



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ESTUDIO DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE LA
MAQUINARIA PESADA Y LA FIABILIDAD EN LA EMPRESA OBRECO
CIA. LTDA., DE LA CIUDAD DE MACHALA**

Trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor (a)

Sánchez Anchatuña Eduardo Luis

Tutor(a)

Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo, Mg.

AMBATO – ECUADOR

2019

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

Yo, Sánchez Anchatuña Eduardo Luis, declaro ser autor del Estudio Técnico, titulado “ESTUDIO DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE LA MAQUINARIA PESADA Y LA FIABILIDAD EN LA EMPRESA OBRECO CIA. LTDA., DE LA CIUDAD DE MACHALA”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica 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 Tecnológica 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 Tecnológica 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 27 días del mes de marzo de 2019, firmo conforme:

Autor: Sánchez Anchatuña Eduardo Luis

Firma:.....

Número de Cédula: 180424596-5

Dirección: Miraflores Alto entre Valladolid y Salamanca

Correo Electrónico: edusanchez305@outlook.com

Teléfono: 0999845004

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación: “ESTUDIO DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE LA MAQUINARIA PESADA Y LA FIABILIDAD EN LA EMPRESA OBRECO CIA. LTDA., DE LA CIUDAD DE MACHALA”, presentado por el ciudadano Sánchez Anchatuña Eduardo Luis, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación 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 del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 27 de marzo de 2019.

.....
Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo, Mg.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, 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, 27 de marzo de 2019

Eduardo Luis Sánchez Anchatuña

180424596-5

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, sobre el Tema: “ESTUDIO DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE LA MAQUINARIA PESADA Y LA FIABILIDAD EN LA EMPRESA OBRECO CIA. LTDA., DE LA CIUDAD DE MACHALA”, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 27 de marzo de 2019

.....
Ing. Pedro Segundo Muzo Villacís, Mg
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
Ing. Juan Serafín Cruz Villacís, Mg
VOCAL

.....
Ing. Fernando David Saa Tapia, M.Sc.
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios, hacedor de todas las cosas existentes en el mundo

A mi familia en especial a mi madre, a mi esposa, por brindarme su comprensión, amor y cariño. A mi hija Emilia, que es mi fortaleza para escalar un peldaño más en mi carrera profesional.

Eduardo Luis

AGRADECIMIENTO

A mis padres, hermanos y a toda mi familia que estuvieron apoyándome incondicionalmente. A mis amigos y personas que estuvieron en el transcurso de mi formación gracias por todo su apoyo.

A mi tutor el Ingeniero Leonardo Sánchez por su guía y apoyo en la realización del presente estudio técnico.

Agradezco de manera especial a la Universidad Tecnológica Indoamérica, a los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial, por sus enseñanzas, dedicación y por formarnos como buenos profesionales.

Gracias

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN EJECUTIVO	xvii
ABSTRACT	xviii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

TEMA	1
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	3
ÁRBOL DE PROBLEMAS	7
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVOS	10

OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICO	10

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

ÁREA DE ESTUDIO	11
ENFOQUE	11
JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	12
POBLACIÓN	12
VARIABLES	14
VARIABLE INDEPENDIENTE: PROCESO DE MANTENIMIENTO MECÁNICO	14
VARIABLE DEPENDIENTE: FIABILIDAD	15
PROCEDIMIENTOS PARA OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	16
HIPÓTESIS	17
FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	18

CAPÍTULO III

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	20
ENTREVISTA	29
ESTUDIO DE LA FIABILIDAD	40

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	83
CONTRASTE CON OTRAS INVESTIGACIONES	87
COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	89
ESTABLECER HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA.	90
NIVEL DE SIGNIFICANCIA.....	90
ESTADÍSTICO DE PRUEBA.....	91
COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	91
FORMULAR LA REGLA DE DECISIÓN.....	92
TOMAR UNA DECISIÓN	93

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Maquinaria pesada	13
Tabla 2: Operacionalización de la Variable Independiente	14
Tabla 3: Operacionalización de la Variable Dependiente.....	15
Tabla 4: Plan de recolección de información.....	16
Tabla 5: Procedimiento para obtención y análisis de datos	17
Tabla 6: Personal de mantenimiento mecánico.....	23
Tabla 7: Registro de maquinaria pesada	24
Tabla 8. Historial de Fallos de Volqueta HINO - GH.....	40
Tabla 9. Historial de Fallos de la retroexcavadora CAT 120-F	41
Tabla 10. Historial de Fallos de la Excavadora CAT 320-C.....	42
Tabla 11. Historial de Fallos de la Mini cargadora CAT 246-C.....	43
Tabla 12. Historial de Fallos de la Cargadora HYUNDY HL	43
Tabla 13. Identificación de variables para el cálculo de fiabilidad.....	44
Tabla 14. Calculo de la Fiabilidad para la Volqueta	45
Tabla 15. Valores calculados en volqueta HINO-GH.....	46
Tabla 16. Valores de Z	46
Tabla 17. Resultado de análisis	46
Tabla 18. Análisis de la fiabilidad para la retroexcavadora CAT 120-F.....	46
Tabla 19. Valores calculados	47
Tabla 20. Valores de Z	47
Tabla 21. Resultado de análisis	47
Tabla 22. Análisis de la fiabilidad para la excavadora CAT 320-C.....	48
Tabla 23. Valores Calculados.....	48

Tabla 24. Valores de Z.....	48
Tabla 25. Resultado del análisis.....	49
Tabla 26. Análisis de la fiabilidad para la minicargadora.....	49
Tabla 27. Valores calculados	50
Tabla 28. Valores de Z.....	50
Tabla 29. Resultados del análisis	50
Tabla 30. Análisis de la fiabilidad para la cargadora	50
Tabla 31. Valores calculados	51
Tabla 32. Valores de Z.....	51
Tabla 33. Resultados del análisis	51
Tabla 34. Resumen de los valores de fiabilidad por maquina.....	52
Tabla 35: Codificación de maquinaria y vehículos.....	62
Tabla 36. Vehículos y maquinarias mes de enero del 2017	63
Tabla 37: Motivo de para de maquinaria de excavación- Enero del 2017.....	64
Tabla 38: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Enero	65
Tabla 39. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de Febrero del 2017.....	66
Tabla 40: Motivo de para de maquinaria de excavación - Febrero 2017.....	67
Tabla 41: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Febrero	68
Tabla 42. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de marzo del 2017.....	69
Tabla 43: Motivo de para de maquinaria de excavación - Marzo 2017.....	70
Tabla 44: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Marzo	71
Tabla 45. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de abril del 2017.....	72
Tabla 46: Motivo de para de maquinaria de excavación - Abril 2017.....	73

Tabla 47: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Abril.	74
Tabla 48. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de mayo del 2017.....	75
Tabla 49: Motivo de para de maquinaria de excavación - Mayo 2017.....	76
Tabla 50: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Mayo	77
Tabla 51. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de junio del 2017.....	78
Tabla 52: Motivo de para de maquinaria de excavación - Junio 2017	79
Tabla 53: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Junio.....	80
Tabla 54: Frecuencias observadas.....	91
Tabla 55: Frecuencias esperadas.....	92
Tabla 56: Calculo χ^2	92
Tabla 57: Grados de libertad.....	93

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Distribución de taller.....	20
Imagen 2: Instalaciones.....	21
Imagen 3: Bodega de filtros y aceites	22
Imagen 4: Herramientas y equipos.....	22
Imagen 5: Reemplazo de bomba de agua	25
Imagen 6: Sistema eléctrico	26
Imagen 7: Cilindros hidráulicos	26
Imagen 8: Mandos finales	27
Imagen 9: Reparación de la corona.....	28
Imagen 10: Volqueta Hino.....	33
Imagen 11: Inspección de Volqueta Hino.....	33
Imagen 12: Volqueta Hino.....	34
Imagen 13: Orden de trabajo.....	34
Imagen 14: Informe de orden de trabajo.....	35
Imagen 15: Aprobación de orden.....	35
Imagen 16: Desmontaje de piezas.....	36
Imagen 17: Pedido de repuestos y fluidos	36
Imagen 18: Orden de repuestos.....	37
Imagen 19: Entrega de repuestos	37
Imagen 20: Montaje de piezas	38
Imagen 21: Inspección de trabajos realizados.....	38
Imagen 22: Informe de mantenimiento	39
Imagen 23: Entrega de vehículo o maquinaria.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Motivo de paras de maquinaria de excavación mes de Enero	64
Gráfico 2. Paras de la maquinaria de excavación Enero	65
Gráfico 3. Motivo de paras de maquinaria de excavación mes de Febrero	67
Gráfico 4. Paras de maquinaria de excavación mes de Febrero	68
Gráfico 5. Motivo de paras de maquinaria de excavación Marzo.....	70
Gráfico 6. Paras de maquinaria de excavación Marzo	71
Gráfico 7. Motivo de paras de maquinaria de excavación Abril.....	73
Gráfico 8. Paras de maquinaria de excavación Abril	74
Gráfico 9. Motivo de paras de maquinaria de excavación Mayo	76
Gráfico 10. Paras de maquinaria de excavación Mayo	77
Gráfico 11. Motivo de paras de maquinaria de excavación Junio	79
Gráfico 12. Paras de maquinaria de excavación Junio.....	80
Gráfico 13. Registro: Campana de gauss – comprobación de hipótesis	93

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de inspección de Vehículo y/o maquinaria.	99
Anexo 2: Ficha de Inspección de daños	100
Anexo 3: Orden de trabajo.....	101
Anexo 4: Solicitud de repuestos	102
Anexo 5: Normas COVENIN Venezolanas	103

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “ESTUDIO DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE LA MAQUINARIA PESADA Y LA FIABILIDAD EN LA EMPRESA OBRECO CIA. LTDA., DE LA CIUDAD DE MACHALA”

AUTOR: Sánchez Anchatuña Eduardo Luis

TUTOR: Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo. Mg.

RESUMEN EJECUTIVO

Para el desarrollo del estudio del proceso de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada y la fiabilidad de la empresa OBRECO CIA. LTDA., se aplicó la norma COVENIN 3049-93, con esto la presente investigación tiene como objetivo estudiar el proceso de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada y fiabilidad, debido a que existen excesivas demoras en las tareas de mantenimiento. La metodología utilizada es exploratoria, ya que permite identificar los eventos suscitados a través de la información registrada. Se estableció como propuesta elaborar un cronograma de mantenimiento relacionado con el estudio de fiabilidad. Con los datos levantados en la empresa se determinó que las maquinas alcanzan una fiabilidad del 80%, sin embargo se observa que la tendencia de falla es alta. Concluyendo que se debe reestructurar la organización del mantenimiento a mediano plazo. Se recomienda medir la fiabilidad en un próximo periodo.

DESCRIPTORES: fiabilidad, mantenimiento, maquinaria, procesos.

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

THEME: "STUDY OF MECHANICAL MAINTENANCE PROCESS OF HEAVY MACHINERY AND RELIABILITY AT "OBRECO" COMPANY, IN MACHALA"

AUTHOR: Sánchez Anchatuña Eduardo Luis

TUTOR: Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo. Mg

ABSTRACT

For the development of the study of mechanical maintenance process of heavy machinery and the reliability at "OBRECO" company, the COVENIN 3049-93 standard. Thus, the aim of this research is to study the mechanical maintenance process of heavy machinery and reliability, because there are undue delays in the maintenance tasks. The methodology used is exploratory, due to it allows to identify such events through logged information. A proposal was established to elaborate a maintenance schedule related to the reliability study. With the data collection, it was determined that the machines reach an 80% of reability; however, a high tendency of failure was observed. As a conclusion, the maintenance organization must be restructured in medium term. It is recommended to measure the reliability next period.

KEYWORDS: machinery, maintenance, processes, reliability.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Tema:

“Estudio de procesos de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada y la fiabilidad en la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala”

Introducción

De acuerdo con Andraca (citado por Álvarez, 2002): En la última década la industria automotriz ha experimentado notables avances de tecnología en lo referente a construcción, diseño y mantenimiento de sus modelos, y en especial el sector del equipo caminero, compuesto por volquetes, retroexcavadoras, excavadoras, mini cargadoras, rodillos compactadores, tractores, motoniveladoras, recolectores de desechos sólidos, entre otros, es una de las que más cambios ha tenido.

Según la SENPLADES (2009): La globalización a nivel mundial ha obligado al sector público del Ecuador y en especial a los GAD provinciales y municipales a renovar su parque automotor compuestos por máquinas y vehículos, los que se utilizaran en el incremento de obras de regeneración urbana, construcción y mantenimiento de vías, necesarias para el adelanto y progreso del país y sus regiones.

Debido a la inversión realizada por los GAD municipales y el deficiente mantenimiento y Fiabilidad de las máquinas y vehículos de las instituciones públicas, surge la necesidad de prestar servicios de mantenimiento, que servirán para incrementar la Fiabilidad del equipo caminero y vehicular de las instituciones contratantes.

La provincia de El Oro, tiene una extensión territorial de 5.988 kilómetros cuadrados y se encuentra ubicada en la parte sur del país con una población de 559.846 habitantes, cuenta con 14 cantones: Arenillas, Atahualpa, Balsas, Chilla, Guabo, Huaquillas, Las Lajas, Marcabelli, Pasaje, Piñas, Portovelo, Santa Rosa, Zaruma y Machala.

En la provincia, son pocas las municipalidades que cuentan con un equipo caminero y vehicular moderno y con tecnología de punta; además carecen de planes de mantenimiento preventivo para su flota. Por lo que la Fiabilidad de trabajo de su equipo es deficiente, debido al paro no programado por mantenimiento de sus unidades; según el criterio de funcionarios del GAD Provincial del Oro y del Ministerio de Transporte de la provincia y al no existir empresas especializadas en mantenimiento de maquinaria pesada que presten el servicio al momento de ser requerido.

OBRECO CIA. LTDA., es una de las pocas empresas de la provincia que cuenta con un equipo humano, técnico y tecnológico; además de la infraestructura y el conocimiento para realizar el mantenimiento de la maquinaria pesada en todos sus componentes, especialmente en el mecánico con la finalidad de coadyuvar a que no exista retraso en la construcción y mantenimiento de las obras viales planificadas, debido a los diferentes fallos que han producido paros totales o parciales en la maquinaria

Según la observación realizada a los talleres de mantenimiento de la empresa se determinó que existen un sinnúmero de procesos que aún no están establecidos, en especial el referente al mantenimiento mecánico de maquinaria pesada y la

Fiabilidad, constituyéndose en un grave problema para la administración de la empresa.

Antecedentes

En la investigación de (Lequizano Pico, 2012). “Gestión del Mantenimiento para la Sección de Equipo Caminero del Gobierno Municipal e Arajuno”. El autor llegó a las siguientes conclusiones:

Conclusiones.

- Falta de planificación, programación y control de la actividades de mantenimiento por parte del personal responsable del equipo caminero.
- Los hangares al momento del levantamiento de la información de éste proyecto se encontraban distribuidos de una forma desordenada, lo que dificulta la operatividad del mecánico y del responsable de bodega y la demora en la ejecución en los trabajos.
- En la propuesta de implementación del sistema de gestión de mantenimiento se presenta una estructura administrativa técnica con su respectivo manual de funciones; planificación y programación del mantenimiento: Codificación del equipo caminero, órdenes de trabajo, solicitud de materiales, hoja de inventarios, hojas de lubricación, niveles de mantenimiento y bitácoras de mantenimiento; la misma que permitirá una mejor gestión y mayor disponibilidad del equipo caminero

Recomendaciones

- Ejecutar la implementación del sistema de gestión del mantenimiento, a fin obtener una verdadera organización administrativa y funcional.
- Elaborar presupuestos de operación y de inversión que faciliten agilidad en los procesos administrativos.
- Se recomienda motivar al personal mediante la capacitación en diferentes áreas de la gestión del mantenimiento.

La constante de falta de planificación urge una implementación de una correcta gestión de mantenimiento donde se tome en cuenta una reorganización del espacio físico para un mejor desempeño del trabajador, así como fundamental se menciona la capacitación del personal y la elaboración de presupuesto con referencia a los repuestos de mayor demanda

La investigación de (Pullutagsi Chiluita, 2013). “Gestión del Mantenimiento en la Maquinaria Pesada del Gobierno Municipal del Cantón Píllaro”. El autor llegó a determinar las siguientes conclusiones:

- Al no existir un plan de mantenimiento, el personal técnico y los operadores esperan que ocurra la falla, para realizar los trabajos de mantenimiento en los equipos, por tal motivo resulta ineficiente y caro el servicio de mantenimiento que se realiza, razón por la cual se propone este plan de mantenimiento.
- Los datos técnicos de los equipos no están registrados, por tal razón elaboramos las fichas de características técnicas de cada uno de los equipos.
- Las frecuencias que se han fijado, van de acuerdo a frecuencias ya establecidas para mantenimiento planificado, también se tomó en cuenta las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

Recomendaciones

- Implementar un plan de mantenimiento computarizado
- Concienciar al personal y autoridades sobre la importancia del mantenimiento en la economía de la institución
- Los documentos de trabajo deben ser gestionados y archivados de la mejor manera, a tiempo y con datos veraces, esto garantizará que la información que estos contengan servirá de utilidad para la toma de decisiones en el futuro.

La recopilación de esta investigación aduce que la falta de registro y control es la causa por la que incide un alto número de frecuencia de fallas en la maquinaria por

eso se sugiere implementar un plan de mantenimiento computarizado enfocarse en la capacitación del personal para que los registros tengan su veracidad y garantice la información de los mismos para futuras toma de decisiones y así aumentar la Fiabilidad de la maquinaria pesada

La investigación de (Toapanta Quispe, 2009). “Diseño de un Plan de Mantenimiento para el Equipo Caminero y Vehículos que Dispone el Gobierno Municipal de Tena, Provincia de Napo”. A continuación sus conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- El Software SisMAC seleccionado para realizar éste trabajo, está diseñado para realizar en forma automática el control de mantenimiento y el análisis de fallas que pudieran presentarse en la máquina debido al uso y/o tiempo de funcionamiento.
- Este software no solo permite atender a la flota de equipos camineros y vehículos, además se puede aplicar al resto de departamentos que cuenten con equipos y maquinaria que necesiten mantenimiento preventivo programado del Gobierno Municipal de Tena.
- Con la cooperación de los operadores y conductores que son los responsables de entregar al asistente técnico los partes diarios de trabajos de sus unidades con las horas de operación y algún desperfecto mecánico; El mismo que se encargará de procesar la información en el software para su debido tratamiento, del cual dependerá el éxito de la sistematización propuesta en este trabajo.

Recomendaciones

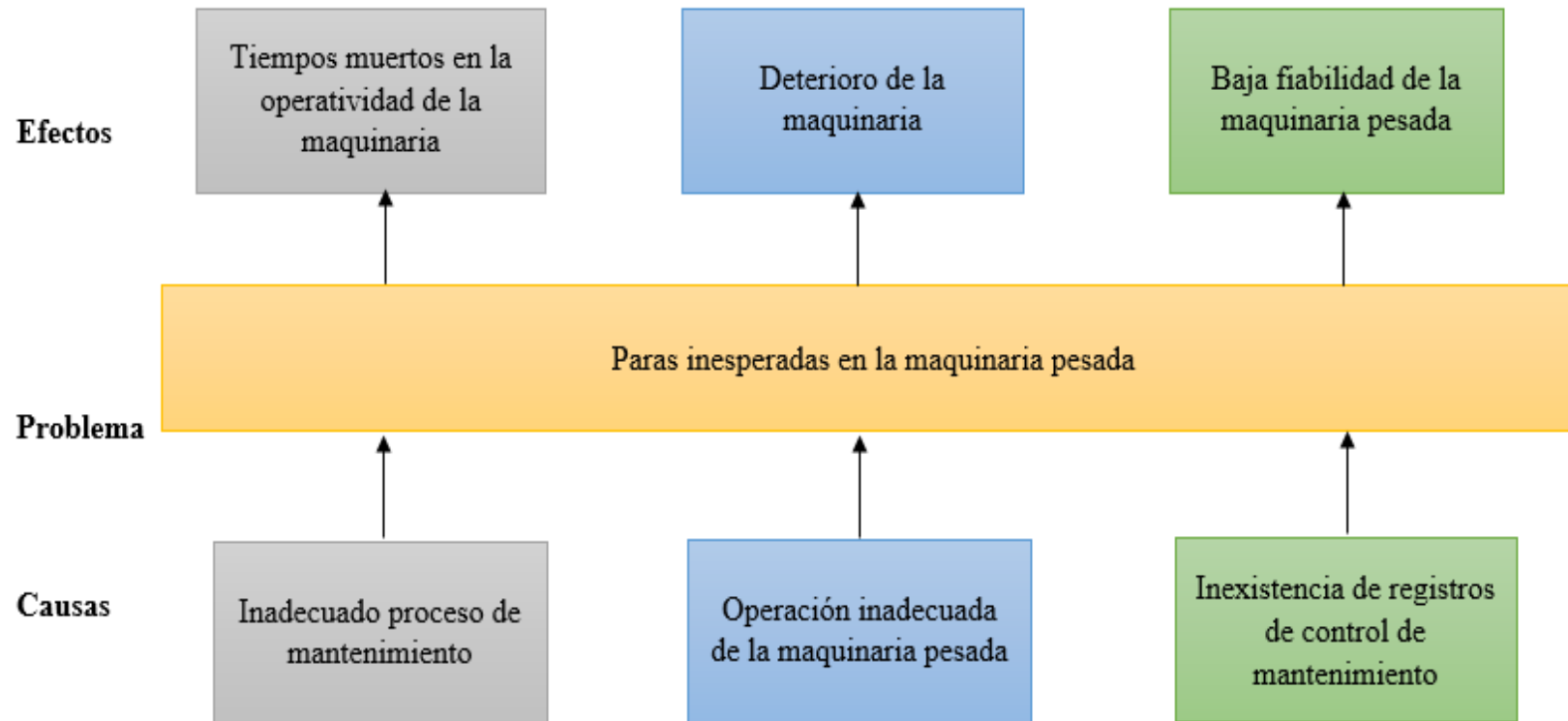
- Implementar un taller móvil de diagnóstico y lubricación que permita cumplir los trabajos de acuerdo al plan, de los equipos camineros que se encuentren en los frentes de trabajo, este grupo deberá estar formado por un Ingeniero Mecánico (Asistente técnico de la jefatura de Talleres), un mecánico

capacitado, un lubricador, bombas de engrase, herramientas de uso cotidiano y diagnóstico y un vehículo 4x4 preferiblemente.

- Aplicar el plan de mantenimiento, para lograr como resultado una mayor disponibilidad de los equipos, optimizar los recursos económicos, humanos y materiales.
- Es necesario que los operadores, choferes, mecánicos, asistente técnico y jefe de talleres reciban una capacitación técnica sobre operación y mantenimiento de cada una de las máquinas existentes.

En esta investigación el Software SisMAC se aplica para la implementación de un plan de mantenimiento computarizado el cual permite aumentar la disponibilidad del equipo caminero, es más se lo puede aplicar a todas las demás áreas de mantenimiento de la institucional la implementación de un taller móvil sería ideal ya que por la distancia en las que trabajan las maquinarias optimizarían el tiempo de mantenimiento y esto aumentaría la disponibilidad de ellas.

Árbol de Problemas



Elaborado por: Eduardo Sánchez

Análisis crítico

El problema central identificado en la empresa que se encarga del servicio de mantenimiento mecánico de maquinaria pesada, especialmente de compañías constructoras y de los GADS en general que son quienes poseen su flota de maquinaria pesada fue las paradas inesperadas en la misma.

El inadecuado proceso de mantenimiento, debido principalmente al incumplimiento de las actividades del proceso y al control de los mismos lo que ocasiona tiempos muertos en la operatividad de la maquinaria pesada.

La operación inadecuada de la maquinaria pesada, al forzar muchas de las veces al motor sin cumplir con el manual de operación y sin la previa revisión de rutina, lo que conlleva a que la máquina se vaya deteriorando con mayor rapidez.

La inexistencia de registros de control de mantenimiento, ya que es bien sabido que un proceso que no se mide o controla va a ocasionar en este caso una baja fiabilidad en la maquinaria pesada, pudiendo sufrir daños y ocasionar accidentes que sería lo más crítico en este caso.

Existen también debilidades administrativas con respecto a la adquisición de repuestos para la maquinaria pesada que muchos son genéricos, pero que nunca van hacer mejores que los del fabricante, dándole la oportunidad a repuestos con baja tecnología, bajo costo y baja calidad. Además de que un repuesto que no está en la lista de los más importantes, a la hora de una falla administrativa hace que se convierta en una maquinaria con baja Fiabilidad

Justificación

La presente investigación tiene un **impacto** positivo, debido a que al realizar un estudio del proceso de mantenimiento de la maquinaria pesada se tendrá información histórica valiosa para la toma de decisiones de manera inmediata para

que la maquinaria esté la mayor parte de tiempo en condiciones óptimas para sus tareas.

Es **importante** tener un proceso de mantenimiento con la finalidad de mantener a los equipos en óptimo estado de funcionamiento y operatividad, que permita una mejor administración técnica que se traduzca en una mayor fiabilidad de la maquinaria.

La investigación realizada es de **utilidad teórica**, ya que ayudará a futuros egresados a comprender los procesos de mantenimiento para que de esta manera puedan elevar su interés por la investigación, siendo el presente estudio un apoyo para los nuevos investigadores encaminándoles de una manera positiva a realizar estudios posteriores de los diferentes procesos de mantenimiento.

El estudio del proceso de mantenimiento será de **beneficio** para la empresa que oferta el mantenimiento de maquinaria pesada; por ser una necesidad fundamental para tener una maquinaria en perfecto estado de funcionamiento para sus contratantes, lo que incrementará la Fiabilidad y prolongará la vida útil, permitiendo de esta manera que las empresas e instituciones contratantes puedan planificar el uso y distribución de la maquinaria pesada para los diferentes trabajos ya planificados evitando inconvenientes y retrasos en sus tareas.

Cabe destacar que la presente investigación es **factible** debido a que se cuenta con el aval de la empresa OBRECO CIA. LTDA., para el flujo de información, con el conocimiento teórico y práctico para el desarrollo del estudio y con el apoyo bibliográfico para el efecto.

Objetivos

Objetivo General

Estudio de procesos de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada y la fiabilidad en la empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala

Objetivos Específicos

- Identificar la situación actual del proceso de mantenimiento mecánico de maquinaria pesada de la empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala, para detectar cuellos de botella mediante las fichas de caracterización y los diagramas de flujo del proceso.
- Calcular la fiabilidad actual de la maquinaria pesada para la identificación de las horas de operatividad mediante el registro de la vida de los equipos.
- Determinar la relación existente entre el proceso de mantenimiento mecánico y la fiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

Área de estudio

Dominio: Tecnología y Sociedad

Línea de investigación: Empresarialidad y Productividad

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Proceso de mantenimiento mecánico

Aspecto: Fiabilidad

Objeto de estudio: Proceso de mantenimiento mecánico y fiabilidad

Periodo de análisis: Enero - diciembre 2018

Enfoque de la investigación

La presente investigación consiste en identificar y caracterizar el proceso de mantenimiento mecánico, a fin de predecir su funcionamiento a través de la fiabilidad de maquinaria pesada de la empresa OBRECO CIA. LTDA.

Dentro de la presente investigación se utiliza el enfoque cualitativo porque se busca y se recopila toda la información existente del departamento de mantenimiento con la finalidad de conocer el entorno del proceso de mantenimiento mecánico y saber a ciencia cierta si es el más adecuado. De igual manera se aplicó el enfoque cuantitativo, debido a que mediante el uso de indicadores se obtuvo datos para el cálculo de la fiabilidad de la maquinaria pesada.

Justificación de la metodología

La **investigación es de campo**, puesto que la información recopilada sobre el proceso de mantenimiento mecánico de maquinaria pesada es tomada de la fuente primaria, que en este caso es la empresa OBRECO CIA. LTDA.

Bibliográfica-documental, Por la necesidad de obtener información de fuentes bibliográficas como: libros, artículos de revistas especializadas, tesis doctorales, entre otros, es un apoyo fundamental en el desarrollo de la misma. Se revisó documentación referente al proceso de mantenimiento mecánico y la fiabilidad de maquinaria pesada.

Se aplica la **investigación descriptiva** porque al ir revisando el proceso macro, los subprocesos y los procedimientos del mantenimiento mecánico, se describen las actividades, insumos, controles y recursos inmersos en el mismo.

Se aplica la **investigación correlacional** al ir cotejando el proceso de mantenimiento mecánico con el cálculo de la fiabilidad de maquinaria pesada en la empresa OBRECO CIA. LTDA.

Población y Muestra

Población

Para el desarrollo del estudio de la población de equipos se toma la información del proceso de mantenimiento mecánico y la maquinaria pesada existente en la empresa OBRECO CIA. LTDA., como se puede evidenciar en la Tabla 1 adjunta.

La cantidad de la población de equipos es menor a treinta unidades, y no será necesario efectuar el calcula de tamaño mínimo de la muestra, por lo que se trabajará con el total de la población identificada. (Gutiérrez & de la Vera, 2013)

Tabla 1: Maquinaria pesada

Maquinaria pesada	Número
Motoniveladoras	6
Excavadoras	4
Mini cargadoras	4
Cargadoras	4
Tractor	1
Retroexcavadoras	1
Mini excavadora	1
Rodillos	4
Tráiler cabezal	2
Tanqueros	3
Camiones	2
Autos	2
Total	34

Fuente: OBRECO CIA. LTDA.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Diseño del trabajo

Se procede a desarrollar la matriz de operacionalización de variables en la que se determinan las técnicas e instrumentos de investigación que se aplicara para el desarrollo del presente Proyecto Técnico, lo que se puede observar en las Tablas 2 y 3 adjuntas

Variables

Variable Independiente: Proceso de mantenimiento mecánico

Tabla 2: Operacionalización de la Variable Independiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes de Investigación	Técnicas e Instrumentos
<p><u>Conjunto de actividades</u> destinadas a mantener o restablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir la <u>función</u> <u>requerida</u>. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de <u>gestión</u> <u>preventiva</u>.</p>	<p><u>Conjunto de actividades</u></p> <p><u>Función requerida</u></p> <p><u>Gestión Preventiva</u></p>	<p>Número actividades en el proceso de mantenimiento.</p> <p>Número de revisiones de mantenimiento mecánico.</p> <p>Número de reposiciones en repuestos</p> <p>Índice de Disponibilidad Índice de Fiabilidad</p> <p>Número de actividades de mantenimiento mecánico anual.</p>	<p>¿La empresa tiene mecanismos de control y evaluación del mantenimiento mecánico?</p> <p>¿Cuenta con un plan de mantenimiento mecánico?</p> <p>¿Considera que el control de mantenimiento mecánico aplicado en la empresa es el adecuado?</p> <p>¿Existe un registro de Fiabilidad, para no programadas y fiabilidad en la empresa?</p>	<p>T – Observación</p> <p>I – Flujogramas, matriz de caracterización del proceso</p>

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Variable Dependiente: Fiabilidad

Tabla 3: Operacionalización de la Variable Dependiente

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes de Investigación	Técnicas e Instrumentos
Es la relación que existe entre la media de los <u>tiempos de operación de la maquinaria pesada</u> , dividido para la sumatoria de la media de los tiempos de operación y la media de los <u>tiempos técnicos de reparación</u>	<u>Tiempos de operación de maquinaria pesada</u> <u>Tiempos técnicos de reparación</u>	Tiempo de operación sin falla Tiempo de operación disponible Número de reparaciones mecánicas Número de reparaciones de instrumentos y control Número de reparaciones eléctricas Tiempo de mantenimiento	¿Qué tiempo de Fiabilidad tienen las maquinas anualmente? ¿Existen registros de fiabilidad de equipos? ¿Cuál es el costo de reparación mensual? ¿Cuál es el costo anual en mantenimiento preventivo? ¿Existen técnicas de mantenimiento preventivo? ¿Qué tasa de fiabilidad, mantenibilidad y Fiabilidad tienen los equipos?	T - Observación I – Registros de mantenimiento T – Observación I - Hoja de vida de los equipos

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Procedimientos para obtención y análisis de datos

Tabla 4: Plan de recolección de información

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1.- ¿Para qué?	Para llegar a los objetivos de la investigación.
2.- ¿De qué personas u objetos?	Maquinaria pesada de OBRECO CIA. LTDA.
3.- ¿Sobre qué aspecto?	Proceso de mantenimiento mecánico, Fiabilidad de la maquinaria pesada
4. ¿Quién, quiénes?	Investigador (Eduardo Sánchez)
5. ¿Cuándo?	Enero – Diciembre (2017)
6. ¿Dónde?	Talleres de mantenimiento de la empresa OBRECO CIA. LTDA.
7. ¿Cuántas veces?	Las que sean necesarias
8. ¿Qué técnicas de recolección?	Observación
9. ¿Con qué?	Flujogramas Matrices de caracterización de procesos Registros de mantenimiento Hoja de vida de los equipos
10. ¿En qué situación?	En situación normal de trabajo

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Recolectada la información primaria y secundaria mediante la observación directa y la revisión bibliográfica, se procede a clasificar y organizar la misma en matrices comparativas para una fácil interpretación y aplicación. Ver Tabla 4.

Es necesario aclarar que para el análisis de la información recolectada se lo hará enfocado al proceso de mantenimiento mecánico; teniendo en cuenta las condiciones óptimas que deben cumplir cada uno de las máquinas de la empresa OBRECO CIA. LTDA.

En la Tabla 5 adjunta, se presentan las actividades de recolección y procesamiento de datos, recalcando que cada uno de ellos puede sufrir modificaciones en función de las necesidades.

Tabla 5: Procedimiento para obtención y análisis de datos

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
1	Recolectar información primaria y secundaria
2	Clasificar y organizar la información recolectada
3	Interpretar hojas de control y reportes diarios
4	Identificar principales fallas y averías
5	Elaborar fichas de calificación del departamento de mantenimiento
6	Desarrollar un inventario de componentes instalados
7	Desarrollar fichas técnicas de los componentes
8	Codificar los componentes
9	Elaborar fichas de tiempo de vida útil
10	Establecer nuevas hojas de control
11	Desarrollar el análisis modal de fallos
12	Elaborar matrices de criticidad
13	Desarrollar la matriz de mantenimiento mecánico

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Hipótesis

El estudio del proceso de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada incide en la fiabilidad en la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala.

Formulación de la Hipótesis

H_0 : El estudio del proceso de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada no se relaciona con la fiabilidad en la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala.

H_1 El estudio del proceso de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada si se relaciona con la fiabilidad en la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala.

CAPÍTULO III

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar el análisis del actual proceso de mantenimiento de la maquinaria pesada de la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala, se procedió a recabar información de las actividades que lo han realizado los técnicos del taller durante el año 2016, siendo una de las actividades la entrevista al personal relacionado al caso en estudio; así también la elaboración de los tiempos y los diferentes procesos que incurren en los diferentes mantenimientos que se realiza a la maquinaria pesada, con el análisis de Fiabilidad de la maquinaria, con esto poder sacar un resultado del proceso y tiempos de cada una de las maquinarias. *Revisar Anexo I.*

Para un mejor entendimiento de cómo está estructurado los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria en estudio, se procedió a conocer los diferentes ciclos a aplicar para conocer el tiempo promedio que conlleva realizar las diferentes actividades en esta forma se fundamentó de manera objetiva el número de toma de tiempos para los procesos de mantenimiento detallados.

De la misma manera es importante manifestar la elaboración de fichas técnicas de estudio para representar a cada una de la maquinaria que se encuentra en estudio; por otro lado fue pertinente la elaboración de la respectiva codificación de la maquinaria existente; así como el debido registro de las paradas de maquinaria de excavación con los motivos por los cuales se presentó esos altercados, en esta forma se procedió a la verificación de instantos de recopilación de información durante los procesos de mantenimiento que se presentan a continuación.

Análisis de la situación actual del taller

Cabe destacar que en el taller Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala no existe una Ingeniería de mantenimiento por lo que las actividades de mantenimiento lo realizan basadas en la experiencia de las personas que están encargadas de dar el mantenimiento respectivo a la maquinaria de excavación.

Por lo que lamentablemente no cumple con todos los niveles de organización, el área de mantenimiento es la excepción al no contar con la ayuda de un profesional para la evaluación, control del plan de mantenimiento aplicado a la maquinaria.

Es necesario también indicar que no existe un especialista en el área de mecánica eléctrica al presentar fallas eléctricas de mayor magnitud recurren a la contratación externa de un profesional de la rama de mecánica eléctrica.

1.-Distribución del taller



Imagen 1: Distribución de taller

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

En relación a la distribución del taller de la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala, se puede decir que en la actualidad cuenta con amplio espacio, sin embargo el 75% del espacio destinado para el taller, lo utiliza como garaje y bodega, pero cabe el 25% del espacio lo utilizan para el respectivo mantenimiento

dificultando la movilización tanto del personal como de las partes de la maquinaria que se encuentra en mantenimiento.

2.-Instalaciones



Imagen 2: Instalaciones
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Actualmente en el taller de la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala, cuenta con una oficina para la parte administrativa, a pesar de ello no existe un orden adecuado y apropiado para realizar las diferentes labores de planificación y archivo de las fallas de la maquinaria por lo que se dificulta realizar el trabajo de una manera eficiente y ordenada, así en relación a los registros de la fallas de la maquinaria el encargado del taller lo viene realizando de una manera no apropiada en la cual se pudo determinar que no existe una base de datos exclusiva para el archivo de los registros de las fallas por lo que el 50% lo tiene digital y el otro 50% lo conserva en hojas impresas o escritas a mano, reconociendo también que en el taller existe una oficina la cual carece de secretaria por lo que toda la actividad que lo tenga que hacer en la oficina lo realiza el Tecnólogo Juan Arteaga.

3.- Bodega de repuestos

El taller de la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala, cuenta con una bodega de repuestos en la que se encuentra llantas, aceites y filtros, es necesario indicar que no cuenta con repuestos para el mantenimiento correctivo por lo que si los repuestos no existen en el mercado local, se tiene que dirigir a otras como Cuenca, Quito o Guayaquil, siendo una de las causas principales para que la maquinaria no esté en funcionamiento debido a que puede tardar varios días, semanas e inclusive hasta meses en conseguir los repuestos.



Imagen 3: Bodega de filtros y aceites
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

4.- Herramientas y equipos



Imagen 4: Herramientas y equipos
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

En lo que se refiere a las herramientas en el taller de la Empresa OBRECO CIA. LTDA., no existe un orden adecuado dando como resultado pérdida de tiempo en las actividades de mantenimiento debido a que no se encuentra las herramientas en un tiempo determinado.

5.- Personal de mantenimiento mecánico

Tabla 6: Personal de mantenimiento mecánico

Ítems	Nombre	Cargo	Título
1	Olivo Saravia	Jefe de taller	Tecnólogo en administración
2	Wilson Ortega	Mecánico	Tecnólogo mecánico
3	Luis Constante	Mecánico	Ciclo básico
4	Pedro Chicaiza	Ayudante	Bachiller

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Se determinó mediante la investigación realizada que el personal existente que realiza las tareas de mantenimiento de la maquinaria solo uno posee título de tecnólogo mecánico automotriz mientras que las demás personas no poseen títulos mecánicos, en vista a la cual las actividades de mantenimiento lo vienen realizado de una manera empírica es decir por experiencia.

Análisis del registro de la maquinaria

En base a las investigaciones realizadas se determinó que maquinaria de excavación no tiene una ficha técnica para tener un registro apropiado tanto de las características como especificaciones de los fabricantes.

1.- Codificación.

En vista que en el taller del de la Empresa OBRECO CIA. LTDA., no aplica ninguna clase de normas, la maquinaria existente no tiene ninguna codificación, la única manera de identificación es a base de las placas.

2.- Registro de maquinaria pesada

En la actualidad llevan un registro de la maquinaria de excavación en un formato sencillo en donde toman a consideración características básicas de la maquinaria que a continuación se presenta un modelo de registro.

Tabla 7: Registro de maquinaria pesada

Ítems	EQUIPO	MARCA - MODELO	COLOR	AÑO	PLACA	MOTOR	CHASIS
1	VOLQUETA	HINO -GH	AMARILLA	2006	TMC-0035	J08CTT2 3589	JHDGH1JGU6XX104 62
2	VOLQUETA	HINO -GH	AMARILLA	2006	TMC-0034	J08CTT2 3582	JHDGH1JGU6XX104 60
3	RETROEXCAVADOR A	CAT - 420F	AMARILLA	2006	S/P	7JK93955 4	RAW00721
4	RETROEXCAVADOR A	CAT-416E	AMARILLA	2011	S/P	CRS6629 9	OLMS01837
5	EXCAVADORA	CAT-320C	AMARILLA	2006	S/P	8JK93975 3	EXAW00542
6	MINICARGADORA 1	CAT-246C	AMARILLO	2011	S/P	CYM313 68	JAY06152
7	CARGADORA	HYUNDA Y HL-757- 7	AMARILLA	2007	S/P	LD06110 10	46597498

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Análisis del sistema de mantenimiento actual

Al realizar el análisis del sistema de mantenimiento actual se determinó que no funciona correctamente por falta de personal técnico como también ausencia de una

organización de mantenimiento, por lo que realizan los técnicos de una manera empírica.

Como resultado esta investigación se tiene las siguientes falencias:

- No existe un formato de trabajo adecuado por lo tanto no ofrece la facilidad para hacer un detalle minucioso del trabajo a realizarse.
- No tienen fichas técnicas donde se pueda obtener información de las características de la maquinaria.
- No dispone un registro de horas de funcionamiento y kilometraje de la maquinaria de excavación.
- Espacio reducido para dar el mantenimiento adecuado.

Análisis de fallas con mayor tiempo de reparación

La evaluación del estado actual de la maquinaria es el punto de arranque, por lo que mediante un análisis de cada una de las fallas con mayor tiempo de reparación se puede llegar a una conclusión para determinar si la falla es por falta de un mantenimiento adecuado o por sus años de trabajo.

1.- Cambio de bomba de agua



Imagen 5: Remplazo de bomba de agua
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

El cambio de la bomba de agua es una de las fallas que mayor problema se da en la maquinaria debido a que los técnicos del taller no lo realizan un mantenimiento preventivo periódico, es decir que al no contar con un nivel apropiado del refrigerante lo cual tiende a tomar mayor temperatura siendo una de las principales causas de la falla de la parte mencionada de la maquinaria en estudio.

2.- Sistema eléctrico



Imagen 6: Sistema eléctrico

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

La falla del sistema eléctrico (fig. 6), de acuerdo a las investigaciones realizadas lo supo manifestar el encargado del taller de de la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de da más en vista a que las maquinas ya están cumpliendo su vida útil como también se debe al constante trabajo que lo vienen realizando.

3.- Cilindros de elevación



Imagen 7: Cilindros hidráulicos

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Debido a las investigaciones realizadas a los técnicos del taller de la Empresa OBRECO CIA. LTDA., supieron manifestar que las fallas de los cilindros hidráulicos de elevación se da por una causa principal que es por el mal manejo de los operadores por no acatarse a las especificaciones de los fabricantes como también otra causa de la falla mencionada se da debido a que cumplen el tiempo que fue fabricado para un normal funcionamiento.

4.- Mandos finales

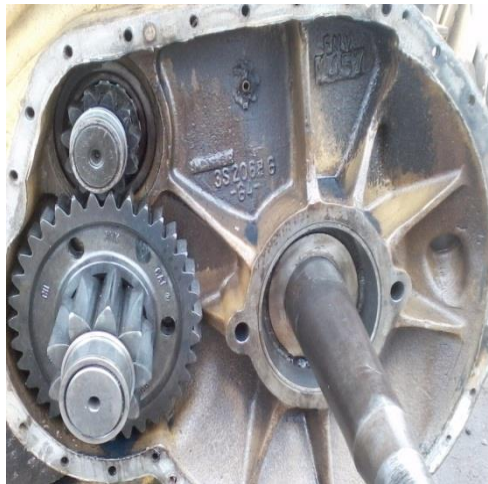


Imagen 8: Mandos finales

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Una vez indagado a los técnicos del taller de la Empresa OBRECO CIA. LTDA., sobre las fallas de los mandos finales manifestaron que realizan el mantenimiento cuando escuchan algún ruido o a su vez la falla ya no permite su normal funcionamiento en donde determinan las causas siendo una de las principales el no cambio de aceite de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.

5.- Daño de la corona

Los técnicos manifiestan que la falla o avería de la corona se da por un mal manejo como también por la falta de lubricación o lubricantes deficientes sin tomar en cuenta sin tomar en cuenta el tipo o grado de las especificaciones de los fabricantes.



Imagen 9: Reparación de la corona
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

ENTREVISTA

Entrevista realizada al personal que labora en el área de mantenimiento de la Empresa OBRECO CIA. LTDA.

Entrevista realizada al Jefe

1. ¿Cómo considera que son los procesos de mantenimiento de maquinaria?

Los procesos de mantenimiento no se encuentran estructurados de forma técnica, se los realiza de forma tradicional, y es importante tomar la iniciativa de todos para aportar con el mejor proceso o enfoque para realizar el trabajo.

2. ¿Cómo cataloga la disponibilidad de la maquinaria de excavación?

La disponibilidad de la maquinaria está sujeta por el momento a la capacidad de los trabajadores, sin embargo se ha presentado ciertas demoras, en que la maquinaria salga del taller, considero que la disponibilidad es baja a pesar de hacer los mejores esfuerzos por mantenerla alta.

3. ¿Se ha dado prioridad a realizar estudios en esta área anteriormente?

Lamentablemente no, porque no se ha dado la importancia que en verdad, merece, sin embargo se ha estado en proyectos para realizarlo.

4. ¿Considera importante que se estudie la disponibilidad de maquinaria?

Muy importante porque se está tomando un elemento que incide de manera directa en el resultado de tiempos que se demora el área y uno se puede dar la idea de cuál es el rendimiento del área que está tratando.

5. ¿Considera necesario que se estudien los procesos de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria?

Totalmente, ya que esto no se lo ha hecho anteriormente, y considero que ayudará a mejorar los procesos de mantenimiento y por ende permitirá tener una mayor disponibilidad de maquinaria, lo cual permitirá ser más eficiente a esta área.

Entrevista realizada al Supervisor

1) ¿Cómo considera que son los procesos de mantenimiento de maquinaria?

Como supervisor, me encargo de realizar el mejor trabajo en cuanto a procesos, los ayudantes me dan a considerar sus ideas sin embargo llegamos a un consenso para tomar un proceso adecuado, sin embargo a veces se demora mucho la maquinaria en repararse.

2) ¿Cómo cataloga la disponibilidad de la maquinaria de excavación?

Es un elemento que se va de las manos, ya que no se cuenta con una maquinaria completamente disponible, la mayor de las veces cuando se ha necesitado una maquinaria, hay que esperar para terminar de repararla.

3) ¿Se ha dado prioridad a realizar estudios en esta área anteriormente?

No, porque no se ha visto la apertura por parte de las autoridades, sin embargo nosotros de forma empírica hemos, intentado desarrollar de una forma u otras mejoras en los procesos de mantenimiento.

4) ¿Considera importante que se estudie la disponibilidad de maquinaria?

Sí, porque es positivo para conocer cuál es la forma que se tiene de trabajo actual en la empresa, por lo que es imprescindible desarrollar este parte como parte complementaria del estudio.

5) ¿Considera necesario que se estudien los procesos de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria?

Es muy importante, y yo apoyo para que se realicen estas actividades, porque necesitamos trabajar de manera más técnica para bienestar nuestro, de esta área de la Empresa OBRECO CIA. LTDA.

Entrevista realizada al 1er Ayudante

1) ¿Cómo considera que son los procesos de mantenimiento de maquinaria?

Son procesos que se demoran mucho en salir, por lo que no son rápidos, y es necesario que el supervisor o el jefe plantee algún proceso para nosotros seguir y poder tener como guía.

2) ¿Cómo cataloga la disponibilidad de la maquinaria de excavación?

No es tan alta, porque la maquinaria se demora mucho en salir del taller porque los procesos no son los mejores, se debería tomar a consideración la disponibilidad de esta área.

3) ¿Se ha dado prioridad a realizar estudios en esta área anteriormente?

No se ha desarrollado estudios anteriormente, esta es la primera vez que se realiza estudios muy a fondo, y es bueno que tomen la importancia de lo que hacemos.

4) ¿Considera importante que se estudie la disponibilidad de maquinaria?

Es un elemento positivo para esta área, ya que podremos conocer cuál es la disponibilidad de la maquinaria para tomar como referencia en los procesos de mantenimiento.

5) ¿Considera necesario que se estudien los procesos de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria?

Claro que sí, porque es importante que ya se tome de manera técnica este elemento para bienestar de cada uno de los elementos que inciden en los procesos de mantenimiento, la disponibilidad mejorará el trabajo que realizamos y por otra parte permitirá realizar un mayor trabajo.

Entrevista realizada al 2do Ayudante

1) ¿Cómo considera que son los procesos de mantenimiento de maquinaria?

Como ayudante sigo órdenes de trabajo, pero sé que no se sigue un proceso adecuado de mantenimiento porque nos demoramos mucho y no siempre seguimos el trabajo porque el proceso cambia y no es el mismo.

2) ¿Cómo cataloga la disponibilidad de la maquinaria de excavación?

No es tan efectiva la disponibilidad, fuera importante que se tome a consideración este punto porque la maquinaria por lo general se demora bastante en salir del taller por lo que hace lento el uso de la misma.

3) ¿Se ha dado prioridad a realizar estudios en esta área anteriormente?

No se lo ha hecho, sin embargo nosotros hemos intentado generar algún tipo de aporte con la experiencia que hemos tenido.

4) ¿Considera importante que se estudie la disponibilidad de maquinaria?

Sumamente importante, para conocer de manera ordenada cual es el trabajo que estamos realizando, y poder tomar acciones de mejora para el beneficio conjunto de la Empresa OBRECO CIA. LTDA.

5) ¿Considera necesario que se estudien los procesos de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria?

Es sumamente necesario, para tener una mejor orientación para realizar los procesos de mantenimiento de mejora manera en esta área.

Proceso de mantenimiento de maquinaria.

1.- Ingreso de maquina o vehículo al taller



Imagen 10: Volqueta Hino
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

El vehículo o maquinaria que se encuentra con fallas o averías en el diario trabajo, se ingresa al taller para verificar los mismos, con los especialistas en relación a este tema. Por consiguiente se puede observar el ingreso de la volqueta Hino.

2.- Inspección de posibles daños físicos

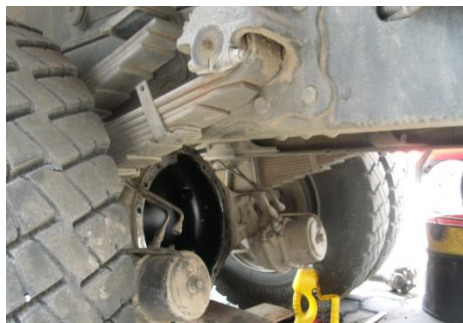


Imagen 11: Inspección de Volqueta Hino
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Al inspeccionar sobre posibles daños en la maquinaria una vez que se escuchó o sintió los fallos en el camión se toma a consideración la búsqueda de los daños que pueden ser causantes de la avería.

3.- Inspección de trabajos a realizar



Imagen 12: Volqueta Hino
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Determinado las posibles fallas se toma las piezas que podrían estar en fallas para verificar si existen o no averías en la misma, para un mejor detalle y observación de las piezas se realiza una inspección dentro del taller.

4.- Orden de trabajo a realizar



Imagen 13: Orden de trabajo
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Una vez encontrada las fallas de manera correcta se procede a realizar la orden de trabajo, la cual se cuenta con los formatos pertinentes dentro de la organización y de manera particular en el taller, con los datos completos de maquinaria y el encargado de realizar los cambios o ajustes.

5.- Informe de orden de trabajo al administrador de taller



Imagen 14: Informe de orden de trabajo

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

En relación a este informe una vez realizado el administrador de taller debe tener pleno conocimiento del mismo, sobre los cambios y fallas que se pueden realizar en la maquinaria en estudio, por lo cual se le informa de manera formal con la notificación de la orden de trabajo.

6.- Aprobación de orden de trabajo



Imagen 15: Aprobación de orden

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

En esta aprobación de la orden de trabajo una vez, tomado a consideración los cambios respectivos sobre el mismo, se comienza a tomar en cuenta los cambios y se procede con el inicio del mantenimiento de las piezas.

7.- Desmontaje de piezas



Imagen 16: Desmontaje de piezas
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

En la parte del desmontaje de piezas, se toma a consideración los cuidados respectivos para retirar las piezas que se encuentran sujetas a mantenimiento, en esta forma se utiliza una mini grúa para este efecto, considerando los posibles daños que puedan ejercerse.

8.- Pedido de repuestos y fluidos a jefe de taller



Imagen 17: Pedido de repuestos y fluidos
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

En este punto se realiza el pedido de repuestos respectivos y fluidos del mismo al jefe de taller, en esta forma se llena la ficha respectiva para proceder con este proceso, por tener un respaldo del mismo para con el taller.

9.- Orden de repuestos y fluidos a guarda almacén



Imagen 18: Orden de repuestos
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

La orden de repuestos se realiza con las garantías debidas, para que el repuesto sea totalmente valedero y de procedencia legítima, en esta forma se toma a consideración aspectos adecuados y relevantes para que se ejecuten procesos pertinentes.

10.- Entrega de repuestos y fluidos a técnicos.



Imagen 19: Entrega de repuestos
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Se procede a la entrega de los repuestos por parte del taller, en este sentido, ingresa al taller los materiales pertinentes para continuar con la corrección efectiva de cada uno de los repuestos que le hacen falta a la pieza con averías, luego de pruebas pertinentes para la aprobación.

11.- Montaje de piezas



Imagen 20: Montaje de piezas
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Una vez culminado con los cambios respectivos de mantenimiento con las piezas en averías, se continúa con el montaje piezas, los cuales se los realiza de forma prolija.

12.- Inspección de trabajos realizados



Imagen 21: Inspección de trabajos realizados
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

En este sentido se procede con la inspección de trabajos realizados, los cuales se realiza una vez puesto la pieza respectiva en la maquinaria, para o cual los encargados del taller deben hacer uso de la experiencia y el conocimiento para proceder con el proceso respectivo.

13.- Informe de mantenimiento



Imagen 22: Informe de mantenimiento
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Se genera un informe de mantenimiento que puede ser realizado conjuntamente con la persona que realizó el trabajo respectivo, para que sea de mayor conocimiento por el jefe de taller y por el conductor del vehículo o maquinaria en ejecución.

14.- Entrega de vehículo o maquinaria



Imagen 23: Entrega de vehículo o maquinaria
Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Una vez completado el proceso de mantenimiento de la maquinaria, se procede a entregar el vehículo al dueño del mismo, en te caso al conductor, para que continúe con los trabajos por el bienestar de la localidad.

Estudio de la Fiabilidad

Para realizar el estudio de fiabilidad es necesario identificar cual es la criticidad de daños que tiene cada máquina de la empresa OBRECO CIA. LTDA. Posterior se realizara los cálculos para definir la fiabilidad utilizando la teoría de fallos crecientes, según como establece la curva de probabilidad de fallos, denominada también como curva de la bañera (Taza de fallo creciente). **Abad José. 2005.**

RESUMEN DE HISTORIAL DE FALLOS.

Dentro de la investigación obtenida con el área de mantenimiento de la empresa OBRECO, se obtuvo los fallos más comunes en cada una de sus máquinas. Estas se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 8. Historial de Fallos de Volqueta HINO - GH

HISTORIAL DE FALLOS DE LAS MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA OBRECO.			
EQUIPO	MARCA	AÑO	
VOLQUETA	HINO-GH	2006	
Registro de un mes laborable (23 días, 5 días / semana y 8 horas / día). Total: 160 horas /mes			
DAÑOS FRECUENTES REGISTRADOS	T.B.F.	MTBF	Total horas planificadas
Sistema de frenos	6	2	8
Ninguno	8	0	8
Sistema hidráulico	4	4	8
Sistema de refrigeración	7	1	8
Sistema de aire	8	0	8
Cañerías y tanque combustible	8	0	8
Alternador ventilador Banda	6	2	8
Sistema de Inyección.	7	1	8
Motor de Arranque	7	1	8
Bomba de combustible	5	3	8
Bomba de agua	4	4	8
Ninguno	8	0	8
Mangueras hidráulica	6	2	8
Reparación neumáticos	6	2	8

Sistema eléctrico	5	3	8
Válvulas hidráulicas	6	2	8
bujías	7	1	8
Sistema de transmisión	7	1	8
Bobina	6	2	8
Ninguno	8	0	8
Motor de arranque	7	1	8
otros daños	7	1	8
zapatatas	6	2	8

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 9. Historial de Fallos de la retroexcavadora CAT 120-F

HISTORIAL DE FALLOS DE LAS MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA OBRECO.			
EQUIPO	MARCA		AÑO
RETROESCABADORA	CAT 120-F		2011
Registro de un mes laborable (23 días, 5 días / semana y 8 horas / día).			Total: 160 horas /mes
DAÑOS FRECUENTES REGISTRADOS	T.B.F.	MTBF	Total horas planificadas
Sistema de frenos	5	3	8
Bomba de agua	5	3	8
Sistema hidráulico	4	4	8
Sistema de refrigeración	7	1	8
Luces	7	1	8
Cañerías y tanque combustible	7	1	8
Alternador ventilador Banda	5	3	8
Sistema de Inyección.	7	1	8
Motor de Arranque	7	1	8
Bomba de combustible	6	2	8
Ninguno	8	0	8
Ninguno	8	0	8
Mangueras hidráulica	5	3	8
Reparación neumáticos	7	1	8
Sistema eléctrico	7	1	8
Válvulas hidráulicas	6	2	8
bujías	7	1	8
Sistema de transmisión	7	1	8
Bobina	6	2	8
Ninguno	8	0	8
Motor de arranque	7	1	8
otros daños	7	1	8
zapatatas	7	1	8

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 10. Historial de Fallos de la Excavadora CAT 320-C

HISTORIAL DE FALLOS DE LAS MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA OBRECO.			
EQUIPO	MARCA	AÑO	
ESCABADORA	CAT 320-C	2006	
Registro de un mes laborable (23 días, 5 días / semana y 8 horas / día). Total: 160 horas /mes			
DAÑOS FRECUENTES REGISTRADOS	T.B.F.	MTBF	Total horas planificadas
Sistema de frenos	5,5	2,5	8
Bomba de agua	5	3	8
Sistema hidráulico	4	4	8
Ninguno	8	0	8
Luces	7	1	8
Cañerías y tanque combustible	7	1	8
Alternador ventilador Banda	5	3	8
Ninguno	8	0	8
Motor de Arranque	7	1	8
Bomba de combustible	6	2	8
Ninguno	8	0	8
Puntas de eje	6	2	8
Mangueras hidráulica	5	3	8
Reparación neumáticos	7	1	8
Sistema eléctrico	7	1	8
Válvulas hidráulicas	6	2	8
bujías	7	1	8
Puntas de excavadora	7,5	0,5	8
Bobina	6	2	8
Ninguno	8	0	8
Motor de arranque	7	1	8
otros daños	7	1	8
Ninguno	8	0	8

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 11. Historial de Fallos de la Mini cargadora CAT 246-C

HISTORIAL DE FALLOS DE LAS MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA OBRECO.			
EQUIPO	MARCA	AÑO	
Mini cargadora	CAT 246-C	2011	
Registro de un mes laborable (23 días, 5 días / semana y 8 horas / día). Total: 160 horas /mes			
DAÑOS FRECUENTES REGISTRADOS	T.B.F.	MTBF	Total horas planificadas
Sistema de frenos	6,2	1,8	8
Bomba de agua	5	3	8
Sistema hidráulico	4	4	8
Cambio de aceite hidráulico	7,5	0,5	8
Luces	7	1	8
Puente elevador	6	2	8
Alternador ventilador Banda	5	3	8
Motor de Arranque	8	0	8
Ninguno	7	1	8
Bomba de combustible	6	2	8
Ninguno	8	0	8
Puntas de eje	6	2	8
Mangueras hidráulica	5	3	8
Reparación neumáticos	7	1	8
Sistema eléctrico	7	1	8
Válvulas hidráulicas	6	2	8
bujías	7	1	8
Puntas de excavadora	7,5	0,5	8
Bobina	6	2	8
cilindro hidráulico	7,2	0,8	8
Motor de arranque	7	1	8
otros daños	7,5	0,5	8
Ninguno	8	0	8

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 12. Historial de Fallos de la Cargadora HYUNDY HL

HISTORIAL DE FALLOS DE LAS MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA OBRECO.			
EQUIPO	MARCA	AÑO	
Cargadora	HYUNDY HL	2007	
Registro de un mes laborable (23 días, 5 días / semana y 8 horas / día). Total: 160 horas /mes			
DAÑOS FRECUENTES REGISTRADOS	T.B.F.	MTBF	Total horas planificadas
Reparación de frenos	5,8	2,2	8

Bomba de agua	5,9	2,1	8
Sistema hidráulico	6,1	0,9	7
Cambio de aceite hidráulico	7,5	0,5	8
Luces	7,5	0,5	8
Puente elevador	6	2	8
Alternador ventilador Banda	5	3	8
Motor de Arranque	8	0	8
Ninguno	8	0	8
Bomba de combustible	6	2	8
Ninguno	8	0	8
Puntas de eje	7	1	8
Mangueras hidráulica	5	3	8
Reparación neumáticos	7	1	8
Sistema eléctrico	7	1	8
Válvulas hidráulicas	6	2	8
bujías	7,5	0,5	8
Puntas de excavadora	7,5	0,5	8
Bobina	7,1	0,9	8
cilindro hidráulico	7,2	0,8	8
Motor de arranque	6	2	8
otros daños	6	2	8
Ninguno	8	0	8

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

CALCULO DE LA FIABILIDAD

Para realizar el cálculo de la Fiabilidad se requiere como base el historial de mantenimiento, ya que de esa información se calculara algunas variables como los tiempos promedios de fallo, la desviación estándar, para posterior calcular la probabilidad de falla y fiabilidad en relaciona los valores de z, expuestos en la campana de Gauss. Las variables se muestran en la siguiente tabla

Tabla 13. Identificación de variables para el cálculo de fiabilidad

VARIABLES DE ANALISIS	
MTBF	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS
TBF:	TIEMPO DE BUEN FUNCIONAMIENTO.
G:	Desviación estándar
N	NUMERO DE FALLOS

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Para calcular la probabilidad de falla se utilizara las siguientes ecuaciones:

$$MTBF: \sum TBF / (n+1) \quad Ec:$$

$$Z = (x - \underline{x}) / G \quad Ec:$$

X= Tiempo de análisis para la fiabilidad

X= Tiempo mínimo para el análisis

Posterior se utilizara los valores de La tabla de z que se relacionan con la campana de Gauss. En el Anexo x se evidencia la tabla completa.

Análisis de la fiabilidad para VOLQUETA HINO-GH

Se tabula los tiempos de buen funcionamiento más el número de paradas de la máquina para calcular la fiabilidad.

Tabla 14. Calculo de la Fiabilidad para la Volqueta

CALCULO DE LA FIABILIDAD PARA LA VOLQUETA PARA 1 MES (23 Días laborables)					
Día	REPORTE DE DAÑO	T.B.F. (Horas)	T F (Horas)	TOTAL (Horas)	N. Averías
1	Sistema de frenos	6	2	8	1
2	Ninguno	8	0	8	0
3	Sistema hidráulico	4	4	8	1
4	Sistema de refrigeración	7	1	8	1
5	Sistema de aire	8	0	8	1
6	Cañerías y tanque combustible	8	0	8	1
7	Alternador ventilador Banda	6	2	8	1
8	Sistema de Inyección.	7	1	8	1
9	Motor de Arranque	7	1	8	1
10	Bomba de combustible	5	3	8	1
11	Bomba de agua	4	4	8	1
12	Ninguno	8	0	8	0
13	Mangueras hidráulica	6	2	8	1
14	Reparación neumáticos	6	2	8	1
15	Sistema eléctrico	5	3	8	1
16	Válvulas hidráulicas	6	2	8	1
17	Bujías	7	1	8	1
18	Sistema de transmisión	7	1	8	1
19	Bobina	6	2	8	1
20	Ninguno	8	0	8	0
21	Motor de arranque	7	1	8	1
22	otros daños	7	1	8	1
23	zapatillas	6	2	8	1

SUMATORIA	149	35	184	20
------------------	------------	-----------	------------	-----------

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Aplicando las formulas indicadas anteriormente y con ayuda del Excel se obtiene los siguientes coeficientes calculados:

Tabla 15. Valores calculados en volqueta HINO-GH

VALORES CALCULADOS	
MTBF	7,095238095
DESV. ESTA	1,20
t	4
z	-2,58

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Resumen para obtener los valores de z.

Tabla 16. Valores de Z

TABLA DE VALORES DE Z										
	0,0000	0,0100	0,0200	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600	0,0700	0,0800	0,0900
z	-2,5000									
Resultado	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 17. Resultado de análisis

RESULTADOS DEL ANALISIS	
valor z en TABLA	0,00494
% FALLA	0,49%
FIABILIDAD	99,51%

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 18. Análisis de la fiabilidad para la retroexcavadora CAT 120-F

CALCULO DE LA FIABILIDAD PARA 1 MES (23 Días laborables)					
Día	REPORTE DE DAÑO	T.B.F. (Horas)	T F (Horas)	TOTAL (Horas)	N. Averías
1	Sistema de frenos	5	3	8	1
2	Bomba de agua	5	3	8	1
3	Sistema hidráulico	4	4	8	1
4	Sistema de refrigeración	7	1	8	1
5	Luces	7	1	8	1
6	Cañerías y tanque combustible	7	1	8	1

7	Alternador ventilador Banda	5	3	8	1
8	Sistema de Inyección.	7	1	8	1
9	Motor de Arranque	7	1	8	1
10	Bomba de combustible	6	2	8	1
11	Ninguno	8	0	8	0
12	Ninguno	8	0	8	0
13	Mangueras hidráulica	5	3	8	1
14	Reparación neumáticos	7	1	8	1
15	Sistema eléctrico	7	1	8	1
16	Válvulas hidráulicas	6	2	8	1
17	Bujías	7	1	8	1
18	Sistema de transmisión	7	1	8	1
19	Bobina	6	2	8	1
20	Ninguno	8	0	8	0
21	Motor de arranque	7	1	8	1
22	otros daños	7	1	8	1
23	zapatillas	7	1	8	1
	SUMATORIA	150	34	184	20

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 19. Valores calculados

VALORES CALCULADOS	
MTBF	7,142857143
DESV. ESTA	1,08
t	4
z	-2,91

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 20. Valores de Z

TABLA DE VALORES DE Z										
	0,0000	0,0100	0,0200	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600	0,0700	0,0800	0,0900
z	-2,9000									
Resultado	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 21. Resultado de análisis

RESULTADOS DEL ANALISIS	
valor z en TABLA	0,0018
% FALLA	0,18%
FIABILIDAD	99,82%

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 22. Análisis de la fiabilidad para la excavadora CAT 320-C

CALCULO DE LA FIABILIDAD PARA 1 MES (23 Días laborables)					
Día	REPORTE DE DAÑO	T.B.F. (Horas)	T F (Horas)	TOTAL (Horas)	N. Averías
1	Sistema de frenos	5,5	2,5	8	1
2	Bomba de agua	5	3	8	1
3	Sistema hidráulico	4	4	8	1
4	Ninguno	8	0	8	0
5	Luces	7	1	8	1
6	Cañerías y tanque combustible	7	1	8	1
7	Alternador ventilador Banda	5	3	8	1
8	Ninguno	8	0	8	0
9	Motor de Arranque	7	1	8	1
10	Bomba de combustible	6	2	8	1
11	Ninguno	8	0	8	0
12	Puntas de eje	6	2	8	1
13	Mangueras hidráulica	5	3	8	1
14	Reparación neumáticos	7	1	8	1
15	Sistema eléctrico	7	1	8	1
16	Válvulas hidráulicas	6	2	8	1
17	Bujías	7	1	8	1
18	Puntas de excavadora	7,5	0,5	8	1
19	Bobina	6	2	8	1
20	Ninguno	8	0	8	0
21	Motor de arranque	7	1	8	1
22	otros daños	7	1	8	1
23	Ninguno	8	0	8	1
	SUMATORIA	152	32	184	19

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 23. Valores Calculados

VALORES CALCULADOS	
MTBF	7,6
DESV. ESTA	1,15
t	4
z	-3,14

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 24. Valores de Z

TABLA DE VALORES DE Z										
	0,0000	0,0100	0,0200	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600	0,0700	0,0800	0,0900
z	-3,1000									
Resultado	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 25. Resultado del análisis

RESULTADOS DEL ANALISIS	
valor z en TABLA	0,00084
% FALLA	0,08%
FIABILIDAD	99,92%

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 26. Análisis de la fiabilidad para la minicargadora

CALCULO DE LA FIABILIDAD PARA 1 MES (23 Días laborables)					
Día	REPORTE DE DAÑO	T.B.F. (Horas)	T F (Horas)	TOTAL (Horas)	N. Averías
1	Sistema de frenos	6,2	1,8	8	1
2	Bomba de agua	5	3	8	1
3	Sistema hidráulico	4	4	8	1
4	Cambio de aceite hidráulico	7,5	0,5	8	1
5	Luces	7	1	8	1
6	Puente elevador	6	2	8	1
7	Alternador ventilador Banda	5	3	8	1
8	Motor de Arranque	8	0	8	1
9	Ninguno	8	0	8	0
10	Bomba de combustible	6	2	8	1
11	Ninguno	8	0	8	0
12	Puntas de eje	6	2	8	0
13	Mangueras hidráulica	5	3	8	1
14	Reparación neumáticos	7	1	8	1
15	Sistema eléctrico	7	1	8	1
16	Válvulas hidráulicas	6	2	8	1
17	Bujías	7	1	8	1
18	Puntas de excavadora	7,5	0,5	8	1
19	Bobina	6	2	8	1
20	cilindro hidráulico	7,2	0,8	8	0
21	Motor de arranque	7	1	8	1
22	otros daños	7,5	0,5	8	1
23	Ninguno	8	0	8	0
	SUMATORIA	151,9	32,1	184	18

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 27. Valores calculados

VALORES CALCULADOS	
MTBF	7,994736842
DESV. ESTA	1,12
t	4
z	-3,55

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 28. Valores de Z

TABLA DE VALORES DE Z										
	0,0000	0,0100	0,0200	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600	0,0700	0,0800	0,0900
z	-3,5000									
Resultado	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 29. Resultados del análisis

RESULTADOS DEL ANALISIS	
valor z en TABLA	0,0002
% FALLA	0,02%
FIABILIDAD	99,98%

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 30. Análisis de la fiabilidad para la cargadora

CALCULO DE LA FIABILIDAD PARA 1 MES (23 Días laborables)					
Día	REPORTE DE DAÑO	T.B.F. (Horas)	T F (Horas)	TOTAL (Horas)	N. Averías
1	Reparación de frenos	5,8	2,2	8	1
2	Bomba de agua	5,9	2,1	8	1
3	Sistema hidráulico	6,1	0,9	7	1
4	Cambio de aceite hidráulico	7,5	0,5	8	1
5	Luces	7,5	0,5	8	1
6	Puente elevador	6	2	8	1
7	Alternador ventilador Banda	5	3	8	1
8	Motor de Arranque	8	0	8	1
9	Ninguno	8	0	8	0
10	Bomba de combustible	6	2	8	1
11	Ninguno	8	0	8	0
12	Puntas de eje	7	1	8	0
13	Mangueras hidráulica	5	3	8	1

14	Reparación neumáticos	7	1	8	1
15	Sistema eléctrico	5	3	8	1
16	Válvulas hidráulicas	7	1	8	1
17	bujías	7,5	0,5	8	1
18	Puntas de excavadora	7,5	0,5	8	1
19	Bobina	7,1	0,9	8	1
20	cilindro hidráulico	7,2	0,8	8	1
21	Motor de arranque	5	3	8	1
22	otros daños	7,5	0,5	8	1
23	Caja de cambios	6,1	1,9	8	0
	SUMATORIA	152,7	30,3	183	19

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 31. Valores calculados

VALORES CALCULADOS	
MTBF	7,635
DESV. ESTA	1,04
t	4
z	-3,51

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 32. Valores de Z

TABLA DE VALORES DE Z										
	0,0000	0,0100	0,0200	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600	0,0700	0,0800	0,0900
z	-3,5000									
Resultado	0,00023	0,00022	0,00022	0,00021	0,00020	0,00019	0,00019	0,00018	0,00017	0,00017

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

Tabla 33. Resultados del análisis

RESULTADOS DEL ANALISIS	
valor z en TABLA	0,00018
% FALLA	0,03%
FIABILIDAD	99,97%

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019

ESQUEMATIZACIÓN DE LA MAQUINARIA

En base a los estudios de fiabilidad se resumen los siguientes resultados mostrada en la Tabla 34.

Tabla 34. Resumen de los valores de fiabilidad por maquina

ESQUEMATIZACION DE LA MAQUINARIA SEGÚN EL ESTUDIO DE LA FIABILIDAD			
EQUIPO		PROBABILIDAD DE FALLA	FIABILIDAD
VOLQUETA	HINO-GH	0,49%	99,51%
RETROESCABADORA	CAT 120-F	0,18%	99,82%
ESCABADORA	CAT 320-C	0,08%	99,92%
Mini cargadora	CAT 246-C	0,02%	99,98%
Cargadora	HYUNDAI HL	0,02%	99,98%

Fuente: Sánchez Eduardo, 2019


Determinar la relación existente entre el proceso de mantenimiento mecánico y la fiabilidad de la maquinaria pesada de la empresa

ESQUEMATIZACION DE LA MAQUINARIA SEGÚN EL ESTUDIO DE LA FIABILIDAD				RELACIÓN ENTRE EL MANTENIMIENTO / C.F
EQUIPO		PROBABILIDAD DE FALLA	FIABILIDAD	
VOLQUETA	HINO-GH	18,14%	81,86%	MANT. ACEPTABLE
RETROESCABADORA	CAT 120-F	0,18%	99,82%	MANT. EXCELENTE
ESCABADORA	CAT 320-C	0,08%	99,92%	MANT. EXCELENTE
Mini cargadora	CAT 246-C	0,02%	99,98%	MANT. EXCELENTE
Cargadora	HYUNDAI HL	0,02%	99,98%	MANT. EXCELENTE

Pasado la fiabilidad de un valor de 90 se considera excelente, 80 aceptable e inferior a 70 se debe de realizar de inmediato el mantenimiento.

Fichas Técnicas

Fichas Técnica 1


	OBRECO CÍA. LTDA.			FICHA TÉCNICA	-01-
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS RETROEXCAVADORA 416E			RETROEXCAVADORA 416E	
Preparado por:	Aprobado por:	Autorizado por:	Fecha: Diciembre 2016	Versión: 1 Código: EC-RTRX-01	

DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA		
Marca:	CATERPILLAR	
Modelo:	416E	
N° de Serie:	LMS001837	
N° del Motor:	CR566329	
N° del Chasis:	OLMS01844	
País de origen:	Brasil	
Año de fabricación:	2006	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
Energía principal	24 voltios	
Peso de la retroexcavadora	880 kg	
Ángulo de giro	180°	
Tracción en las cuatro ruedas	155 kg	
Rotación del cucharón	205°	
Profundidad de excavación	4360 mm	
Capacidad del cucharón	0.76 m3	
Capacidad Sistema de enfriamiento	4,4 gals.	
Tanque de combustible	38 gals.	
Aceite del motor con filtro	2 gals.	
Tanque hidráulico	10 gals.	
DATOS COMPLEMENTARIOS		
Dimensiones del Equipo		
Largo Total	5570 mm	
Ancho Total	3400 mm	
Alto Total	3550 mm	

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Fichas Técnica 2


	OBRECO CÍA. LTDA.			FICHA TÉCNICA -02-
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS RETROEXCAVADORA 420F			RETROEXCA VADORA 420F
Preparado por:	Aprobado por:	Autorizado por:	Fecha: Diciembre 2016	Versión: 1 Código: EC-RTRX-02

DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	
Marca:	CATERPILLAR
Modelo:	420 F
N° de Serie:	HLS04230
N° del Motor:	7JK939554
N° del Chasis:	RAW00721
País de origen:	Brasil
Año de fabricación:	2006
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Energía principal	24 voltios
Rendimiento del motor	103 KW
Ángulo de giro	180°
Tipo de dirección	Rueda delantera
Rotación del cucharón	205°
Profundidad de excavación	4360 mm
Alcance de carga estándar	1842.0 mm
Velocidad	27 Km/h
Tanque de combustible	44,7 gals.
Aceite del motor con filtro	2 gals.
Tanque hidráulico	11 gals.
	
DATOS COMPLEMENTARIOS	
Dimensiones del Equipo	
Largo Total	7169 mm
Ancho Total	2322 mm
Alto Total	2819 mm

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Fichas Técnica 3


	OBRECO CÍA. LTDA.			FICHA TÉCNICA -03-
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS EXCAVADORA 320C			EXCAVADOR A 320C
Preparado por:	Aprobado por:	Autorizado por:	Fecha: Diciembre 2016	Versión: 1 Código: EC-EXC-01

DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	
Marca:	CATERPILLAR
Modelo:	320 C
N° de Serie:	C4D48245
N° del Motor:	8JK939753
N° del Chasis:	EXAW00542
País de origen:	Brasil
Año de fabricación:	2006
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Energía principal	24 voltios
Peso de la retroexcavadora	22680 kg
Ángulo de giro	360°
Altura máxima de carga	8.54 m
Altura mínima de carga	1.18m
Profundidad de excavación	6,21 m
Fuerza de excavación del cucharón	182 KN
Capacidad de la pala	1.2 m3
Ancho de la cuchara	1.4 m
Par de rotación	61.8 KN
Aceite del motor con filtro	7.9 galones
Tanque de combustible	71 galones
Peso orden trabajo (tren de rodaje)	23000Kg
	
DATOS COMPLEMENTARIOS	
Dimensiones del Equipo	
Largo Total	9440 mm
Ancho Total	3180 mm
Alto Total	3010 mm

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Fichas Técnica 4

	OBRECO CÍA. LTDA.			FICHA TÉCNICA	-04-
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS CARGADORA FRONTAL			CARGADORA FRONTAL	
Preparado por:	Aprobado por:	Autorizado por:	Fecha: Diciembre 2016	Versión: 1 Código: EC-CGF-01	

DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	
Marca:	HYUNDAI
Modelo:	HL757-7
N° de Serie:	HLM01CB0000150
N° del Motor:	LD0611010
N° del Chasis:	46597498
País de origen:	KOREA
Año de fabricación:	2007
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Energía principal	24 voltios
Potencia de elevación	127.2 KN
Capacidad de la pala	4.6 m3
Ancho de la pala	2.74m
Velocidad de desplazamiento	35.6 km/h
Peso de orden de trabajo	19.397 Kg
Potencia bruta	230 hp / 172 kw
Potencia neta	211 hp /158 kw
Tanque de combustible	82.6 gals.
	
DATOS COMPLEMENTARIOS	
Dimensiones del Equipo	
Largo Total	6665 mm
Ancho Total	3900 mm
Alto Total	3452 mm

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Fichas Técnica 5


	OBRECO CÍA. LTDA.			FICHA TÉCNICA -05-
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS MINICARGADORA			MINICARGADORA
Preparado por:	Aprobado por:	Autorizado por:	Fecha: Diciembre 2016	Versión: 1 Código: EC-MINCG-01

DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	
Marca:	CATERPILLAR
Modelo:	246 C
N° de Serie:	JAY09059
N° del Motor:	CY31368
N° del Chasis:	JAY06152
País de origen:	USA
Año de fabricación:	2011
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Energía principal	24 voltios
Peso en orden de trabajo	3239 kg
Capacidad nominal de operación	907 kg
Rendimiento del motor	55 KW
Capacidad de la pala	0.4 m ³
Ancho de la pala	1.73 m
Velocidad	12,1 Km/h
Velocidad de retroceso	6,9 km/h
Potencia elevación	21,8 KN
	
DATOS COMPLEMENTARIOS	
Dimensiones del Equipo	
Largo Total	3600 mm
Ancho Total	1676 mm
Alto Total	2092 mm

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Fichas Técnica 6


	OBRECO CÍA. LTDA.			FICHA TÉCNICA	-06-
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS VOLQUETA HINO GH			VOLQUETA HINO GH	
Preparado por:	Aprobado por:	Autorizado por:	Fecha: Diciembre 2016	Versión: 1 Código: EP-VHN-01	

DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	
Marca:	HINO
Modelo:	GH
N° de Serie:	TMC-034
N° del Motor:	J08CTT23582
N° del Chasis:	JHDGH1JGU6XX10460
País de origen:	Japón
Año de fabricación:	2006
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Energía principal	24 voltios
Peso	9 Toneladas
Sistema de inyección	Sistema electrónica
Potencia máxima	180HP@2500RPM
Sistema de frenos antibloqueo	Sistema de frenos ABS
Frenos	100 % aire
Capacidad de carga	8m3
Cilindraje	7.684 CC
Transmisión	Manual
Combustible	Diesel
Capacidad de tanque de combustible	50 galones
	
DATOS COMPLEMENTARIOS	
Dimensiones del Equipo	
Largo Total	6260 mm
Ancho Total	2160 mm
Alto Total	2780 mm

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Fichas Técnica 7

	OBRECO CÍA. LTDA.			FICHA TÉCNICA -07-
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS VOLQUETA HINO GH			VOLQUETA HINO GH
Preparado por:	Aprobado por:	Autorizado por:	Fecha: Diciembre 2016	Versión: 1 Código: EP-VHN-02

DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	
Marca:	HINO
Modelo:	GH
N° de Serie:	TMC-035
N° del Motor:	J08CTT23589
N° del Chasis:	JHDGH1JGU6XX10462
País de origen:	Japón
Año de fabricación:	2006
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Energía principal	24 voltios
Peso	9 Toneladas
Sistema de inyección	Sistema electrónica
Potencia máxima	180HP@2500 RPM
Sistema de frenos antibloqueo	Sistema de frenos ABS
Frenos	100 % aire
Capacidad de carga	8m3
Cilindraje	7.684 CC
Transmisión	Manual
Combustible	Diesel
Capacidad tanque de combustible	50 galones



DATOS COMPLEMENTARIOS	
Dimensiones del Equipo	
Largo Total	6260 mm
Ancho Total	2160 mm
Alto Total	2780 mm

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Codificación de vehículos y maquinaria

Para determinar una codificación adecuada para la empresa OBRECO Cía. Ltda., es necesario recurrir a cierta norma que permita el uso apropiado de cada uno de los equipos que se encuentran sujetos a mantenimiento, para lo cual se recurre a tomar información de las NORMA VENEZOLANA “COVENIN” 3049-93, (COVENIN Norma Venezolana, 1993), a tomar referencia en lo siguiente, revisar *Anexo 5*:

Artículo 3.4.1.1 Inventario de los objeto del Sistema Productivo (M-01).

Para este punto es importante realizar un inventario de la maquinaria que se encuentra en estudio, por este motivo es indispensable estructurar todo lo existente en la empresa OBRECO Cía. Ltda.

Artículo 3.4.1.2 Codificación de los objetos de mantenimiento (M-02).

Para este punto es importante que se codifique la maquinaria que se encuentra sujeta para el mantenimiento para obtener una mejor orientación de la misma. Este procedimiento es el inventario de los objetos.

Artículo 3.4.1.3 Registro de objetos de mantenimiento: (M-03).

Su objetivo es el de registrar la información necesaria para el conocimiento de cada sujeto a acciones de mantenimiento, en esta forma es esencial la forma adecuada y efectiva de registrar los objetos.

Artículo 3.4.1.4 Instrucciones técnicas de mantenimientos: (M-04)

Este procedimiento lo constituye la lista de acciones de mantenimiento a ejecutar sobre cada objeto sujeto a acciones de mantenimiento, este instrumento contiene la información sobre el objetivo registrado según el procedimiento

Cabe señalar que la flota de equipo o maquinaria en estudio se encuentra estructurada por las siguientes líneas:

Equipo caminero.- Está compuesto por Volquetas Hino GH.

Equipo Pesado.- Está compuesto por retroexcavadoras, excavadoras, cargadora frontal y minicargadoras.

Es en esta forma que gracias a la norma en mención, es importante que se realice una codificación entendible para el trabajador y que al mismo tiempo sea de fácil accesibilidad para los lectores al momento de utilizar las listas de codificación implantadas para el equipo caminero y el equipo pesado de la empresa OBRECO Cía. Ltda., en esta forma se tomó a consideración para el código lo siguiente:

- Codificación alfa numérica para la maquinaria
- Iniciales relativas a Equipo Caminero o Equipo Pesado.
- Iniciales del nombre propio de la maquinaria.

Y es en esta forma que se presenta a continuación la respectiva codificación a utilizarse e implantarse para el presenta trabajo de investigación realizado en la entidad descrita, y a la vez servirá para futuros trabajos relacionados con la maquinaria de la empresa OBRECO Cía. Ltda.

Codificación de la maquinaria

Tabla 35: Codificación de maquinaria y vehículos

Detalle	Código	Código técnico
Número de equipo	00	00
Equipo caminero	EC	EC
Equipo Pesado	EP	EP
Retroexcavadora 416E	RTRX	EC-RTRX-01
Retroexcavadora 420F	RTRX	EC-RTRX-02
Excavadora 320C	EXC	EC-EXC-01
Cargadora frontal 966H	CGF	EC-CGF-01
Minicargadora	MINCG	EC-MINCG-01
Volqueta hino	VHN	EP-VHN-01
Volqueta hino	VHN	EP-VHN-02
Volqueta hino	VHN	EP-VHN-03
Volqueta hino	VHN	EP-VHN-04
Volqueta hino	VHN	EP-VHN-05
Volqueta hino	VHN	EP-VHN-06
Volqueta hino	VHN	EP-VHN-07
Volqueta hino	VHN	EP-VHN-08

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Datos de paras por averías

Tabla 36. Vehículos y maquinarias mes de enero del 2017

Fecha	Maquina o equipo	Código técnico	Motivo de paras	Horas de mantenimiento
07/01/2017	Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-01	Cambio de bandas del motor	7
09/01/2017	Excavadora 320C	EC-EXC-01	Limpieza del strainer del filtro primario de combustible	4
12/01/2017	Volqueta hino	EP-VHN-02	Reemplazo de hojas del paquete trasero izquierdo	10
14/01/2017	Volqueta hino	EP-VHN-01	Cambio del termostato	5
19/01/2017	Cargadora frontal 966-H	EC-CGF-01	Cambio de dientes del cucharón de la cargadora frontal	12
21/01/2017	Volqueta hino	EP-VHN-02	Fuga de aceite por el cárter	4
23/01/2017	Volqueta hino	EP-VHN-01	Cambio de bomba de agua	23
27/01/2017	Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-02	Roto el pin del estabilizador derecho	16
29/01/2017	Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-01	Fuga de aceite en el cilindro hidráulico de la puma	8
30/01/2017	Minicargadora	EC-MINCG-01	Roto la manguera del hidráulico	20
TOTAL DE HORAS				109

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 37: Motivo de para de maquinaria de excavación- Enero del 2017

Fallas de la maquinaria excavación	Horas de para
Cambio de bandas del motor	7
Limpieza del filtro primario de combustible	4
Reemplazo de hojas del paquete trasero izquierdo	10
Cambio del termostato	5
Cambio de dientes del cucharón de la cargadora frontal	12
Fuga de aceite por el cárter	4
Cambio de bomba de agua	23
Roto el pin del estabilizador derecho	16
Fuga de aceite en el cilindro hidráulico de la pluma	8
Roto la manguera del hidráulico	20

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

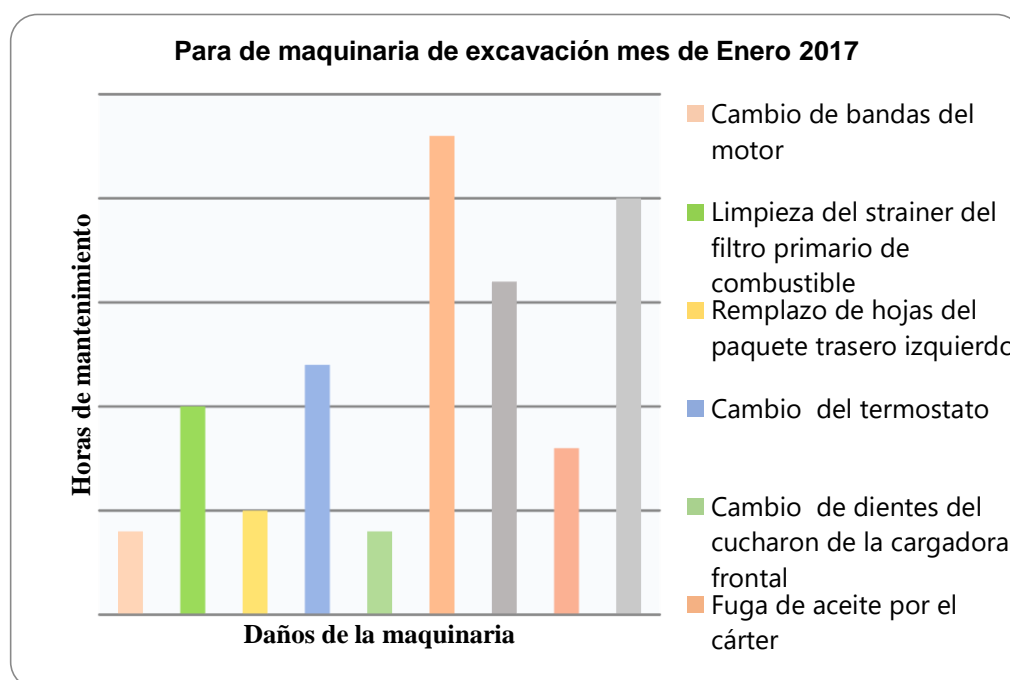


Gráfico 1. Motivo de paradas de maquinaria de excavación mes de Enero

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 38: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Enero

Maquinaria o vehículo	Código	Total de horas de mantenimiento
Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	16
Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-02	15
Excavadora 320C	EC-EXC-01	4
Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	12
Minicargadora	EC-MINCG-01	20
Volqueta hino	EP-VHN-01	28
Volqueta hino	EP-VHN-02	14

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Aquí se puede observar el total de las horas de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa OBRECO Cía. Ltda., en donde se determina que la Volqueta Hino de código EP-VHN-01 ha requerido el mayor tiempo para realizar el respectivo mantenimiento durante el mes de enero del 2017, la misma que se puede visualizar para un mejor entendimiento en la Gráfico que se describe las fallas y el tiempo de mantenimiento de cada maquinaria.

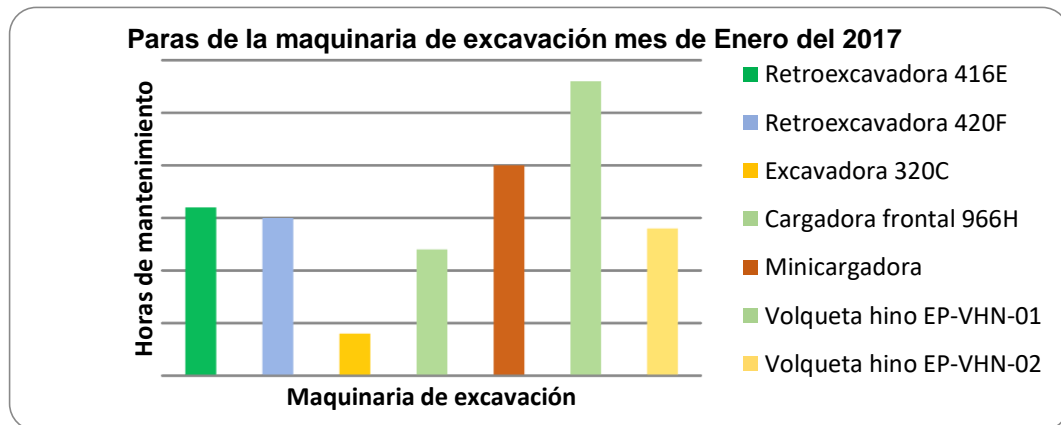


Gráfico 2. Paras de la maquinaria de excavación Enero

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 39. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de Febrero del 2017.

Fecha	Maquina o equipo	Código técnico	Motivo de paras	Horas de Mantenimiento
03/02/2017	Minicargadora	EC-MINCG-01	Corrección de fuga de aceite hidráulico en mandos finales	7
05/02/2017	Excavadora 320C	EC-EXC-01	Revisión de fallas en el sistema eléctrico	80
09/02/2017	Volqueta hino	EP-VHN-02	Cambio de disco de embrague	23
12/02/2017	Cargadora frontal 966-H	EC-CGF-01	Reparación del cilindro de inclinación de la cargadora frontal	7
16/02/2017	Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	Corrección de baja fuerza de desprendimiento	9
17/02/2017	Cargadora frontal 966-H	EC-CGF-01	Corrección de presión de frenos baja	10
19/02/2017	Cargadora frontal 966-H	EC-CGF-01	Daños en mandos finales	40
23/02/2017	Volqueta hino	EP-VHN-02	Reemplazo de termostato remordido	5
26/02/2017	Minicargadora	EC-MINCG-01	Presión baja del freno	16
TOTAL DE HORAS				197

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 40: Motivo de para de maquinaria de excavación - Febrero 2017

Fallas de la maquinaria excavación	Horas de para
Corrección de fuga de aceite hidráulico en mandos finales	7
Revisión de fallas en el sistema eléctrico	80
Cambio de disco de embrague	23
Reparación del cilindro de inclinación de la cargadora frontal	7
Corrección de baja fuerza de desprendimiento	9
Corrección de presión de frenos baja	10
Daños en mandos finales	40
Reemplazo de termostato remordido	5
Presión baja del freno	16

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

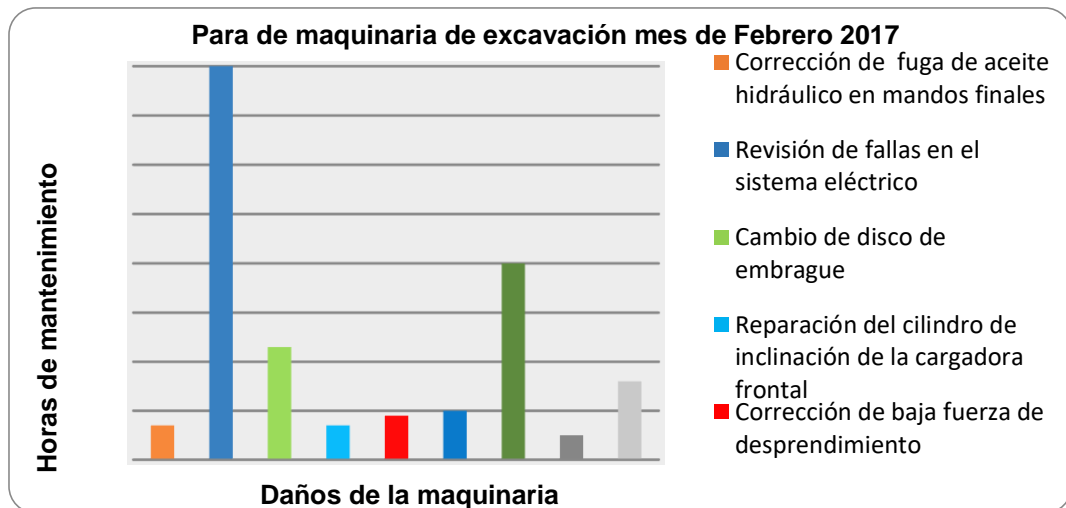


Gráfico 3. Motivo de paras de maquinaria de excavación mes de Febrero

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 41: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Febrero

Maquinaria o vehículo	Código	Total de horas de mantenimiento
Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	9
Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-02	0
Excavadora 320C	EC-EXC-01	80
Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	57
Minicargadora	EC-MINCG-01	23
Volqueta hino	EP-VHN-01	0
Volqueta hino	EP-VHN-02	28

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

En la tabla se puede observar el total de las horas de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa OBRECO Cía. Ltda., en donde se determina que la Excavadora 320C de código EC-EXC-01 ha requerido el mayor tiempo para realizar el respectivo mantenimiento durante el mes de febrero del 2017, la misma que se puede visualizar para un mejor entendimiento en la Gráfico que se describe las fallas y el tiempo de mantenimiento.

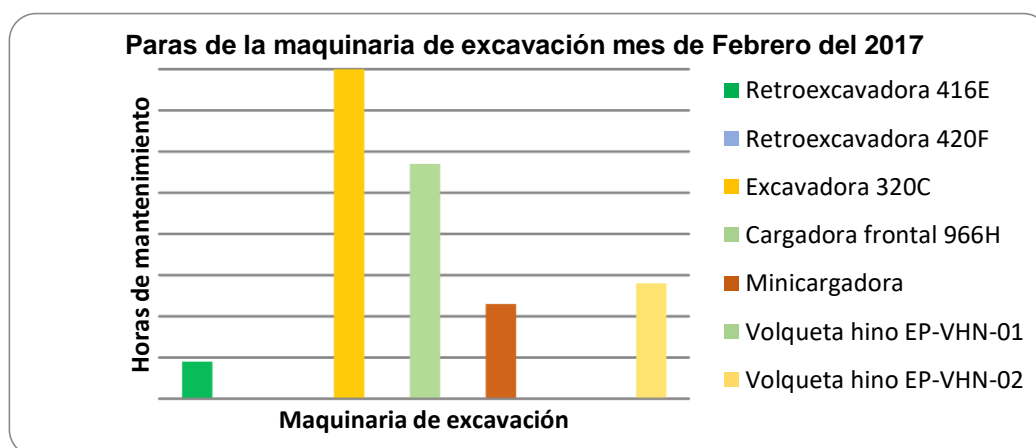


Gráfico 4. Paras de maquinaria de excavación mes de Febrero

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 42. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de marzo del 2017.

Fecha	Máquina o equipo	Código técnico	Motivo de paras	Horas de mantenimiento
04/03/2017	Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	Filtro de aire saturado de motor y cabina	8
06/03/2017	Excavadora 320C	EC-EXC-01	Radiador roto	10
10/03/2017	Volqueta hino	EP-VHN-02	Rodamientos de la ruedas delanteras en mal estado	16
12/03/2017	Volqueta hino	EP-VHN-01	Cambio de zapatas traseras	14
13/03/2017	Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	Cambio de filtro de combustible	3
16/03/2017	Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-01	Arreglo del motor de arranque	7
17/03/2017	Volqueta hino-	EC-EXC-02	Cambio de empaque cabezote	27
20/03/2017	Cargadora frontal 966-H	EC-CGF-01	Cambio de la bomba del servo	35
20/03/2017	Minicargadora	EC-MINCG-02	Reparación de cilindros de elevación	40
27/03/2017	Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	Cambio de bomba de la dirección	24
TOTAL DE HORAS				184

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 43: Motivo de para de maquinaria de excavación - Marzo 2017

Fallas de la maquinaria excavación	Horas de para
Filtro de aire saturado de motor y cabina	8
Radiador roto	10
Rodamientos de la ruedas delanteras en mal estado	16
Cambio de zapatas traseras	14
Cambio de filtro de combustible	3
Cambio de carbones del motor de arranque	7
Cambio de empaque cabezote	27
Cambio de la bomba del servo	35
Reparación de cilindros de elevación	40
Cambio de bomba de la dirección	24

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

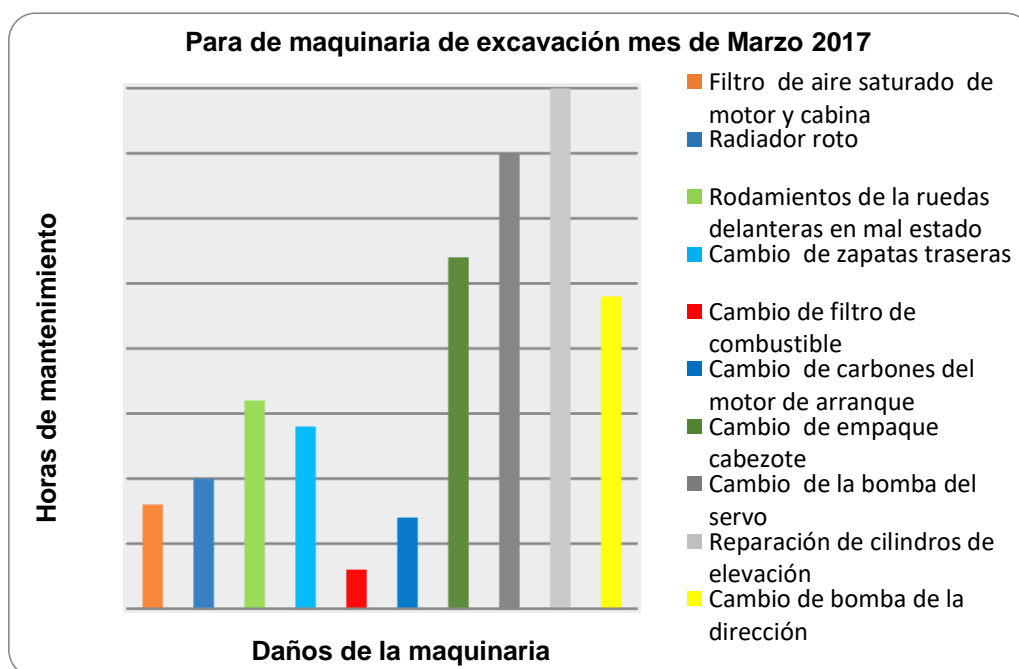


Gráfico 5. Motivo de paras de maquinaria de excavación Marzo

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 44: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Marzo

Maquinaria o vehículo	Código	Total de horas de mantenimiento
Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	32
Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-02	7
Excavadora 320C	EC-EXC-01	10
Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	38
Minicargadora	EC-MINCG-01	40
Volqueta hino	EP-VHN-01	14
Volqueta hino	EP-VHN-02	43

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Se puede observar el total de las horas de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa OBRECO Cía. Ltda., en donde se determina que la Volqueta Hino de código EP-VHN-02 ha requerido el mayor tiempo para realizar el respectivo mantenimiento durante el mes de marzo del 2017, la misma que se puede visualizar para un mejor entendimiento en la Gráfico que se describe las fallas y el tiempo de mantenimiento.

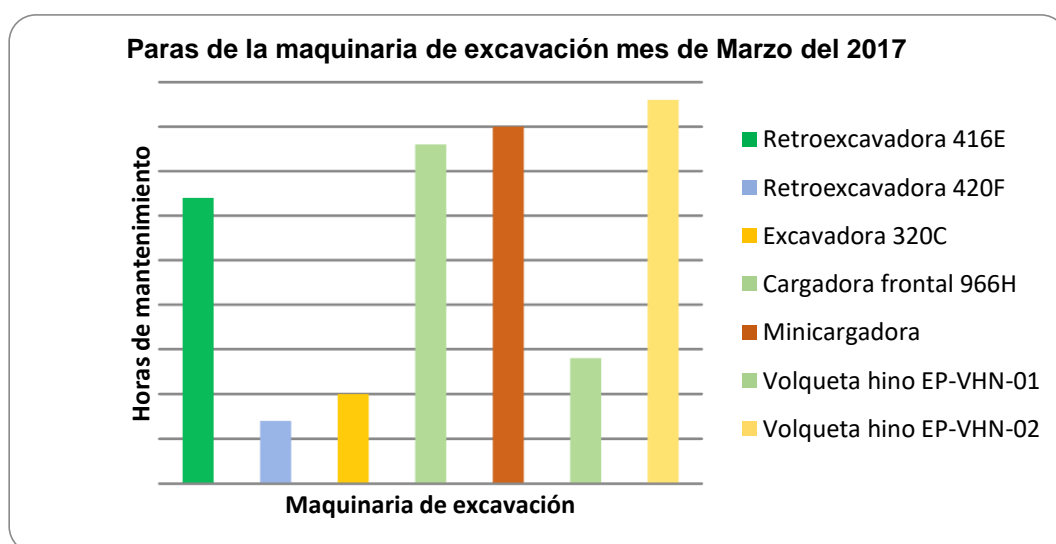


Gráfico 6. Paras de maquinaria de excavación Marzo

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 45. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de abril del 2017.

Fecha	Máquina o equipo	Código técnico	Motivo de paras	Horas de mantenimiento
03/04/2017	Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	Baja de presión de combustible	15
05/04/2017	Volqueta hino	EP-VHN-01	Cambio de aceites de motor y filtros	8
09/04/2017	Minicargadora	EC-MINCG-01	Revisión de sistemas eléctrico	40
15/04/2017	Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	Chequeo de mandos finales	80
23/04/2017	Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	Lavado de inyectores	8
27/04/2017	Excavadora 320C	EC-EXC-01	Chequeo de bandas	16
TOTAL DE HORAS				167

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 46: Motivo de para de maquinaria de excavación - Abril 2017

Fallas de la maquinaria excavación	Horas de para
Baja de presión de combustible	15
Cambio de aceites de motor y filtros	8
Revisión de sistemas eléctrico	40
Chequeo de mandos finales	80
Lavado de inyectores	8
Chequeo de bandas	16

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

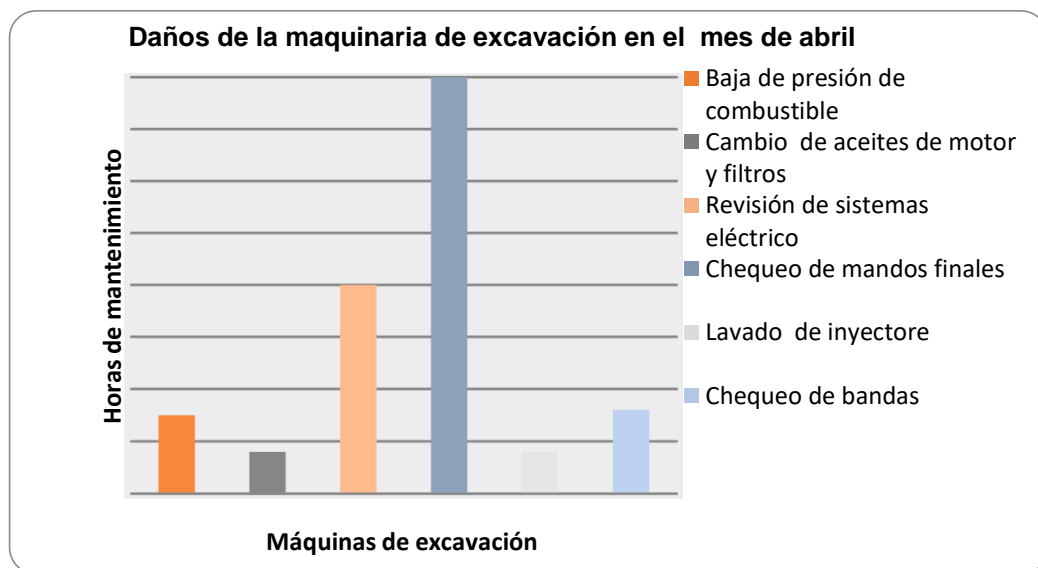


Gráfico 7. Motivo de paras de maquinaria de excavación Abril

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 47: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Abril.

Maquinaria o vehículo	Código	Total de horas de mantenimiento
Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	23
Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-02	0
Excavadora 320C	EC-EXC-01	16
Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	80
Minicargadora	EC-MINCG-01	40
Volqueta hino	EP-VHN-01	8
Volqueta hino	EP-VHN-02	0

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

En la tabla se puede observar el total de las horas de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa OBRECO Cía. Ltda., en donde se determina que la Cargadora frontal 966H de código ha requerido el mayor tiempo para realizar el respectivo mantenimiento durante el mes de abril del 2017, la misma que se puede visualizar para un mejor entendimiento en la Gráfico que se describe las fallas y el tiempo de mantenimiento de cada maquinaria.

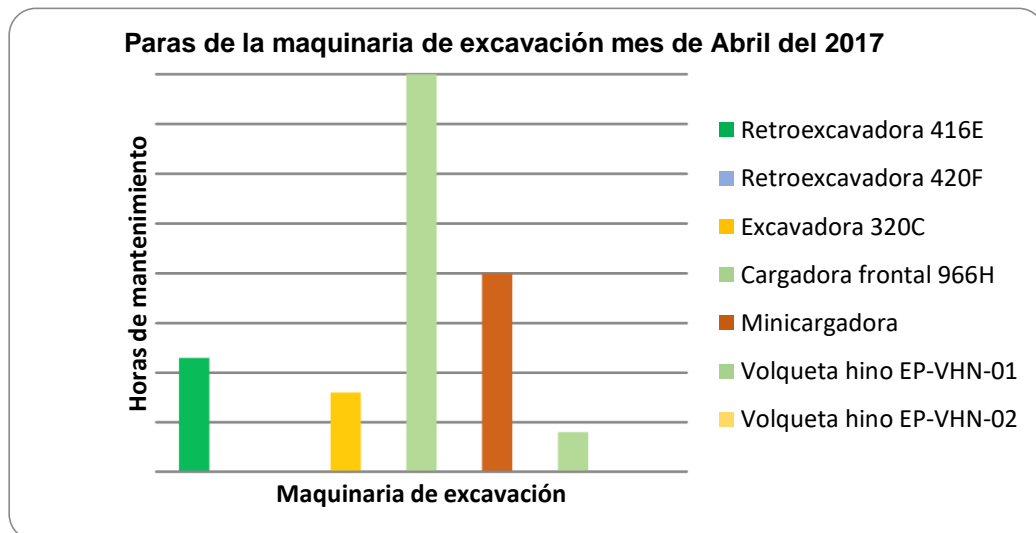


Gráfico 8. Paras de maquinaria de excavación Abril

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 48. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de mayo del 2017.

Fecha	Máquina o equipo	Código técnico	Motivo de paras	Horas de mantenimiento
07/05/2017	Volqueta hino	EP-VHN-02	Fuga de aire por cilindro de freno	14
09/05/2017	Volqueta hino	EP-VHN-01	Golpeteo de motor en parte interna	60
15/05/2017	Excavadora 320C	EC-EXC-01	Fuga de aceite del cilindro del cucharon	12
19/05/2017	Volqueta hino	EP-VHN-01	Desgaste del piso de la tolva	30
22/05/2017	Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	Falla en el tablero de control	15
26/05/2017	Mini cargadora	EC-MINCG-01	Falla de la bomba del sistema hidráulico de levante	60
27/05/2017	Excavadora 320C	EC-EXC-01	Uñas del cucharon en mal estado	12
TOTAL DE HORAS				203

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 49: Motivo de para de maquinaria de excavación - Mayo 2017

Fallas de la maquinaria excavación	Horas de para
Fuga de aire por cilindro de freno	14
Golpeteo de motor en parte interna	60
Fuga de aceite del cilindro del cucharón	12
Desgaste del piso de la tolva	30
Falla en el tablero de control	15
Falla de la bomba del sistema hidráulico de levante	60
Uñas del cucharon en mal estado	12

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

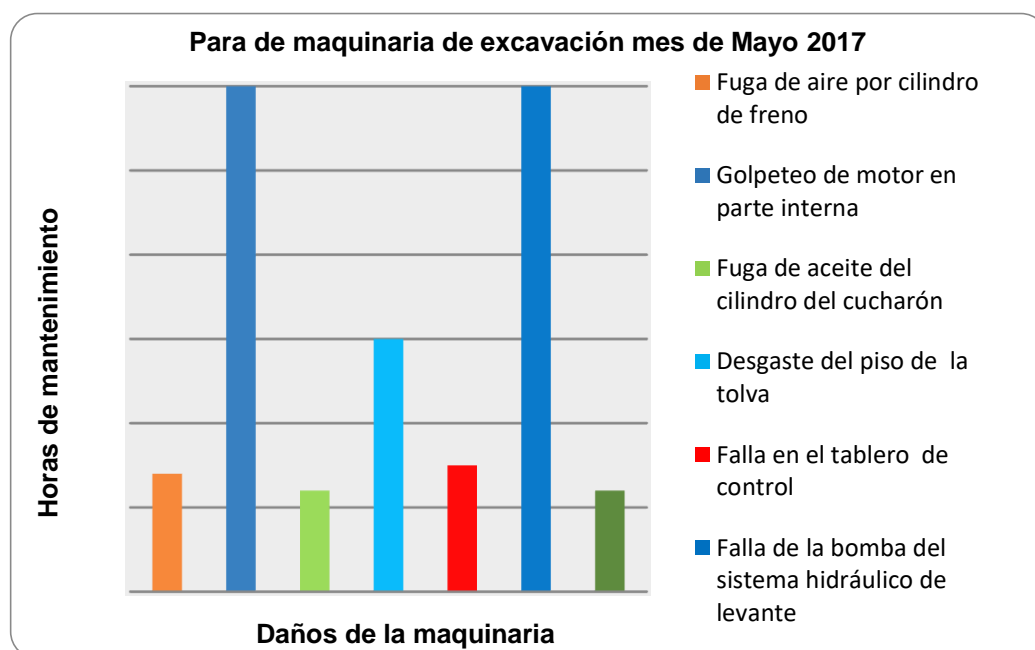


Gráfico 9. Motivo de paradas de maquinaria de excavación Mayo

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 50: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Mayo

Maquinaria o vehículo	Código	Total de horas de mantenimiento
Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	0
Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-02	0
Excavadora 320C	EC-EXC-01	24
Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	15
Minicargadora	EC-MINCG-01	60
Volqueta hino	EP-VHN-01	90
Volqueta hino	EP-VHN-02	14

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

En la tabla se puede observar el total de las horas de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa OBRECO Cía. Ltda., en donde se determina que la volqueta Hino de código EP-VHN-01 ha requerido el mayor tiempo para realizar el respectivo mantenimiento durante el mes de Mayo del 2017, la misma que se puede visualizar para un mejor entendimiento en la Gráfico que se describe las fallas y el tiempo de mantenimiento.

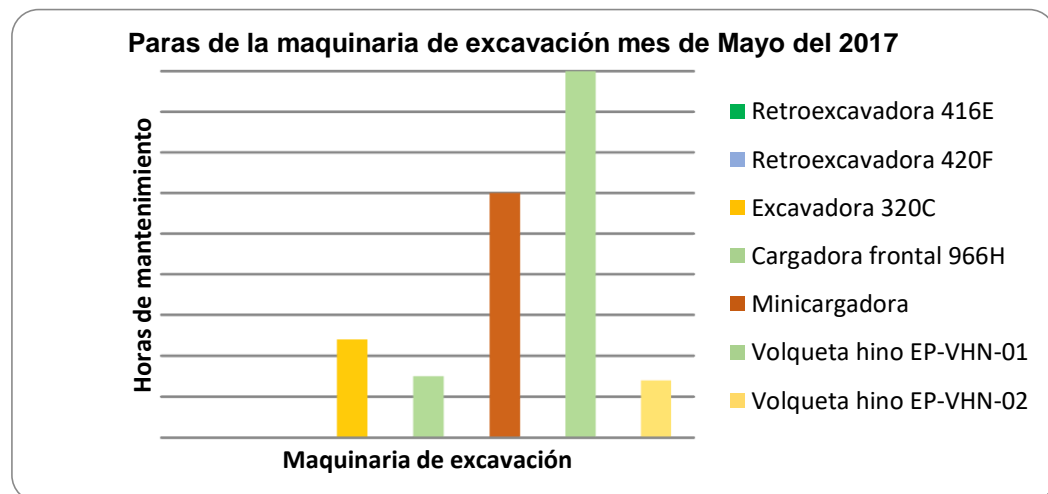


Gráfico 10. Paras de maquinaria de excavación Mayo

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 51. Datos de paras por averías de vehículos y maquinarias mes de junio del 2017.

Fecha	Máquina o equipo	Código técnico	Motivo de paras	Horas de mantenimiento
03/06/2017	Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-01	Fuga de aceite hidráulico en la bomba de presión	15
05/06/2017	Volqueta hino	EP-VHN-01	Daño de satélites de la corona	120
09/06/2017	Volqueta hino	EP-VHN-02	Toma fuerza de funcionamiento de la toma bajo de presión	36
15/06/2017	Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	Fuga de aceite en el cilindro del cucharón	12
23/06/2017	excavadora 320C	EC-EXC-01	Falta de presión en el tren de rodaje	46
25/06/2017	Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	Manguera rota del refrigerante de radiador	8
29/06/2017	Minicargadora	EC-MINCG-02	Reparación de cilindros de elevación	14
TOTAL DE HORAS				251

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 52: Motivo de para de maquinaria de excavación - Junio 2017

Fallas de la maquinaria excavación	Horas de para
Fuga de aceite hidráulico en la bomba de presión	15
Daño de satélites de la corona	120
Toma fuerza de funcionamiento de la toma bajo de presión	36
Fuga de aceite en el cilindro del cucharón	12
Falta de presión en el tren de rodaje	46
Manguera rota del refrigerante de radiador	8
Reparación de cilindros de elevación	14

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

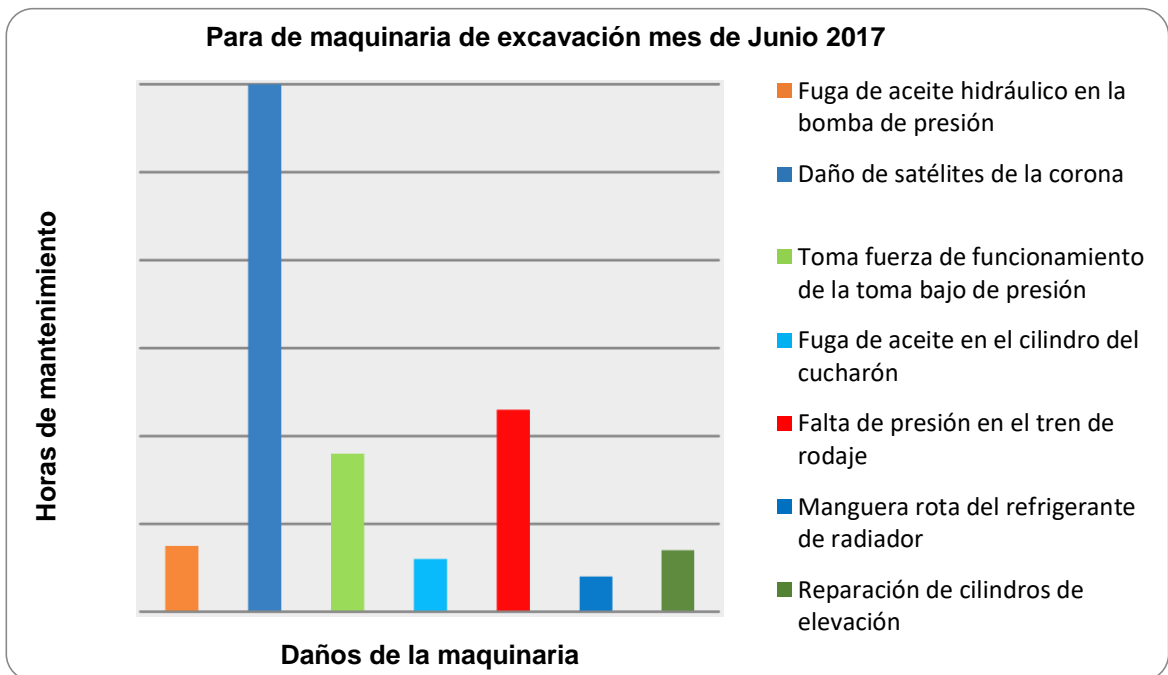


Gráfico 11. Motivo de paras de maquinaria de excavación Junio

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 53: Paras de la maquinaria de excavación en el mes de Junio

Maquinaria o vehículo	Código	Total de horas de mantenimiento
Retroexcavadora 416E	EC-RTRX-01	0
Retroexcavadora 420F	EC-RTRX-02	15
Excavadora 320C	EC-EXC-01	46
Cargadora frontal 966H	EC-CGF-01	20
Minicargadora	EC-MINCG-01	14
Volqueta hino	EP-VHN-01	120
Volqueta hino	EP-VHN-02	36

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

En la tabla se puede observar el total de las horas de mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa OBRECO Cía. Ltda., en donde se determina que la volqueta Hino de código EP-VHN-01 ha requerido el mayor tiempo para realizar el respectivo mantenimiento durante el mes de junio del 2017, la misma que se puede visualizar para un mejor entendimiento en la Gráfico que se describe las fallas y el tiempo de mantenimiento.

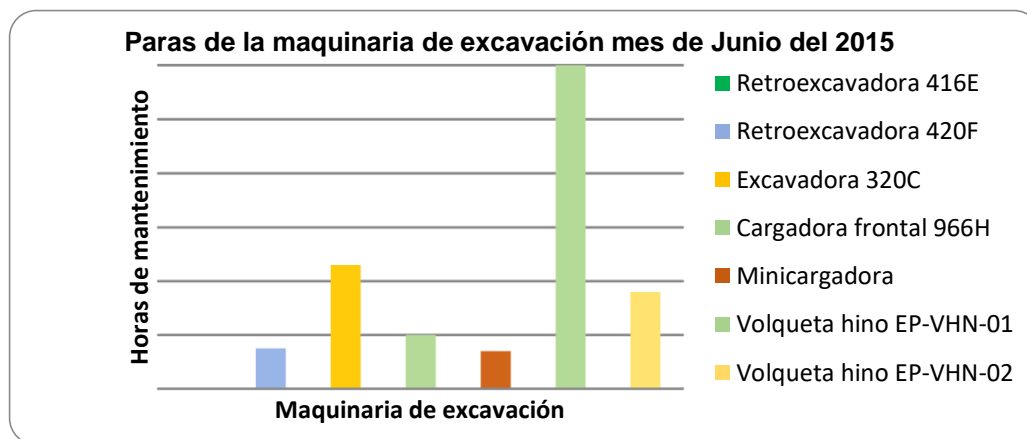


Gráfico 12. Paras de maquinaria de excavación Junio

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Indicadores de mantenimiento

Los indicadores permiten ver el comportamiento y el rendimiento operacional de instalaciones, sistemas y equipos, además miden la calidad de trabajos y el grado de cumplimiento permitiendo de esta manera implementar un plan de mantenimiento para una mayor funcionalidad de la maquinaria.

Los indicadores más utilizados para el presente estudio son los siguientes:

- Tiempo medio de reparación (Mid Time To Repair – MTTR)
- Tiempo medio entre fallas (Mid Time Between Failure – MTBF)
- Disponibilidad del equipo
- Disponibilidad por averías

Tiempo medio de reparación (Mid Time To Repair – MTTR)

Este indicador permite conocer la importancia de las averías que se produce en un equipo considerando el tiempo hasta restituir la maquinaria a condiciones óptimas de operación dentro de un período de tiempo determinado, en la que se calcula este indicador en base a el número de horas de paro por averías sobre el número de averías mediante la siguiente fórmula.

$$MTTR = \frac{\text{Nº de horas de paro por averías}}{\text{Nº de averías}} [\text{hora de averías}]$$

Tiempo medio entre fallas (Mid Time Between Failure – MTBF)

Permite conocer la frecuencia con la que suceden las fallas en la que se utilizan datos como el total de horas analizadas y el número de fallas o averías durante el periodo de análisis.

$$MTBF = \frac{\text{Nº de horas de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{Nº de averías}} [\text{horas de averías}]$$

Disponibilidad del equipo

La disponibilidad es definida como la confianza a un equipo que sufrió mantenimiento, vuelva a ejercer su función satisfactoriamente para un tiempo dado, es decir que la disponibilidad expresa como el porcentaje del tiempo en que la maquina está listo para operar o producir.

Por lo que el cálculo de la disponibilidad de cada uno de los equipos es el principal indicador de su eficiencia con relación al tiempo total de operación, gracias al aporte del encargado del taller de la empresa OBRECO Cía. Ltda., se realizó un levantamiento de información tanto de la maquinaria como de los vehículos correspondiente al primer semestre del año 2017.

Para cuyo cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} [\%]$$

D = Disponibilidad

MTBF = Tiempo medio entre fallas

MTTR = Tiempo medio de reparación

García Palencia, Oliverio (2012): Gestión Moderna de Mantenimiento Industrial
– Bogotá: Ediciones de la U 2012.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interpretación de resultados

En la investigación realizada para la empresa OBRECO Cía. Ltda., referente a la maquinaria pesada, se tiene:

Sobre la entrevista realizada:

En cuanto a ¿Cómo considera que son los procesos de mantenimiento de maquinaria?, se tiene:

Se puede concluir que los procesos de mantenimiento no están estructurados de forma técnica, por lo que se los detalla de forma empírica y es importante tomar la iniciativa de todas las personas para genera un trabajo esquematizado.

Sobre el ¿Cómo cataloga la disponibilidad de la maquinaria de excavación?, se encuentra:

La disponibilidad de la maquinaria está dispuesta a la labor y rapidez de los colaboradores, por lo que es imprescindible que se adecue procesos mejor elaborados para tener una mayor orientación de lo que se hace.

Así también en cuanto a que ¿Se ha dado prioridad a realizar estudios en esta área anteriormente?, se observa que:

Lamentablemente no, porque no se ha dado la importancia que en verdad, merece, sin embargo se ha estado en proyectos para realizarlo.

A la vez sobre si ¿Considera importante que se estudie la disponibilidad de maquinaria?, se puede acotar que:

Es crucial para las personas que se tome un elemento que incide de manera directa en el resultado de tiempos que se demora el área y uno se puede dar la idea de cuál es el rendimiento del área que está tratando.

Al mismo tiempo en lo referente a que si se ¿Considera necesario que se estudien los procesos de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la maquinaria?, se puede encontrar que:

Totalmente, ya que esto no se lo ha hecho anteriormente, y considero que ayudará a mejorar los procesos de mantenimiento y por ende permitirá tener una mayor disponibilidad de maquinaria, lo cual permitirá ser más eficiente a esta área.

Por otro lado se pudo esquematizar de manera ordenada y adecuada los procesos que se encuentran detallados para el mantenimiento general de la maquinaria en estudio; en este sentido para poder fundamentar de mejor manera los hallazgos se tiene lo siguiente:

Que gracias a las tablas para medición de tiempos realizada, es importante denotar que se determinó para realizar el estudio respectivo tomando a consideración la base para determinar los tiempos se tiene que es aconsejable realizar el estudio en relación a 3 ciclos que tiene todo el proceso de mantenimiento, ya que es mayor a 40 minutos los procesos de mantenimiento.

En relación al Grupo 1. Excavadoras, se pude mencionar lo siguiente:

Por otro lado es importante mencionar que para el promedio de mantenimiento preventivo se puede interpretar que en relación a los procesos del tipo de mantenimiento mencionado, el promedio oscila en 21060 segundos, lo que trabajado a minutos se obtiene 351 minutos necesarios para realizar el trabajo de la maquinaria asignada, en esta forma se puede aseverar que este es el tiempo promedio ideal para poder determinar a nivel general el tiempo como máximo dentro de los procesos y procedimientos para proporcionar una mayor disponibilidad de la maquinaria de la empresa OBRECO Cía. Ltda.

Para el promedio de mantenimiento correctivo luego de realizar la investigación necesaria para obtener información relevante en el estudio se tiene que el promedio oscila en 20420 segundos, este valor convertido a minutos se ubica en 340, los cuales son los ideales para realizar el trabajo de la maquinaria asignada, en relación a los tiempos que se les designa, gracias al cual se puede trabajar con este valor como base para estandarizar de mejor manera los procesos que se realizan en la empresa OBRECO Cía. Ltda.

Por otro lado el Grupo 2. Cargadoras, se puede encontrar lo siguiente:

Es importante mencionar que para el promedio de mantenimiento preventivo se puede interpretar que en relación a los procesos de este tipo de mantenimiento, el promedio oscila en 16920 segundos, lo que trabajado a minutos se obtiene 282 minutos necesarios para realizar el trabajo de la maquinaria asignada, en esta forma se puede aseverar que este es el tiempo promedio ideal para poder determinar a nivel general el tiempo como máximo dentro de los procesos y procedimientos para proporcionar una mayor disponibilidad de la maquinaria en la empresa OBRECO Cía. Ltda.

El promedio de mantenimiento correctivo, para el grupo 2, luego de realizar la investigación necesaria se tiene que el promedio oscila en 17660 segundos, este valor convertido a minutos se ubica en 294, los cuales son los ideales para realizar el trabajo de la maquinaria asignada, en relación a los tiempos que se les designa,

gracias al cual se puede trabajar con este valor como base para estandarizar de mejor manera los procesos que se realizan en la empresa OBRECO Cía. Ltda.

En relación a la recopilación de información y estandarización de la misma de la maquinaria pesada en la empresa OBRECO Cía. Ltda., se esquematizó la misma para 7 maquinarias que se encontraban en los talleres, para lo cual se expuso de manera clara y oportuna los 3 tipos de descripciones necesarias para reconocer la maquinaria, estas son descripción general de maquinaria, especificaciones técnicas y datos complementarios de las misma; dando como resultado un documento pertinente para orientar de mejor manera el mantenimiento realizado y a partir de este tomar acciones correctivas y preventivas mayor sustentadas.

Se puede interpretar que para la codificación de vehículos y maquinaria fue importante detallarla en base a la norma venezolana "COVEIN", la cual para mayor pertinencia de los equipos de excavación, es la 3049-93, para la cual se tomó a consideración los artículos relacionados a inventario de objetos de sistema productivo, codificación de los objetos de mantenimiento, registro de objetos de mantenimiento e instrucciones técnicas de mantenimiento. Cabe señalar que la flota de equipo o maquinaria en estudio se encuentra estructurada por las siguientes líneas:

Equipo caminero.- Está compuesto por Volquetas Hino GH.

Equipo Pesado.- Está compuesto por retroexcavadoras, excavadoras, cargadora frontal y minicargadoras.

De la misma manera en relación a otro aspecto de investigación, las listas de codificación implantadas para el equipo caminero y el equipo pesado en la empresa OBRECO Cía. Ltda., en esta forma se tomó a consideración para el código lo siguiente:

- Codificación alfa numérica para la maquinaria
- Iniciales relativas a Equipo Caminero o Equipo Pesado.

- Iniciales del nombre propio de la maquinaria.

Contraste con otras investigaciones

La presente investigación tiene un contraste importante con otras investigaciones, por lo cual se puede reconocer las siguientes investigaciones relacionadas con el tema de investigación:

Para Maldonado & Siguenza(2012), con el tema “Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria Pesada de la Empresa Minera Dynasty Mining del cantón Portovelo”, de la Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingenierías, Carrera Ingeniería Mecánica Automotriz, presenta lo siguiente:

El inventario actualizado de la maquinaria pesada de la empresa se constituye en la base fundamental para la implementación de un plan de mantenimiento ya que por medio de este documento se tiene un acceso rápido a características propias de cada máquina como: tipo de máquina, modelo, códigos, etc.

La ficha de inspección rutinaria de la maquinaria consta de ítems que conducen a la revisión rápida de los diferentes elementos y sistemas de la máquina, ya que de esta forma se podría identificar el inicio de una avería menor que con el pasar del tiempo se podría convertir en una avería mayor o grave, así como también, permitirá llevar el control diario de las horas de trabajo de cada máquina de esta forma programar los diferentes tipos de mantenimiento a desarrollar.

Las fichas técnicas de las maquinas permiten tener acceso a las características técnicas como: tipo de motor, cilindraje, etc., que son importantes tener en cuenta en el momento de ejecutar cualquier actividad de mantenimiento.

El departamento de mecanizado es una propuesta positiva, ya que al realizarse los procesos de reparación y fabricación de piezas para las maquinas en el propio taller de la empresa permite disminuir los tiempos muertos en las reparaciones, así como también reducir los costos de mantenimiento.

Para Pérez & Salgado (2012), con el tema: “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo programado para equipo pesado y motores fuera de borda del gobierno autónomo descentralizado del cantón Colta”, de la Facultad de mecánica, escuela ingeniería automotriz, de la Escuela superior Politécnica de Chimborazo presenta lo siguiente:

Gracias a la capacitación del personal de mantenimiento se puede mejorar la eficiencia de las intervenciones técnicas; así también el esfuerzo de organización del mantenimiento logra su recompensa a través de una tasa de utilidades más alta y la optimización de los recursos humanos y técnicos; en este sentido se automatizó la Gestión de Mantenimiento Preventivo Programado de equipo pesado y motores fuera de borda del Gobierno Municipal del Cantón Colta; a pesar de ello se ha esquematizado la base de datos para así poder visualizar mejor como se relacionan las tablas, es decir cómo interactúan los objetos de nuestra base de datos, el sistema SMP y el usuario.

Sin embargo la motivación de todo el personal lo que conducirá al éxito del programa. El plan de mantenimiento se debe aplicar de una manera tal para que el equipo caminero sea el más eficiente. Por otro lado existe algún vacío de noción en alguna acción que realice, es decir, alguna duda de lo que pueda pasar si realiza una tarea visite la ayuda en la barra de Herramientas. Con lo anterior expuesto las personas que trabajan y actúan dentro del funcionamiento de talleres deben interactuar entre sí para mejoramiento continuo del mismo. La preparación del personal encargado de los mantenimientos debe ser continua.

A pesar de ello para para Tamariz(2014), con el tema “Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol S.A.”, de la escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Cuenca- Ecuador, presenta lo siguiente:

Se ha logrado tener un programa de datos de toda la matriz de Mirasol, en este programa podemos distinguir fácilmente todos los equipos fijos y móviles, cada

uno con su respectivo manual de operaciones, con su fichero, y con la información detallada de los equipos. Presentando a la vez el programa al que se ha llegado sirve para tener un inventario actualizado de los equipos, nos ayuda a ver que equipos están en óptimas condiciones de uso y que equipos no lo están.

Por otro lado el programa facilita la ubicación de cada uno de los equipos, el estado en que se encuentran simplemente con la correcta información dada por los operadores y se puede revisar con el uso de un computador. En el computador se encuentra una carpeta compartida la cual tendrá acceso todos los operadores de equipos de Mirasol, en esta carpeta se llenara de una manera constante y responsable todo lo que tiene que ver con los respectivos ficheros de los equipos.

Es importante a la vez que se facilite también a la persona encargada para que solo con el uso de la información en la carpeta compartida, pueda dirigirse a cualesquier equipo que no se ha dado el mantenimiento adecuado o no se ha dado el seguimiento apropiado y hablar directamente con el operador a cargo de este equipo para saber lo que está sucediendo y porque no se ha dado la información adecuada del mismo o porque no se ha dada el seguimiento apropiado y mantenimiento de este equipo.

Comprobación de la hipótesis

De la información obtenida sobre los procesos de mantenimiento y la incidencia en la disponibilidad de la maquinaria de excavación permitió dar paso a la comprobación de la hipótesis entre las dos variables; la variable independiente (x) y variable dependiente (y) objeto de estudio en la presente investigación. El proceso de comprobación de hipótesis considera cinco pasos que permitió ir desde el planteamiento hasta la comprobación de hipótesis, estructurado de la siguiente manera:

Establecer hipótesis nula y alternativa.

La hipótesis en el presente estudio se planteó de la siguiente manera:

“El estudio del proceso de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada incide en la fiabilidad en la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala”-

Variable Independiente: Procesos de mantenimiento mecánico

Variable Dependiente: fiabilidad de la maquinaria

Comenzando con esta información se plantea la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1).

H_0 : El estudio del proceso de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada no incide en la fiabilidad en la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala.

H_1 El estudio del proceso de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada si incide en la fiabilidad en la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala.

El modelo estadístico para tomar decisiones acerca de esta población con base en información detallada en población y muestra es la siguiente:

$$H_{0=f_e=f_o}$$

$$H_{0=f_e \neq f_o}$$

Nivel de significancia

En el presente caso, el nivel de significancia 0.05 y con un nivel de confianza del 95% que es un valor comúnmente aceptado en los estudios relacionados con el área de industrias debido a su mezcla entre la fiabilidad de sus datos y la cantidad de recursos empleados para la investigación.

Estadístico de prueba.

Considerando que el estudio es cualitativo y cuantitativo utilizaremos una prueba no paramétrica, en la práctica, hay situaciones en las que sus posiciones no se justifican o en las que se duda que se satisfagan, como es el caso de poblaciones muy sesgadas. Para ello se considera muy adecuada la prueba ji cuadrado.

$$x^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Comprobación de la hipótesis

La comprobación de hipótesis se calcula con los datos de las siguientes preguntas:

V.I Pregunta: Procesos de mantenimiento (Promedio mantenimiento Correctivo Grupo); (Promedio mantenimiento preventivo).

V.D. Datos estadísticos: Datos de disponibilidad de maquinaria. (Porcentaje de disponibilidad del 87%); y (Porcentaje restante de fallas del 13%).

Con este fundamento se elabora la tabla de contingencia.

Tabla 54: Frecuencias observadas

VI. Fiabilidad				
VD. Datos de disponibilidad de maquinaria		Correctivo	Preventivo	TOTAL
	% de fiabilidad	38	49	87
	% de Fallas	12	1	13
	TOTAL	50	50	100

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 55: Frecuencias esperadas

VI. Procesos de mantenimiento.				
VD. Datos de disponibilidad de maquinaria		Correctivo	Preventivo	TOTAL
	% de Disponibilidad	43,5	43,5	87,00
	% de Fallas	6,5	6,5	13,00
	TOTAL	50,00	50,00	100,00

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Tabla 56: Calculo ji2

ALTERNATIVAS	O	E	O - E	(O - E)²	(O-E)²/E
% de Disponibilidad/ Correctivo	38	43,5	-5,50	30,25	0,70
% de Disponibilidad/ Preventivo	49	43,5	5,50	30,25	0,70
% de Fallas/ Correctivo	12	6,5	5,50	30,25	4,65
% de Fallas/ Preventivo	1	6,5	-5,50	30,25	4,65
TOTAL				x²c=	10,70

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Formular la regla de decisión

La distribución de chi cuadrado se basa en relación a los grados de libertad existentes en la tabla de contingencia (Lind, Mason, & Marchal, 2011), el mismo que se observa en el cálculo de la tabla anterior. Partiendo del mismo se considera como valor teórico:

$$gl = (f - 1)(c - 1)$$

$$gl = (2 - 1)(2 - 1)$$

$$gl = (1)(1)$$

$$gl = 1$$

Tabla 57: Grados de libertad

D	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	---	---	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

Dado que los grados de libertad son 1 con un $\alpha=0.05$ tenemos $\chi^2_t = 3.8415$

Tomar una decisión

Con la información de los cálculos realizados se procede a realizar el gráfico donde se identifican los valores: chi cuadrado teórico y chi cuadrado calculado.

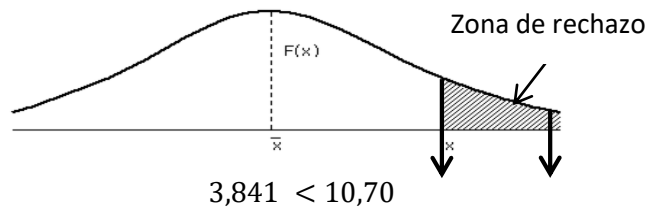


Gráfico 13. Registro: Campana de gauss – comprobación de hipótesis

Fuente: OBRECO Cía. Ltda.

Elaborado por: Eduardo Sánchez

$$\chi^2_c > \chi^2_t \quad 10,70 > 3,841$$

Finalmente, se procede a rechazar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa o H_1 “El estudio del proceso de mantenimiento mecánico de la maquinaria pesada si incide en la fiabilidad en la Empresa OBRECO CIA. LTDA., de la ciudad de Machala.”; ya que el primer valor es mayor que el tabulado, se puede aceptar esta hipótesis. Razón por la cual, es necesario y viable que se acepte la presente investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Con la entrevista realizada y la aplicación de los procesos de mantenimiento detallados se pudo identificar y determinar de manera apropiada y oportuna los diferentes tiempos en procesos para realizar el mantenimiento de la maquinaria pesada de la empresa OBRECO Cía. Ltda.
- Sobre la disponibilidad de la maquinaria en estudio se pudo concluir que se trabaja con 87% de disponibilidad general en relación a toda la maquinaria estudiada y por ende el porcentaje de fallos es de 13%, lo que significa que tenemos una limitada disponibilidad en la empresa OBRECO Cía. Ltda.
- Luego de recopilar datos estadísticos relacionados a la disponibilidad y el mantenimiento de la maquinaria se pudo comprobar la hipótesis la cual fue valedera, presentando un documento con información técnica y profesional de los hallazgos encontrados en la investigación en la empresa OBRECO Cía. Ltda.

Recomendaciones

- Se recomienda que se continúe realizando trabajos relacionados a este tema para que se pueda obtener mayor información para realizar un seguimiento de los resultados encontrados, esto gracias a posibles investigaciones futuras en la empresa OBRECO Cía. Ltda.
- Se exhorta a la vez para que puedan tomar a consideración los datos aquí recolectados, para que tengan una mejor y mayor perspectiva de los datos en estudio, y por ende realizar un mejor trabajo en investigaciones futuras relacionadas no solo a este sector sino a cualquier otro.
- Se invita al mismo tiempo, a que se tomen acciones correctivas por parte del área en estudio para que consideren la investigación y tomen acciones correctivas en relación a los procesos de mantenimiento realizados, y por otra parte se pueda realizar una mejora continua que fortalezca los procedimientos relacionados al tema en estudio de la empresa OBRECO Cía. Ltda.

Bibliografía

Apolo, C., & Matovelle, C. (2012). Propuesta de un plan de mantenimiento automotriz para el equipo caminero y vehicular del Gobierno Autónomo de la ciudad de Azogues. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.

Bejar, J. (2010). Guía para elaborar la Tesis de Grado. Ambato, Ecuador.

COVENIN Norma Venezolana. (1993). Norma Venezolana de mantenimiento COVENIN 3049-93. Caracas: Comisión venezolana de normas industriales-ministerio de fomento.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). Metodología de la investigación. México: Mc GrawHill.

Hernández, V. (2010). Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada en funcionamiento de la zona vial no. 14, dirección general de caminos, Salamá, Baja Verapaz. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Maldonado, H., & Siguenza, L. (2012). Propuesta de un plan de mantenimiento para maquinaria Pesada de la Empresa Minera Dynasty Mining del cantón Portovelo. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

Moreno, M. (2011). Introducción a la metodología de la investigación educativa. Madrid: Progreso.

Naranjo, G. (2011). Tutoría de la investigación científica. Quito: Corona.

Niebel, B., & Frevalds, A. (2009). Ingeniería Industrial. México: McGraw Hill.
Pérez, C., & Salgado, G. (2012). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo programado para equipo pesado y motores fuera de borda del gobierno autónomo descentralizado del cantón Colta. Riobamba: ESPOCH.

Ramiro, S. (2012). Implementación de un proceso de mantenimiento sistematizado para la maquinaria liviana y pesada del Municipio del Cantón Pujilí provincia de Cotopaxi. Cotopaxi: ESPOCH.

Tamariz, M. (2014). Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol S.A. Cuenca: Universidad de Cuenca.

Toapanta, F., & Yáñez, H. (2011). Diseño de un plan de mantenimiento para el equipo caminero y vehicular que dispone el GAD Municipal del Tena, Provincia de Napo. Chimborazo: ESPOCH.

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de inspección de Vehículo y/o maquinaria.

CARACTERÍSTICAS						FECHA			
Tipo:		Código:				Recepción:			
Marca:		Placa:				Entrega:			
ELEMENTOS / DISPOSITIVOS		CONDICIONES DE RECEPCIÓN				CONDICIONES DE DEVOLUCIÓN			
A	CARROCERIA	B	M	N/A	OBSERVACIONES	B	M	N/A	OBSERVACIONES
A1	Pintura								
A2	Tapicería								
A3	Vidrios								
B	SISTEMA ELECTRICO	B	M	N/A	OBSERVACIONES	B	M	N/A	OBSERVACIONES
B1	Guías delanteras								
B2	Guías posteriores								
B3	Halógenos								
B4	Alarma de retro								
C	ACCESORIOS	B	M	N/A	OBSERVACIONES	B	M	N/A	OBSERVACIONES
C1	Cinturón de seguridad								
C2	Tiangulos y/o conos de seguridad								
C3	Extintor								
C4	Botiquin								
C5	Espejos laterales								
C6	Espejo retrovisor								
C7	Gata hidráulica								
C8	Llave de ruedas								
C9	Llanta de emergencia								
Tec. Responsable:					Chofer Responsable:				
Resultado: B = Bueno () M=Malo () N/A= No Aplica ()									

Anexo 2: Ficha de Inspección de daños

					OBRECO CÍA. LTDA.						
FICHAS DE INSPECCION DE DAÑOS											
Identificación del Vehículo/máquina:					Tipo de mantenimiento :			Fecha de mantenimiento:			
Modelo :		Numero de motor :			Serie :		Kilometraje /horometro :				
MOTOR	NORMAL	MALAS	BAJO	REGULAR	COMENTARIOS	FRENOS	NORMAL	MALAS	BAJO	REGULAR	COMENTARIOS
Aceite						Líquido					
Refrigerante						Pastillas					
Bandas						Zapatillas					
Cableado						Cañerías					
Mangueras						Mangueras					
Niveles						Depositos					
TREN DE FUERZA	NUEVO	DEFECTUOSO	FALTA ENGRACE	COMENTARIOS	SISTEMA ELECTRICO	NUEVO	DEFECTUOSO	REQUIERE CAMBIO	COMENTARIOS		
Embrague					Luces parqueo						
Transmision					Luces altas y bajas						
Diferencial					Luces Parqueo						
Semiejes					Luces freno						
Crucetas					Luces de retro						
ACEBITE	NUEVO	DEFECTUOSO	FALTA ENGRACE	COMENTARIOS	OTRAS AVERÍAS	NUEVO	DEFECTUOSO	REQUIERE CAMBIO	COMENTARIOS		
Motor					Fugas						
Caja de cambios					Sudoraciones						
Diferencial					Daños extras						
Transmision					Paralizaciones						
Eje delantero											

Anexo 3: Orden de trabajo

TAREAS A EJECUTAR					
N°	Descripción de tarea	Tiempo estimado de mantenimiento en (min)	OK		
1	ABC motor				
2	ABC de frenos				
3	Limpeza de inyectores				
4	Revisión de niveles				
5	Revisión de luces				
6	Reajuste genera				
REPUESTOS					
N°	Descripción del repuesto	Cantidad			
1	Filtro de aceite				
2	Filtro de aire				
3	Filtro de combustible				
5	Aceite				
6	BG adidito para prevención y limpieza de inyectores				
7	Líquido de freno				
8	Agua de batería				
PERSONAL DESTINADO A MANTENIMIENTO					
CANTIDAD	CATEGORIA	NOMBRE DE TECNICO			
	Técnico				
	Ayudante				
OBSERVACIONES:					
FINALIZACION DE TRABAJOS					
Revisado por:	Firma:	Fecha:	Aprobado:	Firma:	Fecha:

Anexo 4: Solicitud de repuestos

REPUESTOS		
Nº	Descripción del repuesto	Cantidad
1	Filtro de aceite	
2	Filtro de aire	
3	Filtro de combustible	
4	Aceite	
5	BG adidito para prevención y limpieza de inyectores	
6	Líquido de freno	
7	Grasa	
8	Gracos	
9	Refrigerante	
10	Agua de batería	
PERSONAL DESTINADO A MANTENIMIENTO		
CANTIDAD	CATEGORIA	NOMBRE DE TECNICO
	Técnico	
	Ayudante	
OBSERVACIONES:		
ENTREGA CONFORME		RECIBE CONFORME
_____		_____

Anexo 5: Normas COVENIN Venezolanas

Artículo 3.4.1.1 Inventario de los objeto del Sistema Productivo (M-01).

Constituye el punto de partida del sistema de información de mantenimiento, ya que aquí listan los componentes (equipos, instalaciones, edificaciones, u otros), objeto de mantenimiento y consiste este instrumento en una descripción muy superficial de cada sujeto a acciones de mantenimiento dentro del Sistema Productivo.

Artículo 3.4.1.2 Codificación de los objetos de mantenimiento (M-02).

Es la asignación de combinaciones alfa-numéricas a cada objeto de mantenimiento, para una ubicación rápida dentro del sistema productivo. Con este instrumento además de proporcionar una ubicación rápida, secuencial y lógica dentro del sistema productivo, permite su automatización o mecanización mediante el computador para el registro de la información referida a cada objeto.

También facilita, por medio de la desagregación de los objetos de mantenimiento, registrar la información de cada elemento. Un esquema general para la desagregación de los objetos puede ser:

- Elementos de cada componente.
- Componentes de cada subsistema.
- Subsistemas de cada objeto
- Objeto de cada Subproceso Productivo.
- Subprocesos del sistema productivo.
- Sistemas Productivos de un sistema Total.

El basamento de este procedimiento es el inventario de los objetos del sistema productivo.

Artículo 3.4.1.3 Registro de objetos de mantenimiento: (M-03).

Su objetivo es el de registrar la información necesaria para el conocimiento de cada sujeto a acciones de mantenimiento. Dicha información generalmente está constituida por: descripción del objeto; código asignado al objeto común el procedimiento (M-02); costo, vida útil, y fecha de arranque; datos sobre el fabricante, distribuidor, y proveedor, así como su localización con su dirección, teléfono, telex o fax; características y especificaciones técnicas; manejo y cuidado; observaciones referidas al mejor uso y tendentes a la prevención de fallas; y la desagregación de cada subsistema del objeto hasta el nivel de elementos resaltando las características más importantes de estos últimos a fin de tener un mayor conocimiento de los mismos para facilitar su ubicación en casos o ante la presencia de fallas.

Artículo 3.4.1.4 Instrucciones técnicas de mantenimientos: (M-04)

Este procedimiento lo constituye la lista de acciones de mantenimiento a ejecutar sobre cada objeto sujeto a acciones de mantenimiento, este instrumento contiene la información sobre el objetivo registrado según el procedimiento (M-03) y básicamente la lista de acciones está dirigida a cada elemento de cada componente de cada subsistema de dicho objeto. Cada instrucción técnica debe señalar el tipo de actividades de mantenimiento a ejecutar, la codificación o numeración secuencial para cada instrucción y para cada tipo de actividad, la descripción generalizada de las actividades a realizar el tipo y la cantidad de personal involucrado en la ejecución y el tiempo necesario para realizar la actividad. Para facilitar la utilización de instrucciones técnicas. Para cada tipo de actividad de mantenimiento con los datos referidas a cada uno de ellas y así reducir la cantidad de las mismas, pues una instrucción técnica puede ser utilizada en más de un elemento o en más de un subsistema o en más de un objeto.