mecánica, se retira suciedad o residuos que puedan causar recalentamiento o desgaste. En equipos eléctricos, se limpia el polvo que puede afectar conexiones y generar fallas térmicas (MANWINWIN, 2025).

**Lubricación:** Se aplica grasa o aceite en componentes móviles para reducir la fricción, tanto en sistemas mecánicos como en ciertos elementos eléctricos como motores. Es esencial seguir las recomendaciones del fabricante y evitar el exceso (MANWINWIN, 2025).

**Inspecciones:** Se revisan elementos como correas, pernos, niveles de fluidos, cables o conexiones eléctricas, para detectar signos de desgaste o mal funcionamiento. Herramientas como las cámaras térmicas ayudan en equipos eléctricos (MANWINWIN, 2025).

**Reemplazo de piezas:** Se sustituyen partes con vida útil limitada, como filtros, juntas, correas, fusibles o baterías, asegurando así un rendimiento constante (MANWINWIN, 2025).

**Calibración y ajustes:** Se realizan tareas como alinear, tensar o ajustar componentes, y en sistemas eléctricos, se calibran sensores o dispositivos de control para garantizar que operen dentro de los parámetros establecidos (MANWINWIN, 2025).

## **IBM MAXIMO**

IBM MAXIMO es un software de gestión de activos empresariales que se utiliza para la gestión del mantenimiento, especialmente en entornos industriales y de infraestructura. Ayuda a las organizaciones a gestionar, optimizar y mantener sus activos físicos (como equipos, maquinaria, edificios, vehículos, etc.) a lo largo de todo su ciclo de vida. IBM MAXIMO se enfoca en mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la vida útil de los activos (IBM, 2025).

En el contexto de la gestión del mantenimiento, IBM MAXIMO va más allá de un simple CMMS ofreciendo funcionalidades avanzadas como análisis predictivo, gestión del ciclo de vida completo de los activos y capacidades móviles para técnicos de campo (IBM, 2025).

En resumen, IBM MAXIMO es una plataforma integral que permite:

- **Gestión de Activos:** Registrar y rastrear información detallada sobre todos los activos de una organización, incluyendo especificaciones técnicas, historial de mantenimiento y ubicación.
- **Gestión de Mantenimiento:** Planificar, programar y ejecutar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, gestionando órdenes de trabajo, inventario de repuestos y recursos.
- **Optimización de Activos:** Utilizar análisis predictivos, datos de IoT y otras herramientas para mejorar el rendimiento de los activos, reducir el tiempo de inactividad no planificado y prolongar su vida útil.
- **Gestión de Inventario:** Controlar el inventario de repuestos y materiales, asegurando que estén disponibles cuando se necesiten para las tareas de mantenimiento.
- **Gestión de Contratos y Proveedores:** Gestionar contratos con proveedores de servicios de mantenimiento y seguimiento de la garantía de los activos.

- **Análisis y Reportes:** Generar informes personalizados para supervisar el rendimiento de los activos y el cumplimiento de los planes de mantenimiento (IBM, 2025).

Con todas las herramientas que posee el programa es posible tener una gestión integral de los activos y lo convierte en uno de los programas más valiosos en cuanto a gestión de activos y mantenimiento se trata (IBM, 2025).

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS**

#### **Presentación de la propuesta**

La Gerencia de Transporte de EP Petroecuador, bajo la dirección de su Jefatura de Mantenimiento de maquinaria pesada, es responsable de la administración de la maquinaria pesada y la flota vehicular del Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE), que abarca desde la región oriental hasta el puerto marítimo de Balao en Esmeraldas. Esta gerencia se encarga del transporte y almacenamiento adecuados tanto del crudo como de sus derivados, lo que hace crucial contar con una gestión eficiente del mantenimiento de los equipos para asegurar un funcionamiento óptimo y reducir costos asociados a mantenimientos correctivos y paradas no programadas. Por ello, se ha decidido implementar un sistema para mejorar la gestión del mantenimiento del grupo de maquinaria pesada a cargo de la empresa, con el objetivo adicional de disminuir los costos y gastos relacionados con estos procesos.

#### **Análisis de criticidad de maquinaria**

La norma ISO 14224 establece los criterios más comunes y recomendados que se deben evaluar según el sector al que pertenece la empresa para establecer la criticidad de los equipos.

## Criterios de evaluación

En los criterios de evaluación se va a tomar en cuenta al grupo de maquinarias para establecer las ponderaciones se tomará en cuenta a la maquinaria que más fallos o mantenimientos tuvo en el transcurso de los últimos 6 meses en los que se obtuvo los datos del diagnóstico inicial. A continuación, se presentan los criterios que se a evaluar.

### Seguridad

En seguridad se va a tomar en cuenta si la maquinaria al producirse un fallo puede causar accidentes o poner en riesgo la vida humana, la tabla 21 muestra la severidad y la puntuación que se va a colocar según sea pertinente entre 0 y 10.

**Tabla 21.** Criterio de seguridad.

<b>Severidad</b>	<b>Puntuación</b>
Critica (Potencial muerte o incapacidad permanente del operario)	10
Alta (Lesiones graves o exposición a riesgos eléctricos, hidráulicos o térmicos.)	7
Moderada (Lesiones menores)	4
Baja (No representa peligro)	1

**Fuente:** ISO 14224.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

### Medio Ambiente

La tabla 22 muestra la información del daño ambiental que podría generar un fallo con su respectiva ponderación entre 1 y 10 teniendo en cuenta si se puede provocar algún tipo de derrame o contaminación.

**Tabla 22.** Consideración de medio ambiente.

<b>Daño ambiental</b>	<b>Puntuación</b>
Contaminación grave en agua, suelo o aire.	10
Riesgo de derrame de combustible, aceites o sustancias contaminantes.	7
Pequeños derrames o fugas de fluidos no peligrosos.	4
No contiene ni transporta fluidos peligrosos.	1

**Fuente:** ISO 14224.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

### Frecuencia de falla/mantenimiento

La tabla 23 establece ponderaciones en cuanto a la frecuencia de fallos.

**Tabla 23.** Frecuencia de fallas.

<b>Frecuencia de fallos/mantenimiento</b>	<b>Puntuación</b>
6 fallas o mantenimientos.	10
3 a 5 fallas o mantenimientos.	7
1 a 2 fallas o mantenimientos.	4
No presenta fallas ni mantenimientos.	1

**Fuente:** ISO 14224.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

### Costo de falla/mantenimiento

La tabla 24 muestra información sobre el costo de los mantenimientos y una ponderación para el análisis de criticidad según sea pertinente entre 1 y 10.

**Tabla 24.** Costo de reparar falla o dar mantenimiento.

<b>Costo de falla/mantenimiento</b>	<b>Puntuación</b>
Mas de \$ 100.000,00	10
Entre \$ 30.000,00 y \$ 99.000,00	7
Entre \$ 10.000,00 y \$ 29.000,00	4
Menor a \$ 10.000,00	1

**Fuente:** ISO 14224.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

### Tiempo de parada

La tabla 25 muestra información del tiempo que se demorar regularmente en reparar una falla de la maquinaria o un mantenimiento regularmente y su respectiva ponderación del 1 al 10.

**Tabla 25.** Tiempo de parada.

<b>Tiempo de parada</b>	<b>Puntuación</b>
Mas de 80 horas o dos semanas	10
Entre 1 y 2 semanas	7
Menos de 1 semana	4
Menos de 1 jornada de 8 horas	1

**Fuente:** ISO 14224.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

### Relevancia estratégica

La tabla 26 muestra información de la relevancia de la maquinaria y una ponderación entre 1 y 10 según afecta directa o indirectamente en el proceso u operación logística en este caso del transporte.

**Tabla 26.** Relevancia en el proceso u operación.

<b>Relevancia en el proceso</b>	<b>Puntuación</b>
La maquinaria es clave e irremplazable a corto plazo.	10
La maquinaria es parte activa de la operación logística y no se puede reemplazar de inmediato.	7
La maquinaria apoya operaciones logísticas, pero se puede reemplazar por otra disponible.	4
La maquinaria no participa directamente en el proceso o se la ocupa ocasionalmente.	1

**Fuente:** ISO 14224.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

### Criticidad

Para obtener la criticidad de la maquinaria se va a establecer 3 niveles; crítico, importante y de bajo impacto, según esto se podrá intervenir la maquinaria o establecer el orden en el que se va a implementar los planes en IBM MAXIMO. Este valor se va a obtener de la suma de cada una de las ponderaciones como se muestra en la tabla 27.

**Tabla 27.** Nivel de criticidad.

<b>Criticidad</b>	<b>Ponderación</b>
Crítico	Entre 50 y 60
Importante	Entre 25 y 49
Bajo impacto	Menor a 25

**Fuente:** ISO 14224.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Tabla 28.** Criticidad de la maquinaria de la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador.

Maquinaria	Ponderaciones							Evaluación
	Seguridad	Medio ambiente	Frecuencia	Costo	Tiempo de parada	Relevancia	Criticidad	
Camiones	7	4	4	4	4	1	24	Bajo impacto
Tractocamiones	7	4	7	7	4	4	33	Importante
Volquetas	7	4	7	1	4	4	30	Importante
Camiones con Grúa	7	4	7	4	10	4	36	Importante
Excavadoras	10	7	10	10	10	4	51	Crítico

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 28 muestra el análisis de criticidad para cada tipo de maquinaria considerando los datos obtenidos en el diagnóstico y cuál sería el peor escenario según los mantenimientos y reparaciones de fallas que se han dado en el transcurso de los últimos 6 meses estableciendo como equipo más crítico a las excavadoras esto debido a su importancia y el rol que desempeñan y la consideración de cada uno de los aspectos que recomienda la norma ISO 14224 y siendo de una relevancia importante las otras maquinarias por lo que se va a implementar en el orden que se ha establecido según el análisis de criticidad.

## **Desarrollo de la propuesta**

### **I. Introducción**

La digitalización en la administración del mantenimiento industrial brinda a las empresas la oportunidad de perfeccionar sus procedimientos, disminuir gastos y incrementar la disponibilidad de sus recursos. En este marco, la implementación de plataformas especializadas como IBM MAXIMO se vuelve esencial para automatizar, planificar y supervisar las tareas de mantenimiento. Esto es especialmente relevante en sectores que cuentan con una gran cantidad de equipos críticos, como sucede en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador.

Actualmente, la gerencia enfrenta limitaciones en la planificación, ejecución y seguimiento de las tareas de mantenimiento, debido a la falta de integración sistematizada de planes preventivos adaptados a las condiciones operativas reales de la maquinaria pesada. Como parte del presente estudio, y en función del diagnóstico realizado previamente, se plantea una propuesta técnica de estructuración e integración de los planes de mantenimiento en IBM MAXIMO, que permita a futuro su implementación eficiente.

Esta propuesta contempla la identificación de equipos, diseño de planes de trabajo (planes de mantenimiento), asignación de recursos, definición de frecuencias y establecimiento de responsables, todo bajo la lógica funcional que exige el sistema IBM MAXIMO. El objetivo principal es dejar un modelo funcional y replicable que sirva como hoja de ruta para la digitalización del mantenimiento preventivo de la maquinaria pesada.

### **II. Objetivos de la propuesta**

- Establecer la estructura técnica necesaria para integrar planes de mantenimiento en IBM MAXIMO, considerando los módulos de activos, planes de mantenimiento preventivo, recursos y tareas.
- Elaborar una guía técnica paso a paso para la configuración e integración de los planes en el sistema IBM MAXIMO, incluyendo tablas de codificación, plantillas de datos y recomendaciones para su implementación futura.

### III. Estructura técnica del plan de mantenimiento

En este punto se detalla las frecuencias de mantenimiento para cada tipo de maquinaria, la estructura que tiene, la descripción del mantenimiento y las tareas que se deben realizar en cada uno de ellos. Además, se establece al responsable de la asignación de recursos y encargado de cargar estos planes en el sistema.

#### ELABORACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO

La elaboración y posterior carga de planes de mantenimiento se va a establecer en el orden de prioridad obtenido por los puntajes del análisis de criticidad realizado anteriormente, de esta manera se va a empezar con las excavadoras, después los camiones con grúa, los tractocamiones, las volquetas y finalmente los camiones que son los que quedaron con el puntaje más bajo en el análisis de criticidad y por ende al final en prioridad. La tabla 29 especifica el orden de implementación de los planes de mantenimiento, así como los puntajes del análisis de criticidad y año de adquisición de las maquinas que corroboran este orden y la principal fuente de donde se obtendrá la información tanto de las frecuencias de los mantenimientos y las tareas que se deben realizar para realizar en cada una de ellas.

**Tabla 29.** Orden de implementación de planes de mantenimiento y fuentes de obtención de datos.

Orden	Maquinaria	Año de adquisición	Puntaje análisis de criticidad	Fuente principal de planes
1°	Excavadora CATERPILLAR 325L	1997	51	SIS 2.0 CATERPILLAR
2°	Excavadora CATERPILLAR 320DL	2010	51	SIS 2.0 CATERPILLAR
3°	Excavadora CATERPILLAR 320D2L	2017	51	SIS 2.0 CATERPILLAR
4°	Camión plataforma con grúa CHEVROLET FVZ 2630 EIII	2014	36	CHEVROLET página oficial
5°	Camión plataforma con grúa KENWORTH T370	2024	36	KENWORTH TRUCKS página oficial
6°	Tractocamión HINO 700	2018	33	HINO MOTORS página oficial
7°	Volqueta HINO FS1ELSD-MAX	2019	30	HINO MOTORS página oficial
8°	Camión HINO GH1JMUA	2015	24	HINO MOTORS página oficial
9°	Camión MACK GU813E	2017	24	MACK TRUCKS página oficial

10°	Camión HINO GH8JMSA	2021	24	HINO MOTORS página oficial
-----	---------------------	------	----	----------------------------

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En este punto se va a establecer la estructura que van a llevar los planes de mantenimiento, información básica del equipo, la frecuencia de los mantenimientos, la descripción del plan de mantenimiento (orden de trabajo como lo llama el programa) y las tareas que se van a realizar en cada orden de trabajo, no se puede detallar con exactitud códigos ni ubicaciones que maneja la empresa por fines de confidencialidad, pero esta información ilustra la idea de cada plan.

### Excavadoras

Para la elaboración de los planes de mantenimiento de cada una de las excavadoras fue necesario la revisión de los manuales del propietario que contienen la información de los mantenimientos periódicos.



**Gráfico 31:** Portadas de los manuales de propietario de excavadoras.

**Fuente:** SIS 2.0 CATERPILLAR.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El gráfico 31 contiene un collage con las portadas de los tres tipos de excavadoras con las que dispone la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador. Estos manuales de propietario

se otorgan de manera física solo a quien haya adquirido uno de los equipos en un concesionario oficial de CATERPILLAR en Ecuador específicamente IASA, distribuidor oficial y encargado de realizar mantenimientos especializados en maquinaria pesada (CATERPILLAR, 2025). Debido al tiempo de adquisición de esta maquinaria y la desorganización dentro de la jefatura no se cuenta con los manuales físicos pero la página oficial de CAT contiene todos los manuales de sus maquinarias y se puede tener acceso a ellos siempre y cuando se tenga las credenciales oficiales que otorga la marca por medio de su distribuidor y es como se ha accedido a la información para la elaboración de los planes de mantenimiento.

### Estructura de plan de mantenimiento de las excavadoras

**Tabla 30.** Estructura de los planes de mantenimiento de Excavadoras.

<b>Elemento</b>	<b>Detalle</b>
Tipo de maquinaria	Excavadoras
Tipo de plan de mantenimiento	Preventivo
Frecuencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 10 horas de servicio o diariamente.</li> <li>• Cada 50 horas de servicio o cada semana.</li> <li>• Cada 100 horas de servicio o cada dos semanas.</li> <li>• Cada 250 horas de servicio o cada mes.</li> <li>• Cada 500 horas de servicio o cada 3 meses.</li> <li>• Cada 1000 horas de servicio o cada 6 meses.</li> <li>• Cada 2000 horas de servicio o cada año.</li> <li>• Cada 6000 horas de servicio o cada 3 años.</li> <li>• Cada 12000 horas de servicio o cada 6 años.</li> </ul>
Requerimientos de plan	Frecuencia, descripción, numero de tareas, descripción de tareas.
Recursos humanos	Se define antes de la ejecución.
Repuestos/insumos	Se programa en IBM MAXIMO previo a la ejecución.
Responsable	Jefe de mantenimiento

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Cabe recalcar que los mantenimientos son acumulativos, así el mantenimiento de las 500 horas se debe realizar en conjunto con el de las 250 horas, 100 horas y las 50 horas como ejemplo (CATERPILLAR, 2025).

**Tabla 31.** Fragmento de tabla del plan de mantenimiento de las excavadoras.

PLAN	DESCRIPCIÓN PLAN DE TRABAJO	TARE A	DESCRIPCIÓN TAREA
Cada 10 horas de trabajo o cada día	AGUA Y CEDIMENTO EN TANQUE DE COMBUSTIBLE	10	Abra la válvula de drenaje haciendo girar hacia la izquierda. Drene el agua y los sedimentos en un recipiente adecuado.
Cada 10 horas de trabajo o cada día	AGUA Y CEDIMENTO EN TANQUE DE COMBUSTIBLE	20	Cierre la válvula de drenaje haciendo girar hacia la derecha.
Cada 10 horas de trabajo o cada día	AJUSTE DE LA CADENA - INSPECCIONAR	10	Compruebe el ajuste de las cadenas. Inspeccione para ver si hay desgaste o acumulación excesiva de tierra.
Cada 10 horas de trabajo o cada día	AJUSTE DE LA CADENA - INSPECCIONAR	20	Si la cadena parece estar demasiado apretada o floja, vea en el menú de operación y mantenimiento, "Ajuste de la cadena - Ajustar".

**Fuente:** SIS 2.0 CATERPILLAR.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 31 muestra un extracto de los planes de mantenimiento que contienen todas las excavadoras con su respectiva frecuencia, descripción del plan y las tareas que conlleva cada uno de los planes, en el apartado de tarea que muestra múltiplos de 10 es un separador de las tareas que va a ser de uso exclusivo para la carga de los datos en el software IBM MAXIMO y hace referencia al orden de esta manera 10 es la primera tarea, 20 la segunda y así sucesivamente con las que se cuenta.

### **Camiones plataforma con grúa**

#### **CHEVROLET FVZ 2630 EIII**

Para la elaboración de los planes de mantenimiento de este modelo de camión grúa fue necesario la revisión de los manuales del propietario que contienen la información de los mantenimientos periódicos.



**Gráfico 32:** Portada manual del propietario camión plataforma con grúa Chevrolet FVZ 2630 EIII.

**Fuente:** CHEVROLET página oficial.

El gráfico 32 es una captura de la imagen de portada del manual del propietario del camión CHEVROLET serie F, al cual solo tienen acceso los propietarios de los equipos y no se encuentra de libre difusión. Este manual es la fuente principal para la elaboración de los planes de mantenimiento del camión plataforma con grúa CHEVROLET FVZ EIII.

### Estructura de plan de mantenimiento del camión grúa CHEVROLET

**Tabla 32.** Estructura de los planes de mantenimiento de Camión grúa Chevrolet FVZ EIII.

Elemento	Detalle
Tipo de maquinaria	Camión plataforma con grúa Chevrolet FVZ EIII
Tipo de plan de mantenimiento	Preventivo
Frecuencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 6000 km o 100 horas de servicio constante.</li> <li>• Cada 12000 km o 200 horas de servicio constante.</li> <li>• Cada 24000 km o 400 horas de servicio constante.</li> <li>• Cada 48000 km o 800 horas de servicio constante.</li> <li>• Cada 96000 km o 1600 horas de servicio constante.</li> </ul>
Requerimientos de plan	Frecuencia, descripción, numero de tareas, descripción de tareas.
Recursos humanos	Se define antes de la ejecución.
Repuestos/insumos	Se programa en IBM MAXIMO previo a la ejecución.
Responsable	Jefe de mantenimiento

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Al igual que en las excavadoras los mantenimientos son acumulativos, es decir en este caso el mantenimiento de los 24000 km incluiría también el de los 6000 km y el de los 12000 y así sucesivamente (CHEVROLET, 2025).

**Tabla 33.** Fragmento de plan de mantenimiento del camión grúa CHEVROLET.

PLAN	DESCRIPCIÓN PLAN DE TRABAJO	TAREA	DESCRIPCIÓN TAREA
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	10	Calentar la transmisión para facilitar el drenaje del aceite usado
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	20	Colocar recipiente adecuado y retirar el tapón de drenaje para vaciar el aceite viejo
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	30	Retirar y limpiar o reemplazar el filtro de aceite de transmisión si aplica
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	40	Revisar el estado del tapón de drenaje y reemplazar la junta si está dañada
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	50	Colocar el tapón de drenaje con el torque especificado por el fabricante
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	60	Llenar la transmisión con aceite nuevo, respetando el tipo y cantidad recomendados
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN	70	Arrancar el motor y verificar que no haya fugas ni ruidos anormales
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE DIFERENCIAL	10	Calentar diferencial para facilitar el drenaje del aceite usado
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE DIFERENCIAL	20	Colocar recipiente adecuado y retirar el tapón de drenaje para vaciar el aceite viejo
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE DIFERENCIAL	30	Inspeccionar y limpiar el imán atrapa partículas en el tapón, si aplica
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE DIFERENCIAL	40	Revisar el estado de juntas y empaques alrededor del diferencial
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE DIFERENCIAL	50	Volver a colocar el tapón de drenaje con torque recomendado
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE DIFERENCIAL	60	Llenar el diferencial con aceite nuevo, usando el tipo y cantidad indicados por el fabricante
Cada 48.000 km o 800 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE DIFERENCIAL	70	Verificar ausencia de fugas tras el llenado y realizar prueba de funcionamiento

**Fuente:** CHEVROLET página oficial.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 33 muestra un extracto de los planes de mantenimiento del camión grúa CHEVROLET con su respectiva frecuencia, descripción del plan y las tareas que conlleva cada uno de los planes.

### **CAMIÓN PLATAFORMA CON GRÚA KENWORTH T370**

Para la elaboración de los planes de mantenimiento de este modelo de camión grúa fue necesario la revisión de los manuales del propietario que contienen la información de los mantenimientos periódicos.



**Gráfico 33:** Portada manual del propietario camión plataforma con grúa Kenworth T370.

**Fuente:** Kenworth página oficial.

El gráfico 33 es una captura de la imagen de portada del manual del propietario del camión Kenworth T370, al cual solo tienen acceso los propietarios de los equipos, pero a diferencia de otros equipos si se tiene acceso en diferentes fuentes que facilitan este tipo de manuales. De este manual se ha tomado la información fundamental para la elaboración de los planes de mantenimiento.

### **Estructura de plan de mantenimiento del camión grúa Kenworth T370**

**Tabla 34.** Fragmento de los planes de mantenimiento de Camión grúa Kenworth T370.

<b>Elemento</b>	<b>Detalle</b>
Tipo de maquinaria	Camión plataforma con grúa Kenworth T370
Tipo de plan de mantenimiento	Preventivo
Frecuencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 12000 km.</li> <li>• Cada 24000 km.</li> <li>• Cada 48000 km.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 96000 km.</li> <li>• Cada 192000 km.</li> </ul>
Requerimientos de plan	Frecuencia, descripción, número de tareas, descripción de tareas.
Recursos humanos	Se define antes de la ejecución.
Repuestos/insumos	Se programa en IBM MAXIMO previo a la ejecución.
Responsable	Jefe de mantenimiento

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Igualmente, los mantenimientos son acumulativos como en la maquinaria antes mencionada (Kenworth, 2020).

**Tabla 35.** Fragmento de plan de mantenimiento del camión grúa Kenworth T370.

PLAN	DESCRIPCIÓN PLAN DE TRABAJO	TAREA	DESCRIPCIÓN TAREA
Cada 96.000 km	CAMBIO DEL LÍQUIDO Y FILTRO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	10	Estacionar el camión en superficie nivelada y asegurar que el motor esté apagado y frío
Cada 96.000 km	CAMBIO DEL LÍQUIDO Y FILTRO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	20	Localizar el depósito de dirección hidráulica y retirar la tapa con cuidado
Cada 96.000 km	CAMBIO DEL LÍQUIDO Y FILTRO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	30	Drenar completamente el líquido del sistema mediante la línea de retorno o tapón de drenaje, según configuración
Cada 96.000 km	CAMBIO DEL LÍQUIDO Y FILTRO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	40	Retirar el filtro interno (si aplica) o externo del sistema de dirección hidráulica
Cada 96.000 km	CAMBIO DEL LÍQUIDO Y FILTRO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	50	Instalar nuevo filtro compatible según especificación del fabricante
Cada 96.000 km	CAMBIO DEL LÍQUIDO Y FILTRO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	60	Llenar el sistema con líquido hidráulico nuevo del tipo y cantidad indicados en el manual
Cada 96.000 km	CAMBIO DEL LÍQUIDO Y FILTRO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	70	Arrancar el motor y girar el volante de tope a tope varias veces para purgar el aire del sistema
Cada 96.000 km	CAMBIO DEL LÍQUIDO Y FILTRO DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA	80	Verificar nivel final y completar si es necesario; revisar que no existan fugas en conexiones o mangueras
Cada 96.000 km	INSPECCIÓN DE COJINETES DE RUEDA DELANTERA Y TRASERA (BUSCAR FUGAS Y JUEGO)	10	Elevar el eje correspondiente (delantero o trasero) utilizando soportes de seguridad adecuados
Cada 96.000 km	INSPECCIÓN DE COJINETES DE RUEDA DELANTERA Y TRASERA (BUSCAR FUGAS Y JUEGO)	20	Girar cada rueda manualmente para detectar ruidos anómalos o fricción irregular
Cada 96.000 km	INSPECCIÓN DE COJINETES DE RUEDA DELANTERA Y TRASERA (BUSCAR FUGAS Y JUEGO)	30	Sujetar la rueda por la parte superior e inferior y moverla en dirección vertical para comprobar presencia de juego axial o radial

Cada 96.000 km	INSPECCIÓN DE COJINETES DE RUEDA DELANTERA Y TRASERA (BUSCAR FUGAS Y JUEGO)	40	Inspeccionar visualmente la zona del cubo por presencia de grasa o aceite, indicio de fuga en los retenes
Cada 96.000 km	INSPECCIÓN DE COJINETES DE RUEDA DELANTERA Y TRASERA (BUSCAR FUGAS Y JUEGO)	50	Revisar si hay acumulación de suciedad mezclada con grasa que indique una posible filtración
Cada 96.000 km	INSPECCIÓN DE COJINETES DE RUEDA DELANTERA Y TRASERA (BUSCAR FUGAS Y JUEGO)	60	Verificar que los tapacubos y retenes estén bien asentados y sin daño aparente
Cada 96.000 km	INSPECCIÓN DE COJINETES DE RUEDA DELANTERA Y TRASERA (BUSCAR FUGAS Y JUEGO)	70	Si se detecta juego excesivo o fuga, recomendar desmontaje y mantenimiento correctivo del cojinete

**Fuente:** Kenworth página oficial.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 35 muestra un extracto de los planes de mantenimiento del camión grúa Kenworth T370 con su respectiva frecuencia, descripción del plan y las tareas que conlleva cada uno de los planes.

### Tractocamiones y volquetas HINO serie 700

Tanto el tractocamión HINO 700 y las volquetas comparten el modelo perteneciente a HINO 700 por lo que se ha procedido a basarse en el mantenimiento de estos dos en el manual general del HINO 700 ya que la empresa lo maneja de esta forma y para las variaciones solo se tomaran en cuenta algunas consideraciones por el cambio de camión a volqueta por que el resto de mecánica y diseño es el mismo.

<b>HINO</b>  <b>MANUAL DE TALLER</b>	INDICE: GRUPO MOTOR 1/2
	INTRODUCCIÓN GENERAL
	INTRODUCCIÓN DEL MOTOR
	MECANISMO DEL MOTOR
	SISTEMA DE TOMA DE AIRE
	SISTEMA DE ESCAPE
	SISTEMA DE LUBRICACIÓN
	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO
	SISTEMA DE COMBUSTIBLE
	TURBOCARGADOR
	BOMBA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE
	CONTROL DE EMISIÓN
	ALTERNADOR
	ARRANCADOR
	COMPRESOR DE AIRE
	P.T.O. DEL MOTOR (TOMA DE POTENCIA)
RETARDADOR DEL MOTOR	
CONTROL DEL MOTOR	
<b>HinoMotors Ltd.</b> <small>Todos los derechos reservados. Este manual no puede ser reproducido o copiado, parcial o totalmente, sin la aprobación por escrito de Hino Motors Ltd.</small>	

**Gráfico 34:** Portada del manual del propietario HINO serie 700.

**Fuente:** HINO página oficial.

El gráfico 34 es una captura de la imagen de portada del manual del propietario de camiones y tractocamiones HINO serie 700. De este manual se ha tomado la información fundamental para la elaboración de los planes de mantenimiento.

### Estructura de plan de mantenimiento de tractocamiones y volquetas HINO 700

**Tabla 36.** Estructura de los planes de mantenimiento de tractocamiones y volquetas HINO 700.

Elemento	Detalle
Tipo de maquinaria	Tractocamiones y volquetas HINO 700
Tipo de plan de mantenimiento	Preventivo
Frecuencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 5000 km.</li> <li>• Cada 10000 km.</li> <li>• Cada 20000 km.</li> <li>• Cada 40000 km.</li> <li>• Cada 80000 km.</li> </ul>
Requerimientos de plan	Frecuencia, descripción, numero de tareas, descripción de tareas.
Recursos humanos	Se define antes de la ejecución.
Repuestos/insumos	Se programa en IBM MAXIMO previo a la ejecución.
Responsable	Jefe de mantenimiento

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Los mantenimientos como en los casos anteriores también son acumulativos y se los debe realizar estrictamente como indica el manual del propietario (HINO, 2017).

**Tabla 37.** Fragmento de plan de mantenimiento de camiones y tractocamiones HINO serie 700.

PLAN	DESCRIPCIÓN PLAN DE TRABAJO	TAREA	DESCRIPCIÓN TAREA
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DEL MOTOR	10	Calentar el motor ligeramente para facilitar el drenaje del aceite
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DEL MOTOR	20	Retirar el tapón del cárter y drenar completamente el aceite usado
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DEL MOTOR	30	Reemplazar el filtro de aceite según procedimiento del fabricante
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DEL MOTOR	40	Colocar nuevamente el tapón y apretar con torque especificado
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DEL MOTOR	50	Llenar con el tipo y cantidad de aceite recomendado para motor pesado

Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DEL MOTOR	60	Encender el motor, verificar presión de aceite y posibles fugas
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	INSPECCIONAR ZAPATAS/TAMBORES DE FRENO	10	Desmontar las ruedas para acceder al sistema de frenos
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	INSPECCIONAR ZAPATAS/TAMBORES DE FRENO	20	Inspeccionar visualmente el grosor de las zapatas de freno
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	INSPECCIONAR ZAPATAS/TAMBORES DE FRENO	30	Verificar desgaste irregular, fisuras o cristalización del material
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	INSPECCIONAR ZAPATAS/TAMBORES DE FRENO	40	Revisar tambores por rayaduras, fisuras o aislamiento
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	INSPECCIONAR ZAPATAS/TAMBORES DE FRENO	50	Medir desgaste con herramientas según especificaciones del fabricante
Cada 5.000 km o 250 horas de servicio	INSPECCIONAR ZAPATAS/TAMBORES DE FRENO	60	Reemplazar componentes si están fuera de tolerancia

**Fuente:** HINO página oficial.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 37 muestra un extracto de los planes de mantenimiento de los tractocamiones y volquetas HINO serie 700 con su respectiva frecuencia, descripción del plan y las tareas que conlleva cada uno de los planes.

### **Camiones HINO serie 500**

Al igual que en los tractocamiones y las volquetas HINO serie 700 los camiones que maneja la empresa en la marca HINO son dos modelos pertenecientes a la serie 500 de la marca, por lo que después de la revisión de los manuales del propietario, no solo que se encuentran similitudes si no que la empresa maneja el mismo manual solo especifica los diferentes modelos que pertenecen a la serie 500 con ligeras variaciones pero que al tratarse de la misma serie manejan sus mantenimientos de la misma manera.



**Gráfico 35:** Portada del manual del propietario HINO serie 500.

**Fuente:** HINO página oficial.

El gráfico 35 es una captura de la imagen de portada del manual del propietario de camiones HINO serie 500. De este manual se ha tomado la información fundamental para la elaboración de los planes de mantenimiento.

### **Estructura de plan de mantenimiento de camiones HINO 500**

**Tabla 38.** Estructura de los planes de mantenimiento de camiones HINO 500.

<b>Elemento</b>	<b>Detalle</b>
Tipo de maquinaria	Camión HINO 500
Tipo de plan de mantenimiento	Preventivo
Frecuencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 5000 km.</li> <li>• Cada 10000 km.</li> <li>• Cada 20000 km.</li> <li>• Cada 40000 km.</li> <li>• Cada 80000 km.</li> </ul>
Requerimientos de plan	Frecuencia, descripción, número de tareas, descripción de tareas.
Recursos humanos	Se define antes de la ejecución.
Repuestos/insumos	Se programa en IBM MAXIMO previo a la ejecución.
Responsable	Jefe de mantenimiento

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Hay que aclarar que este modelo de camión también se deben realizar los mantenimientos acumulativos como en los modelos anteriores (HINO, 2020).

**Tabla 39.** Fragmento de plan de mantenimiento de camiones HINO serie 500.

PLAN	DESCRIPCIÓN PLAN DE TRABAJO	TAREA	DESCRIPCIÓN TAREA
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN	10	Calentar ligeramente la transmisión para facilitar el drenaje
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN	20	Ubicar y retirar el tapón de drenaje del aceite
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN	30	Esperar a que drene completamente el aceite usado
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN	40	Colocar el tapón y asegurar su cierre adecuado
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN	50	Verter la cantidad y tipo de aceite nuevo especificado
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN	60	Verificar nivel y ausencia de fugas tras llenado
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL	10	Colocar el vehículo en superficie nivelada y segura
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL	20	Retirar el tapón de drenaje y drenar el aceite usado
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL	30	Inspeccionar el aceite drenado por partículas o contaminación
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL	40	Colocar el tapón de drenaje y asegurarlo bien
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL	50	Llenar con aceite nuevo según especificaciones del fabricante
Cada 40.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIAR ACEITE DE DIFERENCIAL	60	Verificar que no haya fugas y nivel correcto

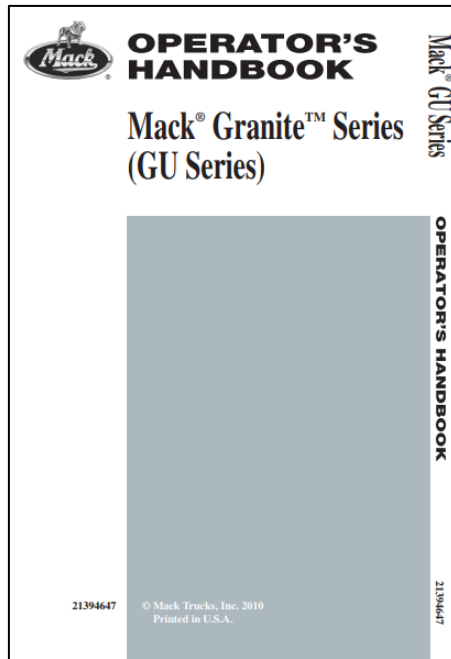
**Fuente:** HINO página oficial.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 39 muestra un extracto de los planes de mantenimiento de camiones HINO serie 500 con su respectiva frecuencia, descripción del plan y las tareas que conlleva cada uno de los planes.

### **Camión MACK GU813**

Para realizar los planes de mantenimiento de los camiones Mack también se ha tenido en cuenta el manual del propietario que contiene la información de la frecuencia de los mantenimientos y las tareas que en estos se debe realizar.



**Gráfico 36:** Portada del manual del propietario del camión Mack GU813.

**Fuente:** Página oficial MACK.

El gráfico 36 es una captura de la imagen de portada del manual del propietario de camiones Mack GU813. De este manual se ha tomado la información fundamental para la elaboración de los planes de mantenimiento, así como las tareas que se debe realizar en cada uno de los mantenimientos.

### **Estructura de plan de mantenimiento del camión MACK GU813**

**Tabla 40.** Estructura de los planes de mantenimiento de camiones Mack GU813.

<b>Elemento</b>	<b>Detalle</b>
Tipo de maquinaria	Tractocamiones y volquetas HINO 700
Tipo de plan de mantenimiento	Preventivo
Frecuencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 20000 km.</li> <li>• Cada 40000 km.</li> <li>• Cada 80000 km.</li> <li>• Cada 160000 km.</li> </ul>
Requerimientos de plan	Frecuencia, descripción, numero de tareas, descripción de tareas.
Recursos humanos	Se define antes de la ejecución.
Repuestos/insumos	Se programa en IBM MAXIMO previo a la ejecución.
Responsable	Jefe de mantenimiento

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Todos los mantenimientos son acumulativos así el mantenimiento de los 160000 km se debe realizar junto a los mantenimientos de los 80000 km, 40000 km y 20000 km junto con todas las tareas que estos conllevan (Mack Trucks, 2015).

**Tabla 41.** Fragmento de plan de mantenimiento de los camiones Mack GU813.

PLAN	DESCRIPCIÓN PLAN DE TRABAJO	TAREA	DESCRIPCIÓN TAREA
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DIFERENCIAL	10	Elevar el vehículo y asegurar posición segura para el trabajo
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DIFERENCIAL	20	Drenar completamente el aceite de transmisión y diferencial en recipientes adecuados
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DIFERENCIAL	30	Retirar y limpiar los tapones de drenaje y llenado
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DIFERENCIAL	40	Revisar estado de imanes o tapones magnéticos y limpiar residuos metálicos
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DIFERENCIAL	50	Llenar transmisión y diferencial con el aceite especificado por Mack, en cantidad y tipo
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DIFERENCIAL	60	Verificar niveles y ajustar según especificaciones
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DE ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DIFERENCIAL	70	Comprobar ausencia de fugas después del llenado
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	10	Asegurarse que el motor esté frío antes de iniciar el proceso
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	20	Abrir el tapón del radiador y el tanque de expansión para liberar presión
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	30	Drenar completamente el refrigerante del sistema de enfriamiento por el tapón de drenaje
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	40	Cerrar el tapón de drenaje y limpiar áreas cercanas
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	50	Preparar mezcla de refrigerante y agua destilada según especificación del fabricante
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	60	Llenar el sistema de enfriamiento con la mezcla preparada, evitando burbujas de aire

Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	70	Encender el motor y dejarlo alcanzar temperatura de operación para purgar aire
Cada 160.000 km o 2.000 horas de servicio	CAMBIO DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR	80	Revisar nivel y ajustar refrigerante en tanque de expansión

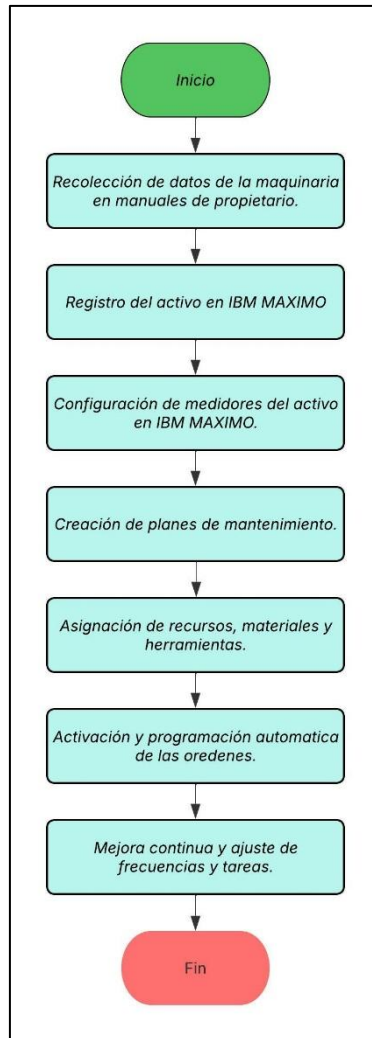
**Fuente:** Página oficial Mack.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 41 muestra un extracto de los planes de mantenimiento de LOS camiones Mack GU813 con su respectiva frecuencia, descripción del plan y las tareas que conlleva cada uno de los planes.

#### **IV. Guía para implementación técnica y operativa en el sistema IBM MAXIMO**

Para entender cómo funciona el programa primero se va a explicar cómo es el ingreso de los datos desde cero es decir como si se adquiriera una maquinaria nueva y se la va a ingresar al sistema y como se van a integrar los planes de mantenimiento y las tareas que contiene cada uno.



**Gráfico 37:** Flujograma de integración de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El gráfico 37 contiene un flujograma que ilustra el proceso de cómo es la integración de planes de mantenimiento en maquinaria desde cero, en nuestro caso partiendo desde la información que se ha obtenido desde el diagnóstico. A continuación, se va a detallar este procedimiento que va a servir como guía para la posible implementación del resto de equipo y maquinaria de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador u otra área de la empresa ya que se cuenta con la licencia total de IBM MAXIMO y está habilitado para toda la empresa.

## PROCEDIMIENTO PARA LA INTEGRACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA EN MÁXIMO

1. El primer paso antes de ingresar un equipo o maquinaria nuevo o existente en el sistema es tener la información de esta que se encuentra en los manuales del fabricante, en algunos casos lo denominan manual del propietario, y es fundamental ya que contiene la información de operación del equipo, así como de los mantenimientos y los materiales e insumos que se deben utilizar para cada uno de ellos y las normas de seguridad que se deben seguir para operar estos equipos.
2. Después de que se tenga lista la información se debe ingresar en el sistema en la opción de “Activos” en la creación de nuevos activos y se deberán llenar cada uno de los campos con las características que solicite la aplicación y que se disponga del equipo o maquinaria, así como su clasificación y ubicación en la empresa.
3. Como siguiente e indispensable para los mantenimientos se debe ingresar información de los medidores del activo en máximo esto puede ser tiempo de operación o en el caso de automotores kilómetros recorridos.
4. Como siguiente paso se deben ingresar los planes de mantenimiento y esto se puede hacer directamente desde el software máximo como se ilustra a continuación.

The screenshot displays the IBM MAXIMO software interface for creating a maintenance plan. The top navigation bar includes tabs for 'Orden de trabajo', 'Planes', 'Asignaciones', 'Registros relacionados', 'Consumos actuales', 'Plan de seguridad', 'Registro', and 'Informes de anomalías'. The main form area is divided into several sections:

- Orden de trabajo:** 1047, Falla de alternador
- Ubicación:** SDC-0101 > UBICACION DE PRUEBA
- Activo:** CAMION001 > Vehículo
- Artículo de configuración:**
- OT de nivel superior:**
- Clasificación:**
- Descripción de clase:**
- Nombre de la entrada de ejecución:**
- ¿Instalación de reparación necesaria?:**
- Instalación de reparación:**
- Planta:** SLX\_DIST
- Clase:** WORKORDER
- Tipo de trabajo:**
- Cuenta del LM:** 0-0-0-0
- Clase de anomalía:**
- Código de problema:**
- Estado del material del almacén:**
- Estado del material de despacho directo:**
- Estado del material del paquete de trabajo:**
- Estado de material actualizado por última vez:**
- Adjuntos:**
- Estado:** WAPPR
- Fecha de estado:** 9/07/20 10:12
- ¿Heredar cambios de estado?:**
- ¿Acepta cargos?:**
- ¿Es tarea?:**
- ¿Con control de flujo?:**
- ¿Suspender control de flujo?:**
- Acción de flujo:**
- ¿Ayuda de acción de flujo?:**

**Gráfico 38:** Creación de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.

**Fuente:** Entorno de trabajo IBM MAXIMO.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En el gráfico 38 se muestra el entorno de trabajo de IBM MAXIMO en el apartado de creación de planes de mantenimiento que en el programa se denominan ordenes de trabajo en donde se registran de forma directa los planes para el equipo seleccionado, a manera

de ilustración se ha puesto un camión y es aquí donde se ingresan uno a uno los detalles de los planes como la frecuencia, el tipo de mantenimiento que se va a realizar y que tareas conlleva cada uno de los planes.

Para nuestro caso específico los planes se van a cargar desde una plantilla previamente elaborada que contiene los detalles de la frecuencia del mantenimiento, la descripción de este, las tareas que conlleva este mantenimiento, un código de ubicación del activo o maquinaria a la que se va a realizar el mantenimiento y un código para identificar la orden de trabajo.

**Tabla 42.** Ejemplo de la estructura de la plantilla para cargar planes de mantenimiento u ordenes de trabajo en IBM MAXIMO.

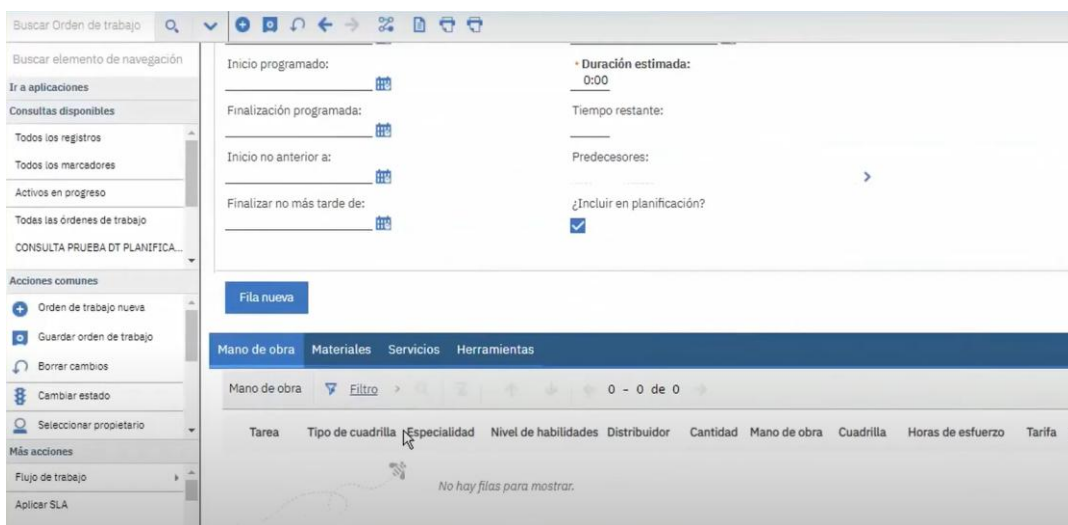
JPNUM	SITEID	PLAN	DESCRIPCIÓN PLAN DE TRABAJO	TAREA	DESCRIPCIÓN TAREA
		Cada 10 horas de trabajo o cada día	AGUA Y CEDIMENTO EN TANQUE DE COMBUSTIBLE	10	Abra la válvula de drenaje haciendo girar hacia la izquierda. Drene el agua y los sedimentos en un recipiente adecuado.
		Cada 10 horas de trabajo o cada día	AGUA Y CEDIMENTO EN TANQUE DE COMBUSTIBLE	20	Cierre la válvula de drenaje haciendo girar hacia la derecha.
		Cada 10 horas de trabajo o cada día	AJUSTE DE LA CADENA - INSPECCIONAR	10	Compruebe el ajuste de las cadenas. Inspeccione para ver si hay desgaste o acumulación excesiva de tierra.
		Cada 10 horas de trabajo o cada día	AJUSTE DE LA CADENA - INSPECCIONAR	20	Si la cadena parece estar demasiado apretada o floja, vea en el menú de operación y mantenimiento, "Ajuste de la cadena - Ajustar".

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Como se puede observar en la tabla 42 se ha puesto el ejemplo del formato que debe tener una plantilla de Excel para cargar planes de mantenimiento en nuestro caso y órdenes de trabajo que se utilizan para realizar mantenimientos correctivos. La primera columna JPNUM es un código que se genera y es un indicativo del mantenimiento u orden de trabajo que se va a realizar, la segunda columna SITEID es un código interno que se maneja e indica la ubicación del activo al que se le va a realizar el mantenimiento esto porque la empresa cuenta con diferentes plantas y cada activo esta correctamente ubicado, la tercera columna PLAN indica la frecuencia con la que se deben realizar los mantenimientos y este es el separador de cada uno de ellos, como se puede apreciar en el ejemplo se puede establecer por tiempo de trabajo de la maquinaria o a su vez si se trata de un automotor por kilómetros recorridos, la siguiente columna DESCRIPCIÓN es la descripción del plan

de mantenimiento u orden de trabajo, la siguiente columna TAREA contiene un numero múltiplo de 10 que es un separador de las tareas que se deben realizar en ese plan así 10 es la primera tarea, 20 la segunda, 30 la tercera y así sucesivamente según el número de tareas que contenga ese plan u orden de trabajo, finalmente la última columna DESCRIPCIÓN es la descripción de cada una de las tareas a realizarse en el plan de mantenimiento este archivo hay que guardarlo con extensión CSV que es el formato que el programa está configurado para leer. Luego desde la aplicación de máximo hay que acceder a planes de trabajo y cargar planes de trabajo, se carga el archivo en formato CSV y este aparecerá en la lista de ordenes de trabajo del entorno de trabajo. El paso final con este procedimiento es asignar a una maquinaria especifica los planes de mantenimiento u ordenes de trabajo para su previa asignación de recursos y activación.

5. Una vez cargados los planes de mantenimiento u ordenes de trabajo se deben asignar recursos materiales y herramientas, esto si se debe realizar directamente desde la aplicación y cuando los planes estén próximos a ejecutarse.



**Gráfico 39:** Asignación de recursos para mantenimientos u ordenes de trabajo en IBM MAXIMO.

**Fuente:** Entorno de trabajo IBM MAXIMO.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Se pueden definir recursos humanos (mano de obra), recursos materiales, servicios externos y herramientas, esto se debe hacer con anticipación para que no haya ningún inconveniente con la ejecución de los planes. La ventaja de usar este programa es que como también es un gestor de activos de la empresa tiene ingresado cada uno de los materiales y herramientas que se han adquirido y utilizado, esto nos permite saber si se

cuenta con los insumos y personal para realizar un mantenimiento, si no es el caso se puede comprar materiales contratar servicios con anticipación o enviar a un taller especializado a que se brinde el mantenimiento correspondiente si es el caso de que no se pueda realizar en el taller de la Gerencia de Transportes en el caso específico.

6. Finalmente hay que asegurarse de que los planes de mantenimiento y sus respectivas tareas estén bien descritos y las asignaciones tanto de la maquinaria como de los recursos, entonces se puede ejecutar para que empiecen a trabajar los contadores y los planes puedan ser notificados con anticipación.

7. Una vez ejecutados los planes de mantenimiento u ordenes de trabajo se deberá actualizar la información en la aplicación tanto de los mantenimientos que se van realizando como los detalles que se puedan presentar en cada uno de ellos. Otro dato que se debe actualizar recomendable cada semana son los contadores de la maquinaria con los que se establecen las frecuencias del mantenimiento ya sea tiempo de trabajo de la maquinaria o los kilómetros recorridos en el caso de los vehículos y automotores en general.

## V. Recomendaciones para implementación

### Capacitación necesaria

Para garantizar una correcta implementación y uso del sistema IBM MAXIMO en la gestión del mantenimiento preventivo, se recomienda desarrollar los siguientes módulos de capacitación para el personal técnico y administrativo descritos en la tabla 43:

**Tabla 43.** Capacitación necesaria para ejecutar la implementación de planes de mantenimiento en MAXIMO.

Modulo	Contenido	Dirigido a	Capacitador	Duración estimada
Fundamentos de IBM MAXIMO	Navegación, estructura del sistema, conceptos básicos	Todo el personal técnico y administrativo de la jefatura de mantenimiento.	Consultor externo certificado/Administrador de IBM MAXIMO de la empresa.	8 horas
Gestión de Activos en IBM MAXIMO	Creación y jerarquización de activos, ubicaciones, historial.	Jefe de mantenimiento, planificadores.	Consultor externo certificado/Administrador de IBM MAXIMO de la empresa.	6 horas
Planes de Trabajo (planes de mantenimiento)	Diseño de tareas, pasos, materiales, tiempos y condiciones.	Planificadores, técnicos líderes.	Consultor externo en mantenimiento industrial	8 horas

Mantenimiento Preventivo (PM)	Configuración de rutinas, activadores, ciclos de frecuencia.	Planificadores, supervisores.	Consultor externo en mantenimiento industrial /Administrador de IBM MAXIMO de la empresa.	6 horas
Gestión de Órdenes de Trabajo	Flujo de creación, asignación, ejecución y cierre de ordenes de trabajo	Técnicos mecánicos, supervisores.	Consultor externo certificado/Administrador de IBM MAXIMO de la empresa.	4 horas

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

### Recursos necesarios

Para llevar a cabo la implementación de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO es necesario contar con una serie de recursos.

**Tabla 44.** Recursos necesarios para la implementación de planes de MANTENIMIENTO en IBM MAXIMO.

Tipo de recurso	Descripción	Detalle
Tecnológicos	Licencias activas de IBM MAXIMO para usuarios clave.	Licencia adquirida, usuarios otorgados a jefes de área.
	Terminales o computadoras disponibles en áreas de mantenimiento.	Disponibles en jefatura de Mantenimiento de maquinaria pesada.
	Conectividad estable para sincronización con el sistema central.	La red interna de EP Petroecuador estable y completamente privada.
Humanos	Planificador de mantenimiento.	Designado por el jefe de mantenimiento.
	Administrador del sistema IBM MAXIMO.	Se cuenta con un Administrador de IBM MAXIMO interno.
	Técnicos mecánicos capacitados.	Actualmente se tiene un contrato con el cuerpo de Ingenieros del Ejército que son los que proveen el personal del taller mecánico.
	Jefe de mantenimiento/Supervisor.	Ing. David Herrera.
Documentales	Manuales del fabricante digitalizados.	Disponibles en páginas oficiales de fabricante, caso contrario transcribir de manual del propietario.
	Historiales de mantenimiento pasados cargados o transcritos.	Para cargar en historial de MAXIMO.
	Fichas técnicas de maquinaria.	Entregadas en la compra de maquinaria.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Los recursos descritos en la tabla 44 son indispensables para la implementación de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO además de garantizar su actualización y sostenibilidad en el tiempo. Cabe recalcar que se cuenta con todos los recursos y con algunos ajustes se podría ejecutar la propuesta.

## Simulación del mantenimiento de la maquinaria en un periodo de 6 meses

**Tabla 45.** Simulación y cronograma de mantenimientos a realizarse en los próximos 6 meses una vez implementado los planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.

N°	Ítem	Activo	Mantenimientos por mes																	
			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			Marzo		
			Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$
1	Camión HINO GH1JMUA	199701				CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE, CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN, CAMBIAR REFRIGERANTE DE MOTOR	4	\$ 300,00
2	Camión MACK GU813E	170897	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, LUBRICACIÓN DE CHASIS Y COMPONENTES MÓVILES	2	\$ 120,00													CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, LUBRICACIÓN DE CHASIS Y COMPONENTES MÓVILES	2	\$ 120,00
3	Camión MACK GU813E	199007				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, LUBRICACIÓN DE CHASIS Y COMPONENTES MÓVILES	2	\$ 120,00												
4	Camión MACK GU813E	200658	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, LUBRICACIÓN DE CHASIS Y COMPONENTES MÓVILES	2	\$ 120,00													CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, LUBRICACIÓN DE CHASIS Y COMPONENTES MÓVILES	2	\$ 120,00
5	Camión HINO GH8JMSA	196149	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE, CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN	2	\$ 250,00				CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00

N°	Ítem	Activo	Mantenimientos por mes																	
			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			Marzo		
			Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$
6	Camión HINO GH8JMSA	179808	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00				CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE, CAMBIAR ACEITE DE TRANSMISIÓN	2	\$ 250,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 165,00
7	Tractocamión HINO 700	203329	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 330,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	\$ 380,00				CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 330,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 330,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 330,00
8	Tractocamión HINO 700	203330				CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 330,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 330,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 330,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	\$ 380,00			
9	Volqueta HINO FS1ELSD-MAX	163982	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	\$ 400,00				CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00
10	Volqueta HINO FS1ELSD-MAX	163983				CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 360,00	CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE	2	\$ 400,00			
12	Camión plataforma con grúa KENWORTH T370	163985	MANTENIMIENTO PREVENTIVO REALIZADO EN AUTOELEVACION	6														CAMBIO DE FILTROS, ACEITE DE MOTOR	2	\$ 350,00
13	Excavadora CATERPILLAR 320DL	261723	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 265,00				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE ACEITE Y FILTROS HIDRAULICOS	3	\$ 500,00							CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 265,00
15	Excavadora CATERPILLAR 325L	200869	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 275,00				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO HIDRAULICO	3	\$ 500,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR	2	\$ 275,00	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO HIDRAULICO, CAMBIO DE ACEITE DE MANDO DE GIRO	3	\$ 600,00			

N°	Ítem	Activo	Mantenimientos por mes																	
			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			Marzo		
			Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$	Tipo de Man.	Tiempo (h)	Costo \$
16	Excavadora CATERPILLAR AR 320D2L	204744							CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTROS HIDRAULICOS	3	\$ 265,00				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO HIDRAULICO, CAMBIO DE ACEITE DE MANDO DE GIRO	3	\$ 600,00			
17	Excavadora CATERPILLAR AR 320D2L	204745				CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO HIDRAULICO, CAMBIO DE ACEITE DE MANDO DE GIRO	3	\$ 600,00						CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTROS HIDRAULICOS	3	\$ 265,00				
18	Excavadora CATERPILLAR AR 320D2L	261724	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO HIDRAULICO, CAMBIO DE ACEITE DE MANDO DE GIRO	3	\$ 600,00							CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE FILTROS HIDRAULICOS	3	\$ 265,00			CAMBIO DE FILTROS Y ACEITE DE MOTOR, CAMBIO DE ACEITE Y FILTRO HIDRAULICO, CAMBIO DE ACEITE DE MANDO DE GIRO, CAMBIO DE ACEITE DE MANDOS FINALES	4	\$ 700,00	
Total				25	\$ 2.400,00		19	\$ 2.730,00		17	\$ 2.480,00		19	\$ 2.455,00		21	\$ 3.155,00		24	\$ 2.875,00

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 45 es una simulación de los mantenimientos preventivos que se deberían realizar en la maquinaria en un lapso de 6 meses, para esta simulación se ha tenido en cuenta los tiempos de implementación de la propuesta por lo que se ha simulado que empezaría a ejecutarse desde el mes de octubre. Se ha descartado maquinaria que a la fecha esta inoperativa o que no se sabe si entrara en funcionamiento hasta octubre que es la fecha que se ha tomado para que empiece la simulación.












## **RESULTADOS ESPERADOS**

La integración de planes de mantenimiento mediante el software máximo tiene un impacto significativo en cuanto a la mejora de la gestión del mantenimiento en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador esto debido a que se puede gestionar de mejor manera la asignación de tareas de mantenimiento como la adquisición de recursos que el modelo de gestión anterior en donde ocurrían retrasos por falta de repuestos y materiales, traslado de materiales, adquisición de servicios externos retrasados y que a la larga ocasionaban millonarios mantenimientos correctivos.

### **Cursograma analítico de proceso una vez implementados los planes de mantenimiento mediante el software IBM MAXIMO en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador.**

Una vez establecida la propuesta hay que tener en cuenta que la implementación va a generar cambios tanto en el flujograma del proceso de mantenimiento como en el cursograma analítico del mismo proceso como en este caso. En el flujograma se va a evidenciar la disminución de acciones o actividades debido a la mejora de gestión que ocasiona la implementación planes de mantenimiento en IBM MAXIMO, en el cursograma analítico del proceso también se va a evidenciar una disminución de operaciones o actividades y el tiempo que toma cada una de ellas. Otra de las características y mejoras en cuanto al cursograma analítico es que, si la implementación se ha realizado correctamente y se ha seguido los lineamientos establecidos en la propuesta, no se van a realizar mantenimientos correctivos por lo menos en el primer año a partir de su implementación, esto obviamente dependerá de que no ocurra ningún evento no contemplado como lo son accidentes o siniestros provocados por fallas humanas.






**Tabla 46.** Cursograma analítico del proceso de mantenimiento propuesta, es decir una vez implementados los planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO											
Hoja N°:2 de 2		Diagrama N °: 002		Operario		Maquina		x			
Proceso: Mantenimiento camiones					RESUMEN			Act.	Pro.	Econ.	
<b>Fecha:</b> 23/07/2025 <b>Método:</b> Actual:      Propuesto: X <b>Maquinaria:</b> Maquinaria Pesada <b>Nombre del operario:</b> _____ <b>Elaborado por:</b> Franklin Ocampo <b>Aprobado por:</b> Ing. David Herrera					SÍMBOLO		ACTIVIDAD				
							Operación			7	
							Transporte			0	
							Inspección			2	
							Espera			0	
							Almacenaje			0	
					Total, de actividades realizadas					9	
					Distancia total en metros					0	
					Tiempo min/maquina					600	
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo horas	SÍMBOLOS PROCESOS						
											
1	El programa MAXIMO genera la alerta de mantenimiento con una semana de anticipación (ajustable).			0,5	•						
2	Se reporta al jefe de mantenimiento.			0,5	•						
3	Se revisa disponibilidad de recursos.			0,5			•				
4	Si es que hay que adquirir algún repuesto, moverlo de otra bodega o adquirir algún servicio externo se lo hace.			2	•						
5	Se notifica al taller y se programa la intervención. (interno o especializado)			1	•						
6	Ejecución del mantenimiento, correctivo o preventivo.			4	•						
7	Verificación de funcionamiento.			0,5			•				
8	Registro del mantenimiento en MAXIMO.			0,5	•						
9	Puesta en funcionamiento.			0,5	•						
<b>Tiempo minutos: 600</b>			0	9	7		2				

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Una vez implementados los planes de mantenimiento en IBM MAXIMO se tiene una reducción significativa de tiempos como lo indica la tabla 46.

**Tabla 47.** Comparación de tiempos de cursograma anterior vs tiempo de cursograma de la propuesta.

Proceso	Flujograma	Anterior		Propuesto	
		Nº	Tiempo (min)	Nº	Tiempo (min)
 Operación		7	570	7	540
 Transporte		0	0	0	0
 Inspección		2	120	2	60
 Espera		1	480	0	0
 Almacenaje		0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		10	1170	9	600
<b>Mejora</b>					48,71%

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Según la tabla 47 se ha obtenido una mejora del 48,71 % en el proceso de mantenimiento de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador lo que es porcentaje más que significativo y esto se debe a que la planificación evita que se tenga tiempos de espera por llegada de materiales o por contrataciones de servicios externos a la empresa ya que esto se programa con anticipación y el mantenimiento se puede realizar en el tiempo previsto.

Para calcular la eficiencia de la mejora del proceso de mantenimiento según el cursograma analítico de proceso y después de la implementación de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO se va a utilizar una ecuación sencilla que involucra el tiempo de ciclo anterior y el tiempo de ciclo de la propuesta implementada.

**Ecuación 6:** Eficiencia en el tiempo de ciclo.

$$Eficiencia = \frac{Tc \text{ anterior}}{Tc \text{ propuesta}} * 100$$

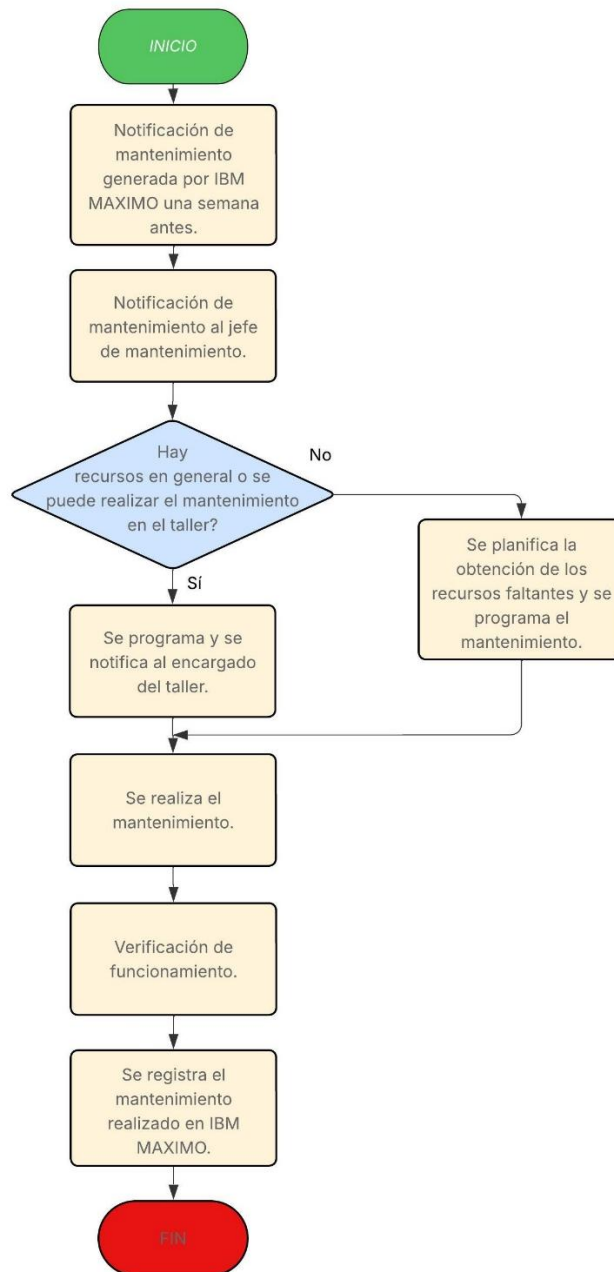
$$Eficiencia = \frac{1170 \text{ min}}{600 \text{ min}} * 100$$

$$Eficiencia = 195 \%$$

Se tiene una eficiencia del 195 % lo que significa una total y completa mejora en el proceso del mantenimiento, pero hay que tener en cuenta que esto solo es en un caso ideal y para el mantenimiento preventivo ya que el mantenimiento correctivo va a generar

retrasos dependiendo de la gravedad del mantenimiento y teniendo en cuenta que la maquinaria de EP Petroecuador por el trabajo que realiza está expuesta a accidentes que obligatoriamente va a ocasionar este tipo de mantenimientos.

### Diagrama de flujo del proceso de mantenimiento una vez implementada la propuesta



**Gráfico 40:** Flujograma de mantenimiento preventivo de la propuesta y una vez implementados planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El nuevo diagrama de flujo del proceso de mantenimiento una vez implementada la propuesta en la Gerencia de Transportes de EP Petroecuador muestra mejoras significativas como se puede observar en el gráfico 40 ya que elimina procesos de demora por adquisición o traslado de materiales lo que generaba cuellos de botella en la metodología anterior. Cabe recalcar que este flujograma también refleja la realidad del mantenimiento preventivo y mantenimientos correctivos menores ya que para mantenimientos correctivos grandes se van a generar retrasos obligatoriamente.

### **Indicadores de mantenimiento**

El cálculo de indicadores de mantenimiento una vez implementada la propuesta nos va a dar una visión de cuanto ha mejorado la gestión del mantenimiento y para esto debemos tener en cuenta datos de los kilómetros recorridos por los automotores y los años en que se adquirieron las excavadoras ya que su contador de mantenimiento en IBM MAXIMO es el tiempo.

Como la implementación se acaba de realizar y no se puede tener un diagnóstico real hasta que haya transcurrido por lo menos un mes nos vamos a basar para los automotores en el kilometraje promedio que recorren por mes y las excavadoras desde el último mantenimiento realizado en el mes de julio para poder programar los mantenimientos desde agosto y así poder sacar los resultados esperados para un periodo aproximado de 6 meses y poder comparar con los 6 meses de diagnóstico.

- Los camiones en general tanto HINO como MACK según los reportes de kilómetros recorridos durante los 6 meses de diagnóstico arrojan un promedio de 4000 km recorridos por cada uno.
- El tractocamión que está en funcionamiento también tiene un promedio de recorrido de 4000 km por mes entonces se ha utilizado este número para los mantenimientos.
- Las volquetas tienen un promedio de recorrido de 6000 km mensuales.
- El camión plataforma con grúa que está en funcionamiento tiene un promedio de recorrido mensual de 5000 km por mes, como el otro camión grúa no se tiene el dato de cuando ingresa al mantenimiento en CHEVROLET y en vista de que

tampoco se sabe cuándo se pone en funcionamiento va a ser descartado para este simulación y cronograma.

- La excavadora CAT 320DL que no está siniestrada tuvo su mantenimiento de las 20000 horas o cada 3 años y entro en funcionamiento en mayo. La otra excavadora CAT 320DL aun no entra en funcionamiento después de su siniestro por lo que no se la va a tomar en cuenta.
- La excavadora CAT 325L entro a su mantenimiento de los 20000 km y se entregó para funcionar en Julio.
- La una excavadora CAT 320D2L tiene 10900 horas a mes de julio y todas las excavadoras trabajan a un promedio de 200 horas mensuales, la segunda excavadora CAT 320D2L entro a su mantenimiento de las 12000 horas en abril, pero se reincorporo en julio y la tercera excavadora CAT 320D2L a mes de julio tiene 10800 horas.

Con esta base de información se simula como se deberían hacer los mantenimientos en IBM MAXIMO, estos están sujetos a cambios y alteraciones según las condiciones de la maquinaria y los mantenimientos que se vayan realizando de igual manera según la actualización de los contadores programados para cada maquinaria.

En la tabla 63 se presenta una simulación de la planificación de los mantenimientos con los tiempos y costos aproximados de la misma manera que se hizo para el diagnóstico, esta información nos sirve para obtener nuevos indicadores de mantenimiento una vez implementados los planes de mantenimiento en IBM MAXIMO y poder evaluar el impacto que se espera que sufran y así poder saber si la gestión mejora, se ha mantenido o a su vez empeora con los cambios que esta implementación implica.

Otro punto que cabe explicar es que en el cronograma solo se agregaron los mantenimientos que incluyen cambios de repuesto o trabajo específico en los automotores y maquinarias que generan un gasto, las inspecciones rutinarias se las va a excluir porque no generan ningún tipo de gasto además se pretende dinamizar la presentación de datos en el documento.

## Excavadoras

**Tabla 48.** Indicadores de mantenimiento de excavadoras aplicada la propuesta.

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio
Total, de fallos por mes	3	1	3	2	3	2	2,33
Total, de horas de mantenimiento	7	3	9	5	9	6	6,50
Días laborables por mes	20	20	20	20	20	20	20,00
Costo de mantenimientos por mes	\$1.140,00	\$600,00	\$1.265,00	\$540,00	\$1.465,00	\$965,00	\$ 995,83
Total, de horas productivas por maquina	160	160	160	160	160	160	160,00
Tota de horas de todas las maquinas	960	960	960	960	960	960	960,00
MTBF	317,67	957,00	317,00	477,50	317,00	477,00	477,19
MTTR	2,33	3,00	3,00	2,50	3,00	3,00	2,81
Disponibilidad	99,27%	99,69%	99,06%	99,48%	99,06%	99,38%	99%

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Los indicadores de mantenimiento de la simulación de la propuesta calculados en la tabla 48 indican una mejoría notable en cada uno de ellos. El costo de mantenimiento promedia los \$ 1000,00 mensuales, el MTBF promedia entre las 477 horas de un total de 960 por mes, el MTTR indica un promedio de 2,8 horas para reparar cada avería o mantenimiento y la disponibilidad esta entre los rangos que recomienda la norma ISO 14224 y que en el sector petrolero debe ser mayor a 95 %, en el caso de las excavadoras la disponibilidad con implementación de planes de mantenimiento en software de gestión de mantenimiento como en este caso IBM MAXIMO es de 99 % en condiciones perfectas.

**Tabla 49.** Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a excavadoras.

Indicador de mantenimiento	Promedio		Mejora
	Anterior	Después de propuesta	
Costo	\$ 46.034,94	\$ 995,83	Menos \$ 45.039,94
MTBF	103,96	477,19	1 falla cada 477 horas de 960
MTTR	72,04	2,81	Menos 69 horas por mantenimiento
Disponibilidad	60%	99%	Aumento de 39 %

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En la tabla 49 se puede observar el impacto que tiene la implementación en cuanto a los indicadores de mantenimiento de las excavadoras, los números han mejorado de manera muy evidente esto especialmente porque en el tiempo que se tomó para el diagnóstico una excavadora sufrió un siniestro muy fuerte y dos excavadoras entraron a mantenimientos muy fuertes lo que generó un gasto muy elevado además de que pasaron paradas por largos periodos de tiempo.

### Camiones plataforma con grúa

**Tabla 50.** Indicadores de mantenimiento de camiones plataforma con grúa aplicada la propuesta.

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio
Total, de fallos por mes	1	0	0	0	0	1	0,33
Total, de horas de mantenimiento	6	0	0	0	0	2	1,33
Días laborables por mes	20	20	20	20	20	20	20,00
Costo de mantenimientos por mes	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$350,00	58,33
Total, de horas productivas por maquina	160	160	160	160	160	160	160,00
Tota de horas de todas las maquinas	320	320	320	320	320	320	320,00
MTBF	314,00	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00	319,00
MTTR	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,33
Disponibilidad	98,13%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	99,38%	100%

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Los indicadores de mantenimiento de la simulación de la propuesta calculados en la tabla 50 indican una mejoría notable en cada uno de ellos. El costo de mantenimiento promedia los 60,00 mensuales, el MTBF promedia entre las 319 horas de un total de 320 por mes, el MTTR indica un promedio de 1,3 horas para reparar cada avería o mantenimiento y la disponibilidad esta entre los rangos que recomienda la norma ISO 14224 y que en el sector petrolero debe ser mayor a 95 %, en el caso de los camiones con grúa la disponibilidad con implementación de planes de mantenimiento en software de gestión de mantenimiento como en este caso IBM MAXIMO es de 99 % en condiciones perfectas.

**Tabla 51.** Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a camiones grúa.

Indicador de mantenimiento	Promedio		Mejora
	Anterior	Después de propuesta	
Costo	\$ 2.575,00	\$ 58,33	Menos \$ 2.516,67
MTBF	158	319	1 falla cada 319 horas de 320
MTTR	82	1,33	Menos 80 horas por mantenimiento
Disponibilidad	57%	99%	Aumento de 42 %

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En la tabla 51 se puede observar el impacto que tiene la implementación en cuanto a los indicadores de mantenimiento de los camiones grúa, los números han mejorado esto especialmente porque en el tiempo que se tomó para el diagnóstico un camión grúa sufrió un siniestro y entro a mantenimientos lo que genero que pase parada por un largo periodo de tiempo.

## Volquetas

**Tabla 52.** Indicadores de mantenimiento de volquetas aplicada la propuesta.

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio
Total, de fallos por mes	1	2	2	2	1	1	1,50
Total, de horas de mantenimiento	2	4	4	4	2	2	3,00
Días laborables por mes	20	20	20	20	20	20	20,00
Costo de mantenimientos por mes	\$360,00	\$720,00	\$720,00	\$760,00	\$400,00	\$360,00	\$ 553,33
Total, de horas productivas por maquina	160	160	160	160	160	160	160,00
Tota de horas de todas las maquinas	320	320	320	320	320	320	320,00
MTBF	318,00	158,00	158,00	158,00	318,00	318,00	238,00
MTTR	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Disponibilidad	99,38%	98,75%	98,75%	98,75%	99,38%	99,38%	99%

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Los indicadores de mantenimiento de la simulación de la propuesta calculados en la tabla 52 indican una mejoría en cada uno de ellos. El costo de mantenimiento promedia los \$ 553,00 mensuales, el MTBF promedia entre las 238 horas de un total de 320 por mes, el MTTR indica un promedio de 2 horas para reparar cada avería o mantenimiento y la disponibilidad esta entre los rangos que recomienda la norma ISO 14224 y que en el sector petrolero debe ser mayor a 95 %, en el caso de las volquetas la disponibilidad con implementación de planes de mantenimiento en software de gestión de mantenimiento como en este caso IBM MAXIMO es de 99 % en condiciones perfectas.

**Tabla 53.** Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a volquetas.

Indicador de mantenimiento	Promedio		Mejora
	Anterior	Después de propuesta	
Costo	\$ 1.250,00	\$ 553,33	Menos \$ 716,67
MTBF	236,33	238	1 falla cada 238 horas de 320
MTTR	3,67	2	Menos 1,67 horas por mantenimiento
Disponibilidad	98%	99%	Aumento de 1 %

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En la tabla 53 se puede observar el impacto que tiene la implementación en cuanto a los indicadores de mantenimiento de las volquetas, los números han mejorado en este tipo de maquinaria no existe mucha diferencia, pero si hay mejora.

## Tractocamiones

**Tabla 54.** Indicadores de mantenimiento de tractocamiones aplicada la propuesta.

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio
Total, de fallos por mes	1	2	1	2	2	1	1,50
Total, de horas de mantenimiento	2	4	2	4	4	2	3,00
Días laborables por mes	20	20	20	20	20	20	20,00
Costo de mantenimientos por mes	\$330,00	\$710,00	\$330,00	\$660,00	\$710,00	\$330,00	\$ 511,67
Total, de horas productivas por maquina	160	160	160	160	160	160	160,00

Tota de horas de todas las maquinas	320	320	320	320	320	320	320,00
MTBF	318,00	158,00	318,00	158,00	158,00	318,00	238,00
MTTR	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Disponibilidad	99,38%	98,75%	99,38%	98,75%	98,75%	99,38%	99%

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Los indicadores de mantenimiento de la simulación de la propuesta calculados en la tabla 54 indican una mejoría en cada uno de ellos. El costo de mantenimiento promedia los \$ 511,67 mensuales, el MTBF promedia entre las 238 horas de un total de 320 por mes, el MTTR indica un promedio de 2 horas para reparar cada avería o mantenimiento y la disponibilidad esta entre los rangos que recomienda la norma ISO 14224 y que en el sector petrolero debe ser mayor a 95 %, en el caso de los tractocamiones la disponibilidad con implementación de planes de mantenimiento en software de gestión de mantenimiento como en este caso IBM MAXIMO es de 99 % en condiciones perfectas.

**Tabla 55.** Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a tractocamiones.

Indicador de mantenimiento	Promedio		Mejora
	Anterior	Después de propuesta	
Costo	\$ 11.025,00	\$ 511,67	Menos \$ 10.513,33
MTBF	104,83	238	1 falla cada 238 horas de 320
MTTR	108,5	2	Menos 106 horas por mantenimiento
Disponibilidad	49%	99%	Aumento de 1 %

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En la tabla 55 se puede observar el impacto que tiene la implementación en cuanto a los indicadores de mantenimiento de los tractocamiones, los números han mejorado esto especialmente porque uno de los tractocamiones entro a un mantenimiento delicado lo que genero un gasto muy elevado además de que paso parado durante todo el tiempo de evaluación.

## Camiones

**Tabla 56.** Indicadores de mantenimiento de camiones aplicada la propuesta.

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Promedio
Total, de fallos por mes	4	4	1	3	3	5	3,33

Total, de horas de mantenimiento	8	8	2	6	6	12	7,00
Días laborables por mes	20	20	20	20	20	20	20,00
Costo de mantenimientos por mes	\$570,00	\$700,00	\$165,00	\$675,00	\$580,00	\$870,00	\$ 593,33
Total, de horas productivas por maquina	160	160	160	160	160	160	160,00
Tota de horas de todas las maquinas	960	960	960	960	960	960	960,00
MTBF	238,00	238,00	958,00	318,00	318,00	189,60	376,60
MTTR	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,40	2,07
Disponibilidad	99,17%	99,17%	99,79%	99,38%	99,38%	98,75%	99%

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

Los indicadores de mantenimiento de la simulación de la propuesta calculados en la tabla 56 indican una mejoría en cada uno de ellos. El costo de mantenimiento promedia los \$ 593,33 mensuales, el MTBF promedia entre las 377 horas de un total de 960 por mes, el MTTR indica un promedio de 2 horas para reparar cada avería o mantenimiento y la disponibilidad esta entre los rangos que recomienda la norma ISO 14224 y que en el sector petrolero debe ser mayor a 95 %, en el caso de los tractocamiones la disponibilidad con implementación de planes de mantenimiento en software de gestión de mantenimiento como en este caso IBM MAXIMO es de 99 % en condiciones perfectas.

**Tabla 57.** Comparación de indicadores entre el diagnóstico y luego de que se implemente la propuesta en cuanto a camiones.

Indicador de mantenimiento	Promedio		Mejora
	Anterior	Después de propuesta	
Costo	\$ 7.436,33	\$ 593,33	Menos \$ 6.483,00
MTBF	144,34	376,6	1 falla cada 376 horas de 960
MTTR	55,66	2	Menos 53 horas por mantenimiento
Disponibilidad	49%	99%	Aumento de 50 %

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

En la tabla 57 se puede observar el impacto que tiene la implementación en cuanto a los indicadores de mantenimiento de los camiones, los números han mejorado esto especialmente porque uno de los camiones sufrió un accidente y entro a un mantenimiento

delicado lo que genero un gasto muy elevado además de que paso parado durante todo el tiempo de evaluación.

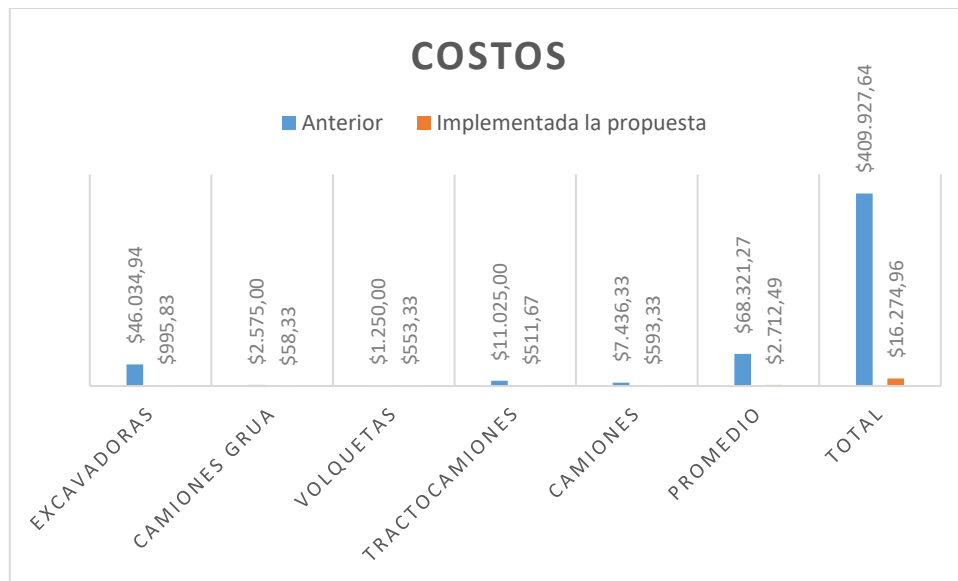
## Costos

### Comparación con siniestros

**Tabla 58.** Comparación de costos incluyendo maquinaria accidentada.

Maquinaria	Costos	
	Anterior	Implementada la propuesta
Excavadoras	\$ 46.034,94	\$ 995,83
Camiones grúa	\$ 2.575,00	\$ 58,33
Volquetas	\$ 1.250,00	\$ 553,33
Tractocamiones	\$ 11.025,00	\$ 511,67
Camiones	\$ 7.436,33	\$ 593,33
Promedio	\$ 68.321,27	\$ 2.712,49
TOTAL	\$ 409.927,64	\$ 16.274,96

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 41:** Comparación de costos antes y después de la propuesta incluyendo maquinaria accidentada.

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).

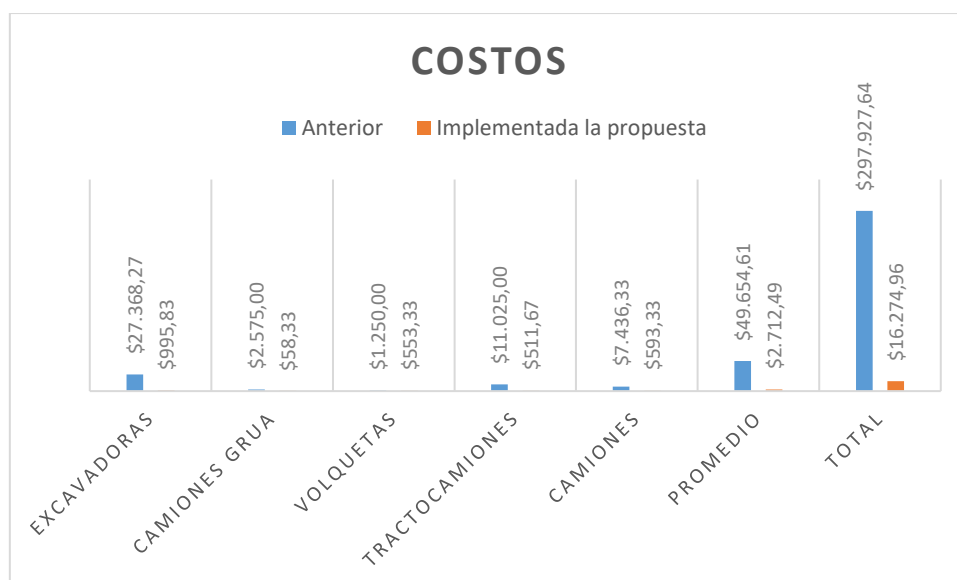
La tabla 58 muestra la comparación de costos por maquinaria y costo total del mantenimiento en 6 meses de diagnóstico siendo las excavadoras las maquina en las que más se gasta en mantenimiento y según el análisis incluida la maquinaria accidentada se ahorraría un aproximado de \$ 390.000,00 en mantenimiento en un periodo de 6 meses y un ahorro de \$ 66.000,00 mensuales. El gráfico 41 es un diagrama que evidencia lo ya dicho en números.

## Comparación sin siniestros

**Tabla 59.** Comparación de costos excluyendo maquinaria accidentada.

Maquinaria	Costos	
	Anterior	Implementada la propuesta
Excavadoras	\$ 27.368,27	\$ 995,83
Camiones grúa	\$ 2.575,00	\$ 58,33
Volquetas	\$ 1.250,00	\$ 553,33
Tractocamiones	\$ 11.025,00	\$ 511,67
Camiones	\$ 7.436,33	\$ 593,33
Promedio	\$ 49.654,61	\$ 2.712,49
TOTAL	\$ 297.927,64	\$ 16.274,96

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 42.** Comparación de costos antes y después de la propuesta excluyendo maquinaria accidentada.  
Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 59 muestra la comparación de costos por maquinaria y costo total del mantenimiento en 6 meses de diagnóstico y según el análisis sin incluir la maquinaria accidentada se ahorraría un aproximado de \$ 46.000,00 mensuales en mantenimiento y un total en los 6 primeros meses después de la implementación. El gráfico 42 es un diagrama que evidencia lo ya dicho en números.

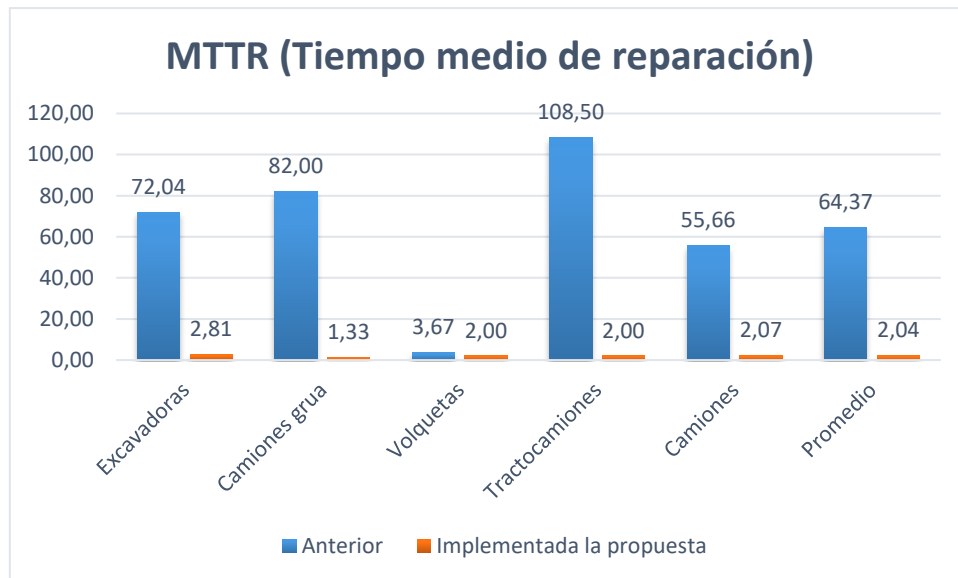
## MTTR (tiempo medio de reparación)

### Comparación con siniestros

**Tabla 60.** Comparación de MTTR de la maquinaria antes y después de la propuesta considerando maquinaria accidentada.

Maquinaria	MTTR	
	Anterior	Implementada la propuesta
Excavadoras	72,04	2,81
Camiones grúa	82,00	1,33
Volquetas	3,67	2,00
Tractocamiones	108,50	2,00
Camiones	55,66	2,07
Promedio	64,37	2,04

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 43:** Comparación de MTTR antes y después de la propuesta considerando maquinaria accidentada. **Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

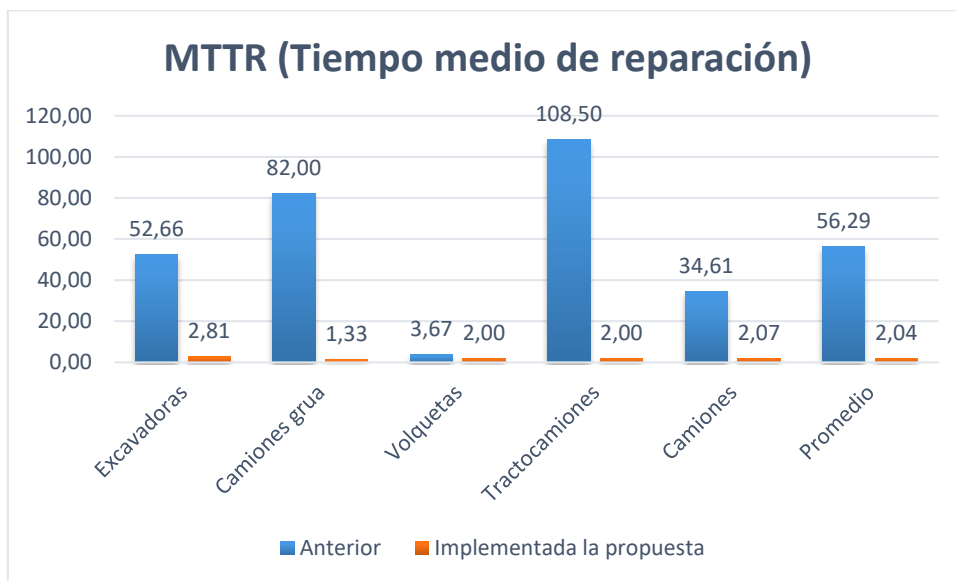
La tabla 60 y el gráfico 43 muestran la comparación del MTTR o tiempo medio de reparación de una falla o a su vez un mantenimiento y por lo que se puede apreciar en promedio antes de la propuesta o en el diagnóstico es evidente que se demora mucho en solventar estos mantenimientos siendo así 64,37 horas en promedio para solucionar una falla, mientras que con la proyección de la implementación de la propuesta se tiene un promedio de MTTR de 2 horas para dar atención a una falla o un mantenimiento.

## Comparación sin siniestros

**Tabla 61.** Comparación de MTTR de la maquinaria antes y después de la propuesta sin considerar maquinaria accidentada.

Maquinaria	MTTR	
	Anterior	Implementada la propuesta
Excavadoras	52,66	2,81
Camiones grúa	82,00	1,33
Volquetas	3,67	2,00
Tractocamiones	108,50	2,00
Camiones	34,61	2,07
Promedio	56,29	2,04

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 44:** Comparación de MTTR antes y después de la propuesta sin considerar la maquinaria accidentada.

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 61 y el gráfico 44 contienen la información de la comparación del MTTR antes y después de la propuesta excluyendo la maquinaria accidentada, no se aprecia mucha diferencia ya que el nuevo MTTR es de 56,29 horas que también es un tiempo elevadísimo comparándolo con el que se tendría una vez aplicada la propuesta de aproximadamente 2 horas.

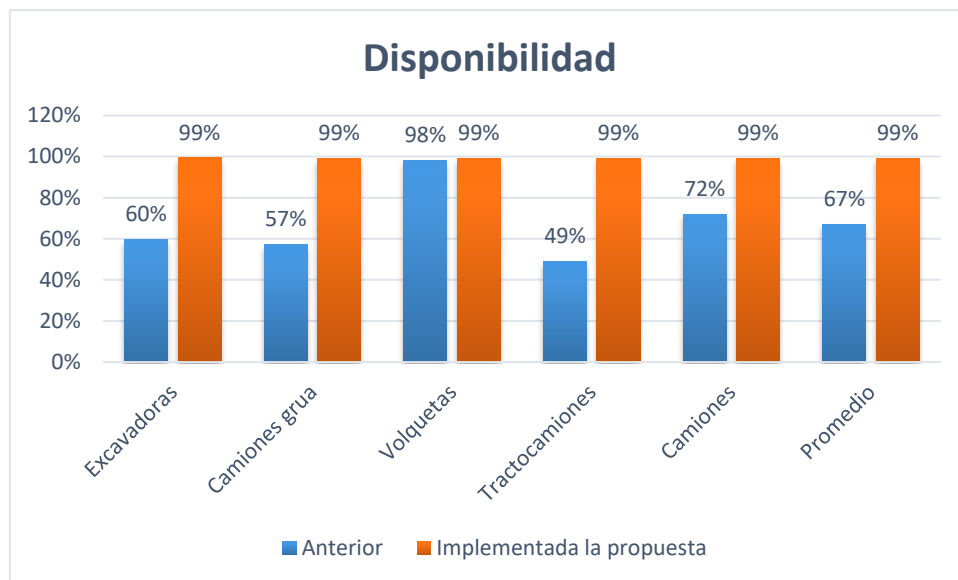
## Disponibilidad

### Comparación con siniestros

**Tabla 62.** Comparación de disponibilidad de la maquinaria antes y después de la propuesta considerando la maquinaria accidentada.

Maquinaria	Disponibilidad	
	Anterior	Implementada la propuesta
Excavadoras	60%	99%
Camiones grúa	57%	99%
Volquetas	98%	99%
Tractocamiones	49%	99%
Camiones	72%	99%
Promedio	67%	99%

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 45:** Comparación de disponibilidad de la maquinaria antes y después de la propuesta considerando la maquinaria accidentada.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

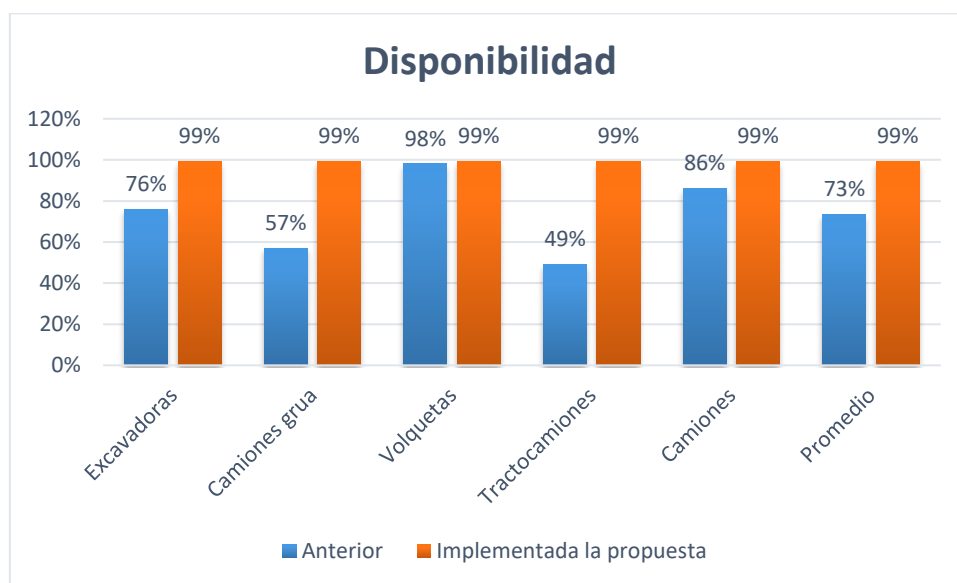
La tabla 62 y el gráfico 45 muestran la comparación de la disponibilidad de la maquinaria sin tomar en cuenta la maquinaria accidentada teniendo valores muy bajos en porcentaje exceptuando las volquetas que están dentro del rango sugerido y en comparación con la proyección una vez que se implemente la propuesta esta es prácticamente del 99% de disponibilidad en todos los equipos.

## Comparación sin siniestros

**Tabla 63.** Comparación de disponibilidad de la maquinaria antes y después de la propuesta sin considerar la maquinaria accidentada.

Maquinaria	Disponibilidad	
	Anterior	Implementada la propuesta
Excavadoras	76%	99%
Camiones grúa	57%	99%
Volquetas	98%	99%
Tractocamiones	49%	99%
Camiones	86%	99%
Promedio	73%	99%

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).



**Gráfico 46:** Comparación de disponibilidad de la maquinaria antes y después de la propuesta sin considerar la maquinaria accidentada.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

La tabla 63 y gráfico 46 muestran la comparación de la disponibilidad antes y después de la implementación de la propuesta sin tener en cuenta la maquinaria siniestrada o accidentada y se puede notar que si bien hay un poco de mejoría en comparación al cálculo con la maquinaria accidentada sigue por debajo del rango recomendado por la norma ISO 14224 para el sector petrolero que es de 95% o superior en cuanto a la disponibilidad.



El cronograma de la tabla 64 contiene el detalle de las actividades que se deben realizar para proceder con la implementación técnica de la propuesta y se la ha dividido en 13 actividades repartidas en un tiempo de dos meses que son necesarios para que se la realice de manera correcta.

### Análisis de costos

Para nuestro proyecto se va a tomar en cuenta desde la planificación de las capacitaciones como costos asignables a la implementación de la propuesta y ya que no se van a adquirir productos o licencias por que se cuenta con todo en la empresa, lo que se necesita para algunas fases es un capacitador externo el cual se va a estimar su valor por horas de capacitación y las otras fases valoradas se va a tomar en cuenta las horas-hombre para establecer una valoración.

**Tabla 65.** Análisis de costo detallado para la implementación de la propuesta.

Actividad/servicio	Responsable	Tiempo	Costo por hora/costo hora-hombre	Costo total
Planificación de capacitación al personal.	Jefe de Mantenimiento	40 horas (1 semana)	\$ 18,75 / hora	750,00
Capacitación fundamentos básicos de IBM MAXIMO, gestión y creación de activos dirigido al personal.	Consultor certificado de IBM MAXIMO	8 horas (divididas en 2 horas diarias)	\$ 150,00 / hora	1200,00
Capacitación de diseño de planes de mantenimiento de maquinaria, creación de ordenes de trabajo y asignación de recursos.	Administrador de IBM MAXIMO de la empresa	6 horas (divididas en 3 días)	\$ 150,00 / día	450,00
Capacitación de gestión de ordenes de trabajo dirigido a técnicos y supervisores.	Administrador de IBM MAXIMO	4 horas (divididas en 2 días)	\$ 150,00 / día	300,00
Recopilación de información de maquinaria.	Auxiliar de mantenimiento	16 horas (dos días)	\$ 9,38 / hora	150,00
Creación de planes de mantenimiento (ordenes de trabajo)	Auxiliar de mantenimiento	64 horas (8 días)	\$ 9,38 / hora	600,00
Integración de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.	Jefe de mantenimiento	40 horas (5 días)	\$ 18,75 / hora	750,00
Asignación de recursos a las órdenes de trabajo.	Jefe de taller	24 horas (3 días)	\$ 6,25 / hora	150,00
Aprobación.	Jefe de mantenimiento	4 horas	\$ 18,75 / hora	75,00
Ejecución de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.	Jefe de mantenimiento	-	\$ 0,00	0,00
			<b>TOTAL</b>	<b>4425,00</b>

Elaborado por: Ocampo, Franklin (2025).

El análisis de costos de la tabla 65 es un valor aproximado de lo que costaría la implementación de este sistema al contar con las licencias del software IBM MAXIMO no se requiere de gastos mayores a los de las capacitaciones y en cuanto al beneficio generado a largo plazo es un costo minúsculo versus los gastos millonarios que se generan por mantenimiento correctivo y mantenimientos preventivos mal planificados.

### Cronograma valorado

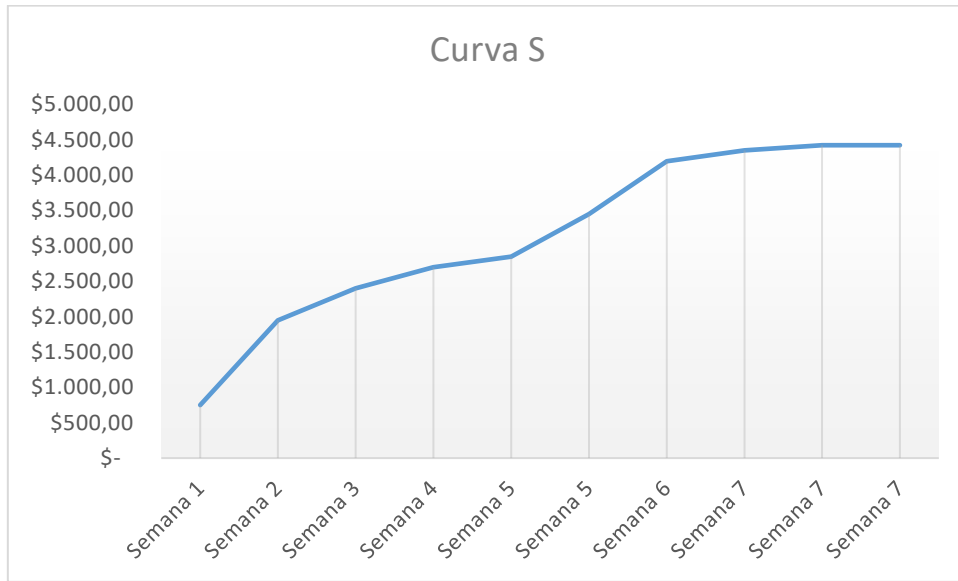
Para este cronograma valorado se ha tomado en cuenta el tiempo establecido por el cronograma de actividades de implementación de la propuesta y se ha establecido en 7 semanas por lo que los intervalos van a ser semanales como se muestra en la tabla 66.

**Tabla 66.** Cronograma valorado de los costos de implementación de la propuesta.

Actividad/servicio	Tiempo	Costo	Costo acumulado
Planificación de capacitación al personal.	Semana 1	\$ 750,00	\$ 750,00
Capacitación fundamentos básicos de IBM MAXIMO, gestión y creación de activos dirigido al personal.	Semana 2	\$ 1.200,00	\$ 1.950,00
Capacitación de diseño de planes de mantenimiento de maquinaria, creación de ordenes de trabajo y asignación de recursos.	Semana 3	\$ 450,00	\$ 2.400,00
Capacitación de gestión de ordenes de trabajo dirigido a técnicos y supervisores.	Semana 4	\$ 300,00	\$ 2.700,00
Recopilación de información de maquinaria.	Semana 5	\$ 150,00	\$ 2.850,00
Creación de planes de mantenimiento (ordenes de trabajo)	Semana 5	\$ 600,00	\$ 3.450,00
Integración de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.	Semana 6	\$ 750,00	\$ 4.200,00
Asignación de recursos a las ordenes de trabajo.	Semana 7	\$ 150,00	\$ 4.350,00
Aprobación.	Semana 7	\$ 75,00	\$ 4.425,00
Ejecución de planes de mantenimiento en IBM MAXIMO.	Semana 7	\$ -	\$ 4.425,00

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

### Análisis costo-tiempo (curva S)



**Gráfico 47:** Análisis costo - tiempo (curva S)

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

El análisis de proyecto no solo es una herramienta que sirve para analizar el aumento del costo en el tiempo si no también permite visualizar de manera clara y concisa el avance de la ejecución de un proyecto, como en nuestro caso se puede visualizar como avanza el proyecto hasta su culminación en la semana 7, así como se va generando un costo mientras se ejecutan cada una de las fases de la implementación de este.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

- El diagnóstico del estado actual del mantenimiento de maquinaria pesada en la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador permitió identificar debilidades importantes en la planificación, seguimiento y documentación de las actividades de mantenimiento. Se evidenció una escasa utilización de herramientas tecnológicas y una limitada integración de la información técnica de los equipos, como historiales de fallas y mantenimientos previos, lo que ha generado mantenimientos correctivos con costos elevados. Los indicadores de mantenimiento revelan números que están muy por debajo de los rangos que recomienda la norma ISO 14224 en lo que se refiere al MTTR, disponibilidad y costos de mantenimiento para el sector Industrial y más específicamente el sector petrolero.
- La correcta aplicación de herramientas como el análisis de criticidad ha permitido identificar la maquinaria más vulnerable, que necesitan ser intervenidas de forma prioritaria, como por ejemplo las excavadoras que generan costos elevados por mantenimientos correctivos, existiendo además la posibilidad de accidentes.

- La estructuración de la propuesta técnica de integración de los planes de mantenimiento en el sistema IBM MAXIMO establece de manera clara y organizada la capacitación necesaria para el personal encargado del mantenimiento y los recursos necesarios. Este trabajo constituye un aporte fundamental para la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador, ya que proporciona una guía práctica y estandarizada que facilitará la planificación, ejecución y control de las tareas de mantenimiento de la maquinaria pesada. La propuesta sienta las bases para una futura implementación en el sistema, lo cual contribuirá a reducir los tiempos de inactividad, optimizar los costos operativos y mejorar la disponibilidad de los equipos.
- La implementación de la propuesta genera una mejora en cuanto a indicadores de mantenimiento y costos de mantenimiento. Evaluando los costos del mantenimiento una vez implementada la propuesta durante los 6 primeros meses y comparado con los 6 meses de diagnóstico se justifica totalmente la implementación de esta propuesta ya que se genera un ahorro de al menos \$ 250.000,00. En cuanto a disponibilidad de equipos se tiene una disponibilidad del 99 % durante los 6 meses que se han simulado con la propuesta implementada y un tiempo medio de reparación (MTTR) de 2 horas en promedio por cada mantenimiento que en comparación a las 64 horas que se tenía en el diagnóstico es una mejora total.

### **Recomendaciones**

- Establecer un sistema continuo de monitoreo de indicadores de mantenimiento basado en la norma ISO 14224, con reportes mensuales que permitan evaluar el comportamiento del MTTR, disponibilidad y costos de mantenimiento. Esto facilitará la toma de decisiones oportuna y permitirá corregir desviaciones antes de que afecten gravemente la operación. Asimismo, se recomienda crear una base de datos digital consolidada con todos los registros de fallas, mantenimientos realizados y causas raíz para reforzar la trazabilidad y facilitar el análisis histórico.
- Priorizar la intervención de la maquinaria identificada como crítica mediante un plan de acción específico, comenzando con las excavadoras que presentaron los mayores costos por mantenimiento correctivo. Para ello, se sugiere ejecutar

inspecciones técnicas periódicas, establecer controles operativos más estrictos y asignar responsables directos por equipo crítico. Este enfoque garantizará que los recursos técnicos y financieros se enfoquen donde más impacto se puede generar en términos de seguridad, continuidad operativa y reducción de costos.

- Actualizar y revisar anualmente los planes de mantenimiento diseñados con base en los manuales del fabricante y el comportamiento real de los equipos, integrando ajustes según las condiciones de operación, evolución de los fallos y cambios tecnológicos. Esta actualización debe ser gestionada desde IBM MAXIMO, permitiendo automatizar alertas de revisión y generar propuestas de mejora continua.
- Capacitar al personal técnico y administrativo en el uso del software IBM MAXIMO y en buenas prácticas de mantenimiento preventivo, asegurando que la herramienta sea utilizada de forma integral y no solo como un sistema de registro. Esta formación debe contemplar módulos sobre análisis de criticidad, interpretación de indicadores, programación de mantenimiento y uso de los manuales del fabricante. Además, se recomienda considerar una inversión inicial para fortalecer la infraestructura tecnológica y garantizar conectividad y acceso fluido al sistema desde las distintas zonas operativas.
- Después de analizar el beneficio de la implementación de planes de mantenimiento de la maquinaria pesada de la Gerencia de Transporte de EP Petroecuador se recomienda implementar para el resto de la maquinaria y flota vehicular y con este precedente se podría ampliar a otras plantas que maneja la empresa que no han implementado sistemas de gestión de mantenimiento.

## Bibliografía

- Arroyo, C., & Obando, R. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Arroyo Vaca, C. S., & Obando Quito, R. F. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *E-IDEA Journal of Engineering Science*. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>
- Calleja, P. (2025, January 15). *Fractal, la empresa que hace que las cosas funcionen* | Negocios | *EL PAÍS*. <https://elpais.com/economia/negocios/2025-01-16/fractal-la-empresa-que-hace-que-las-cosas-funcionen.html>
- CATERPILLAR. (2025). *CAT SIS 2.0*. <https://sis2.cat.com>
- CHEVROLET. (2025). *Manual De Uso Y Mantenimiento Chevrolet Ftr / Fvr / Fvm / Fvz / Gvr / Gvz / Fss / Fts - 2008 - 2018 | MDJC - MANUALES DE TALLER*. <https://www.chevrolet.com.ec/camiones-y-buses/fvz-2630-camion-largo>
- Contraloría General del Estado. (2021). *Informe de Auditoría a los Procesos de Mantenimiento en EP Petroecuador*.
- Decreto Ejecutivo 1351-A. (2012). <https://sistemasinternos.eppetroecuador.ec/lotaip/pdfs/2024/comunes/Decreto1351A.pdf>
- EP PETROECUADOR. (2022). *INFORME ESTADÍSTICO ANUAL 2022 EP PETROECUADOR*.
- EP Petroecuador. (2022). *Plan Estratégico Empresarial 2021 - 2025*.
- EP Petroecuador. (2024). *EP PETROECUADOR – Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador*. <https://www.eppetroecuador.ec/>
- EP Petroecuador. (2025). *Estructura Organizacional EP PETROECUADOR*.
- EP Petroecuador | Finanzas y ejecutivos clave*. (2025). [https://www.emis.com/php/company-profile/EC/EP\\_Petroecuador\\_es\\_2081861.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.emis.com/php/company-profile/EC/EP_Petroecuador_es_2081861.html?utm_source=chatgpt.com)
- Gerencia de Transporte - EP Petroecuador. (2024). *Informe Interno de Auditoría de Procesos Operativos, Gerencia de Transporte*.
- González, J., & Molina, M. (2021). *Sistema de gestión del mantenimiento de flotas de transporte de vehículos terrestres a través del modelado de ecuaciones estructurales*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21106>
- Guerrero, J. (2020). *MODELO DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO ENFOCADO A LAS ÁREAS DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE OLEODUCTO TRANSECUTORIANO DE LA EP PETROECUADOR*.
- Guevara, F. (2021). *Propuesta de mejora de la productividad en el departamento de mantenimiento terrestre de los Terminales Marítimos Balao - Esmeraldas - EP Petroecuador, mediante la herramienta Análisis del Modo y Efecto de Fallas AMEF*. Universidad Politécnica Salesiana.

- Guzmán, J. (2024). *Propuesta metodológica para la gestión de mantenimiento en la flota de maquinaria pesada, vehículos de categoría N1, N2 y motores estacionarios*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27265>
- HINO. (2017). *Manual De Taller Hino 700 Series E13c Diagramas Eléctricos - Data manuales*. <https://datamanuales.com/producto/manual-de-taller-hino-700-series-e13c-diagramas-electricos/?srsltid=AfmBOorSOw7CioYDUUns3qXmaF7a-IgZc11Kxf-QSsiXAwE3JUsgWmtwx>
- HINO. (2020). *Manual Series HINO 500 | PDF | Vehículos | Coche*. [https://www.hino-global.com/content/hino\\_global/pdf/magazines/012/HC\\_012\\_SPN\\_LR.pdf](https://www.hino-global.com/content/hino_global/pdf/magazines/012/HC_012_SPN_LR.pdf)
- IBM. (2025). *Software de gestión del mantenimiento - Maximo Application Suite | IBM*. <https://www.ibm.com/es-es/products/maximo/maintenance-management>
- ISO 14224. (2016). *ISO 14224:2016(en), Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:14224:ed-3:v2:en>
- Kenworth. (2020). *Manual del operador - T170, T270, T370 (Y53-1214-1C1) ES*.
- León, A. (2014, November 20). *EP PETROECUADOR culmina Sistema de Gestión de Mantenimiento de la mano con IBM - ITCAndino*. <https://www.itcandino.com/2014/11/20/ep-petroecuador-culmina-sistema-de-gestion-de-mantenimiento-de-la-mano-con-ibm/>
- Lerma Peris, M. José. (2020). *Sistemas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador: requerimientos y funcionalidades*.
- López, N. (2022). *Revisión sistemática de metodologías de mantenimiento de oleoductos basadas en Industria 4.0*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36885>
- Mack Trucks. (2015). *MACK GRANITE GU SERIES OPERATOR'S HANDBOOK MANUAL Pdf Download | ManualsLib*. <https://www.macktrucks.com.mx/parts-and-services/support/body-builders/manuals/>
- MANWINWIN. (2025). *Tareas de Mantenimiento Preventivo: Una guía completa para optimizar el rendimiento de los activos*. <https://www.manwinwin.com/es/tareas-de-mantenimiento-preventivo/>
- Medina, R. (2022). *Types of maintenance in oil well production measurement units Tipos de manutenção em unidades de medição da produção de poços de petróleo*. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v6i21.124>
- Naranjo, S. (2021, January 7). *Decreto Ejecutivo N° 1221 permitirá el óptimo funcionamiento de la nueva EP Petroecuador*. [https://www.petroenergia.info/post/decreto-ejecutivo-n-1221-permitir%C3%A1-el-%C3%B3ptimo-funcionamiento-de-la-nueva-ep-petroecuador?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.petroenergia.info/post/decreto-ejecutivo-n-1221-permitir%C3%A1-el-%C3%B3ptimo-funcionamiento-de-la-nueva-ep-petroecuador?utm_source=chatgpt.com)
- Oil & Gas Asset Management - Maximo Application Suite | IBM*. (2024). <https://www.ibm.com/products/maximo/oil-gas>
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). *IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN. Scientia et Technica Año XVI, 44*. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/h>



Secretaria General de Comunicación de la Presidencia. (2019). *Evaluación Técnica y Operativa del Proyecto Poliducto Pascuales-Cuenca en Ecuador*. <https://www.comunicacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/PNUD-PASCUALES-CUENCA-compilado-551-1651.pdf>

Valdez, P., & Leonidas, C. (2020). *PLAN DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA FLOTA VEHICULAR DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO INTERCULTURAL DE LA CIUDAD DEL CAÑAR*.

Zegarra Reynoso, J. A., & Mendoza Candiotti, J. J. (2024). Gestión de Disponibilidad del Mantenimiento Preventivo en Flotas de Apiladores Eléctricos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 13738–13750. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.14183](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14183)

## Anexos

### Anexo 1: Ficha 002, Camión MACK GU813E.

<b>Ficha N °: 002</b>			
<b>Ítem:</b> Camión MACK GU813E		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Camión	<b>Número de serie:</b>	1M1AX18YXAM012036
<b>Marca:</b>	MACK	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Modelo:</b>	GU813E		
<b>Descripción</b> Camión pesado todo terreno de uso intensivo, ideal para transporte de materiales en la industria de la construcción y minería.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: MACK MP7/MP8</li> <li>- Potencia: 325–405 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 10 vel.</li> <li>- Configuración: 6x4</li> <li>- PBV: ~30 t</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).


### Anexo 2: Ficha 003, Camión MACK GU813E.

<b>Ficha N °: 003</b>			
<b>Ítem:</b> Camión MACK GU813E		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Camión	<b>Número de serie:</b>	1M1AX18Y2AM012032
<b>Marca:</b>	MACK	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Occidente
<b>Modelo:</b>	GU813E		
<b>Descripción</b> Camión pesado todo terreno de uso intensivo, ideal para transporte de materiales en la industria de la construcción y minería.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: MACK MP7/MP8</li> <li>- Potencia: 325–405 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 10 vel.</li> <li>- Configuración: 6x4</li> <li>- PBV: ~30 t</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).



**Anexo 3:** Ficha 004, Camión MACK GU813E.

<b>Ficha N °: 004</b>			
<b>Ítem:</b> Camión MACK GU813E			
<b>Tipo:</b>	Camión	<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Marca:</b>	MACK	<b>Número de serie:</b>	1M1AX18Y8AM012035
<b>Modelo:</b>	GU813E	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Descripción</b>			
<b>Descripción</b>		Camión pesado todo terreno de uso intensivo, ideal para transporte de materiales en la industria de la construcción y minería.	
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: MACK MP7/MP8</li> <li>- Potencia: 325–405 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 10 vel.</li> <li>- Configuración: 6x4</li> <li>- PBV: ~30 t</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 4:** Ficha 005, Camión HINO GH8JMSA.

<b>Ficha N °: 005</b>			
<b>Ítem:</b> Camión HINO GH8JMSA			
<b>Tipo:</b>	Camión	<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Marca:</b>	HINO	<b>Número de serie:</b>	9F3GH8JMSEX13969
<b>Modelo:</b>	GH8JMSA	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Descripción</b>			
<b>Descripción</b>		Camión versátil de carga media con excelente maniobrabilidad y rendimiento en rutas mixtas.	
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: Diesel HINO J08E</li> <li>- Potencia: 260–280 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 6 vel.</li> <li>- PBV: ~18 t</li> <li>- Carga útil: ~10 t</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 5:** Ficha 006, Camión HINO GH8JMSA.

<b>Ficha N °: 006</b>			
<b>Ítem:</b> Camión HINO GH8JMSA		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Camión	<b>Número de serie:</b>	9F3GH8JMSEX13968
<b>Marca:</b>	HINO	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Modelo:</b>	GH8JMSA		
<b>Descripción</b> Camión versátil de carga media con excelente maniobrabilidad y rendimiento en rutas mixtas.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: Diesel HINO J08E</li> <li>- Potencia: 260–280 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 6 vel.</li> <li>- PBV: ~18 t</li> <li>- Carga útil: ~10 t</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).



**Anexo 6:** Ficha 007, Camión HINO GH8JMSA.

<b>Ficha N °: 007</b>			
<b>Ítem:</b> Camión HINO GH8JMSA		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Camión	<b>Número de serie:</b>	9F3GH8JMSEX13966
<b>Marca:</b>	HINO	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Occidente
<b>Modelo:</b>	GH8JMSA		
<b>Descripción</b> Camión versátil de carga media con excelente maniobrabilidad y rendimiento en rutas mixtas.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: Diesel HINO J08E</li> <li>- Potencia: 260–280 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 6 vel.</li> <li>- PBV: ~18 t</li> <li>- Carga útil: ~10 t</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 7:** Ficha 008, Tractocamión HINO 700.

<b>Ficha N °: 008</b>			
<b>Ítem:</b> Tractocamión HINO 700		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Tractocamión	<b>Número de serie:</b>	JHDSS1EKSXXX11239
<b>Marca:</b>	HINO	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Modelo:</b>	Hino 700		
<b>Descripción</b>			
Tractocamión de gran potencia y capacidad de arrastre. Se utiliza en transporte de carga pesada a larga distancia y en condiciones exigentes.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: HINO E13C</li> <li>- Potencia: 410–450 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 16 vel.</li> <li>- PBV: ~60 t</li> <li>- Configuración: 6x4</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).


**Anexo 8:** Ficha 009, Tractocamión HINO 700.

<b>Ficha N °: 009</b>			
<b>Ítem:</b> Tractocamión HINO 700		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Tractocamión	<b>Número de serie:</b>	JHDSS1EKSXXX11242
<b>Marca:</b>	HINO	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Occidente
<b>Modelo:</b>	Hino 700		
<b>Descripción</b>			
Tractocamión de gran potencia y capacidad de arrastre. Se utiliza en transporte de carga pesada a larga distancia y en condiciones exigentes.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: HINO E13C</li> <li>- Potencia: 410–450 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 16 vel.</li> <li>- PBV: ~60 t</li> <li>- Configuración: 6x4</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 9:** Ficha 010, Volqueta HINO FS1ELSD-MAX.

<b>Ficha N °: 010</b>			
<b>Ítem:</b> Volqueta HINO FS1ELSD-MAX			
<b>Tipo:</b>	Volqueta	<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Marca:</b>	HINO	<b>Número de serie:</b>	JHDFS1ELSKXX10462
<b>Modelo:</b>	FS1ELSD-MAX	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Occidente
<b>Descripción</b>			
Volqueta con estructura reforzada, ideal para transporte de materiales a granel como tierra, arena y escombros en entornos de obra. Alta capacidad y resistencia.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: HINO E13C</li> <li>- Potencia: 410 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 9 vel.</li> <li>- Capacidad: 12–15 m<sup>3</sup></li> <li>- PBV: ~25 t</li> <li>- Frenos: Aire</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).


**Anexo 10:** Ficha 011, Volqueta HINO FS1ELSD-MAX.

<b>Ficha N °: 011</b>			
<b>Ítem:</b> Volqueta HINO FS1ELSD-MAX			
<b>Tipo:</b>	Volqueta	<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Marca:</b>	HINO	<b>Número de serie:</b>	JHDFS1ELSKXX10460
<b>Modelo:</b>	FS1ELSD-MAX	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Descripción</b>			
Volqueta con estructura reforzada, ideal para transporte de materiales a granel como tierra, arena y escombros en entornos de obra. Alta capacidad y resistencia.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: HINO E13C</li> <li>- Potencia: 410 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 9 vel.</li> <li>- Capacidad: 12–15 m<sup>3</sup></li> <li>- PBV: ~25 t</li> <li>- Frenos: Aire</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 11:** Ficha 012, Camión plataforma con grúa CHEVROLET FVZ 2630 EIII.

<b>Ficha N °: 012</b>			
<b>Ítem:</b> Camión plataforma con grúa CHEVROLET FVZ 2630 EIII			
<b>Tipo:</b>	Camión plataforma con grúa	<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Marca:</b>	CHEVROLET	<b>Número de serie:</b>	JHDFS1ELSKXX10460
<b>Modelo:</b>	FVZ 2630 EIII	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Descripción</b> Camión plataforma con grúa incorporada, utilizado para carga, descarga y transporte de materiales pesados.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: ISUZU 6HK1-TCN</li> <li>- Potencia: 280–300 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 9 vel.</li> <li>- PBV: ~26 t</li> <li>- Configuración: 6x4</li> <li>- Frenos: Aire</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 12:** Ficha 013, Camión plataforma con grúa KENWORTH T370.

<b>Ficha N °: 013</b>			
<b>Ítem:</b> Camión plataforma con grúa KENWORTH T370			
<b>Tipo:</b>	Camión plataforma con grúa	<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Marca:</b>	KENWORTH	<b>Número de serie:</b>	3BKHHZ8X7PF731320
<b>Modelo:</b>	T370	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Occidente
<b>Descripción</b> Camión plataforma con grúa hidráulica, de alta maniobrabilidad. Recomendado para servicios de mantenimiento y transporte técnico especializado.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: PACCAR PX-9</li> <li>- Potencia: 300–350 HP</li> <li>- Transmisión: Manual 10 vel.</li> <li>- PBV: ~25 t</li> <li>- Frenos: Aire con ABS</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 13:** Ficha 014, Excavadora CATERPILLAR 320DL.

<b>Ficha N °: 014</b>			
<b>Ítem:</b> Excavadora CATERPILLAR 320DL		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Excavadora	<b>Número de serie:</b>	CAT0320DPA8F00945
<b>Marca:</b>	CATERPILLAR	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Modelo:</b>	320DL		
<b>Descripción</b> Excavadora hidráulica mediana, muy utilizada en obras civiles. Equilibrio perfecto entre potencia, eficiencia y control preciso.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: CAT C6.4 ACERT</li> <li>- Potencia: 138 kW (185 HP)</li> <li>- Peso operativo: ~22 t</li> <li>- Balde: 1.0–1.2 m<sup>3</sup></li> <li>- Sistema hidráulico avanzado</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).


**Anexo 14:** Ficha 015, Excavadora CATERPILLAR 320DL.

<b>Ficha N °: 015</b>			
<b>Ítem:</b> Excavadora CATERPILLAR 320DL		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Excavadora	<b>Número de serie:</b>	OKGF08653
<b>Marca:</b>	CATERPILLAR	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Modelo:</b>	320DL		
<b>Descripción</b> Excavadora hidráulica mediana, muy utilizada en obras civiles. Equilibrio perfecto entre potencia, eficiencia y control preciso.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: CAT C6.4 ACERT</li> <li>- Potencia: 138 kW (185 HP)</li> <li>- Peso operativo: ~22 t</li> <li>- Balde: 1.0–1.2 m<sup>3</sup></li> <li>- Sistema hidráulico avanzado</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).


**Anexo 15:** Ficha 016, Excavadora CATERPILLAR 325L.

<b>Ficha N °: 016</b>			
<b>Ítem:</b> Excavadora CATERPILLAR 325L		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Excavadora	<b>Número de serie:</b>	8NK00903
<b>Marca:</b>	CATERPILLAR	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Occidente
<b>Modelo:</b>	325L		
<b>Descripción</b> Excavadora robusta, ideal para excavaciones profundas y trabajos de gran volumen. Reconocida por su durabilidad y alto rendimiento hidráulico.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: CAT 3116T</li> <li>- Potencia: 168 HP</li> <li>- Peso operativo: ~26 t</li> <li>- Balde: ~1.2 m<sup>3</sup></li> <li>- Sistema hidráulico convencional</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 16:** Ficha 017, Excavadora CATERPILLAR 320D2L.

<b>Ficha N °: 017</b>			
<b>Ítem:</b> Excavadora CATERPILLAR 320D2L		<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Tipo:</b>	Excavadora	<b>Número de serie:</b>	ESG10152
<b>Marca:</b>	CATERPILLAR	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Occidente
<b>Modelo:</b>	320D2L		
<b>Descripción</b> Excavadora moderna y eficiente en consumo. Excelente para trabajos de movimiento de tierra, con gran precisión en maniobras y operación prolongada.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: CAT C6.4</li> <li>- Potencia: 150 HP</li> <li>- Peso operativo: ~22 t</li> <li>- Balde: 1.0–1.2 m<sup>3</sup></li> <li>- Mejor eficiencia de combustible</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 17:** Ficha 018, Excavadora CATERPILLAR 320D2L.

<b>Ficha N °: 018</b>			
<b>Ítem:</b> Excavadora CATERPILLAR 320D2L			
<b>Tipo:</b>	Excavadora	<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Marca:</b>	CATERPILLAR	<b>Número de serie:</b>	ESG10131
<b>Modelo:</b>	320D2L	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Occidente
<b>Descripción</b>			
Excavadora moderna y eficiente en consumo. Excelente para trabajos de movimiento de tierra, con gran precisión en maniobras y operación prolongada.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: CAT C6.4</li> <li>- Potencia: 150 HP</li> <li>- Peso operativo: ~22 t</li> <li>- Balde: 1.0–1.2 m<sup>3</sup></li> <li>- Mejor eficiencia de combustible</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 18:** Ficha 019, Excavadora CATERPILLAR 320D2L.

<b>Ficha N °: 019</b>			
<b>Ítem:</b> Excavadora CATERPILLAR 320D2L			
<b>Tipo:</b>	Excavadora	<b>Dependencia/Unidad:</b>	S.M.L.D.V.
<b>Marca:</b>	CATERPILLAR	<b>Número de serie:</b>	SDZ00749
<b>Modelo:</b>	320D2L	<b>Ubicación de trabajo:</b>	Oriente
<b>Descripción</b>			
Excavadora moderna y eficiente en consumo. Excelente para trabajos de movimiento de tierra, con gran precisión en maniobras y operación prolongada.			
<b>Características técnicas:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: CAT C6.4</li> <li>- Potencia: 150 HP</li> <li>- Peso operativo: ~22 t</li> <li>- Balde: 1.0–1.2 m<sup>3</sup></li> <li>- Mejor eficiencia de combustible</li> </ul>		

**Fuente:** Gerencia de Transportes EP Petroecuador.

**Elaborado por:** Ocampo, Franklin (2025).

**Anexo 19:** Certificado de conformidad de EP Petroecuador.



EP Petroecuador

## CERTIFICADO

A quien interese:

Yo, **Herrera Villarreal David Fabián**, portador de la cedula de identidad N° 1716346513, en mi calidad de Superintendente de Mantenimiento de Línea y Derecho de Vía de EP Petroecuador, certifico que el señor **Ocampo Lara Franklin Ovidio** portador de la cedula N° 0202345807, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Indoamérica, realizo su trabajo de titulación con el tema: **“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA EN LA GERENCIA DE TRANSPORTE DE EP PETROECUADOR GUAJALÓ MEDIANTE EL SOFTWARE MAXIMO”**. Mismo que ha venido realizando bajo mi tutoría y que se ha llegado a concluir satisfactoriamente para las dos partes.

Es todo cuanto puedo mencionar en honor a la verdad. Autorizo al señor **Ocampo Lara Franklin Ovidio** dar al presente certificado el uso que mejor le convenga a sus legítimos intereses.

Quito, 20 de agosto de 2025

**DAVID HERRERA**  
C.I. 1716346513

**SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO DE LÍNEA Y DERECHO DE VÍA**  
**EP PETROECUADOR**

