



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

**PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD
PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA
PESADA DE LA EMPRESA TECNOLDHER, CAJAMARCA, 2016**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

AUTOR:

SEGUNDO FÉLIX TASILLA FLORES

ASESOR:

ING. JOSÉ LUIS ADANAQUÉ SÁNCHEZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

SISTEMAS Y PLANES DE MANTENIMIENTO

CAJAMARCA — PERÚ

2016

PAGINA DEL JURADO

ALUMNO: SEGUNDO FÉLIX TASILLA FLORES

Presentada a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo – Chiclayo para optar el Título Profesional de: Ingeniero Mecánico Electricista.

Aprobado por:

Ing. CÉSAR DANY SIALER DÍAZ
PRESIDENTE

Ing. LUIS ALBERTO RAMOS MARTÍNEZ
SECRETARIO

Ing. JOSÉ LUIS ADANAQUÉ SANCHEZ
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, y a toda mi familia, por su permanente consejo en cada momento.

A los profesores, por darnos el conocimiento y experiencia en la formación profesional.

A mis amigos, por compartir la carga en éste esfuerzo común y recíproco.

Segundo Félix Tasilla Flores

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios por permitir terminar esta meta trazada, por la salud y fortaleza en los días difíciles de nuestra carrera en una de las metas a cumplir.

De la mismo forma agradezco a todos mis asesores, por el apoyo incondicional en nuestro desarrollo del proyecto, por las enseñanzas no habría sido posible concluir mi carrera profesional

A la empresa TECNOLDHER quienes nos brindan todo el apoyo para hacer posible la realización de este trabajo.

Segundo Félix Tasilla Flores

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Segundo Félix Tasilla Flores, con DNI N° 43846297, en cumplimiento de las normas establecidas indicadas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, dejo en constancia de toda la documentación es netamente confiable. De esta forma doy fe y garantía de los documentos anexados para fines de asumir alguna responsabilidad, para cualquier revisión u ocultamiento de alguna información presentada, estipuladas en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Cajamarca, diciembre del 2016.

Segundo Félix Tasilla Flores

DNI: 43846297

PRESENTACIÓN

Señores del Jurado:

En observancia de las reglas de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento la Tesis titulada "**Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa TECNOLDHER en Cajamarca**", la cual podrá ser evaluada a vuestra consideración para el cumplimiento de las reglas y poder tener la aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Segundo Félix Tasilla Flores

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACIÓN	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.2 TRABAJOS PREVIOS	15
1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	18
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	26
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	26
1.6 HIPÓTESIS	28
1.7 OBJETIVOS.....	29
II. MÉTODO.....	30
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	30
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....	31
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	32
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS,.....	33
2.1. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	34
2.2. ASPECTOS ÉTICOS.....	34
III. RESULTADOS	35
IV. DISCUSIÓN.....	41
V. CONCLUSIÓN.....	44
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	49
VIII. ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Evaluación de mantenimiento en la empresa TecnoDher	36
Ilustración 2 Componentes Críticos en Excavadora	37
Ilustración 3 Disponibilidad inicial y propuesta	38
Ilustración 4 Costo de mantenimiento programado, correctivo y ahorros	40
Ilustración 5 Macrolocalización de la empresa TECNOLDHER	53
Ilustración 6 Mapa de Ubicación de la Región Cajamarca	54
Ilustración 7 Ubicación de la empresa TECNOLDHER	54
Ilustración 8 Plano de distribución de la empresa TECNOLDHER	55
Ilustración 9 Formato de inspecciones diarias	88
Ilustración 10 Formato de lubricación semanal	89
Ilustración 11 Plan de lubricación y mantenimiento 250 horas	90
Ilustración 12 Plan de lubricación y mantenimiento 500 horas	92
Ilustración 13 Plan de lubricación y mantenimiento 100 horas	94
Ilustración 14 Plan de lubricación y mantenimiento 2000 horas	96
Ilustración 15 Formato de evaluación de mantenimiento	107
Ilustración 16 Auditoria de mantenimiento	110
Ilustración 17 Check list implementado control de equipos	114
Ilustración 18 Formato de seguridad Aislamiento de Energía	116
Ilustración 19 Procedimiento de cambio de aceite	117
Ilustración 20 Actividades de mantenimiento predictivo	119
Ilustración 21 Charlas a operadores y mantenedoras y mecánicos	128
Ilustración 22 Capacitación al personal de mantenimiento	128
Ilustración 23 Formato de registro de asistencia de capacitaciones	129
Ilustración 24 Registro de capacitaciones	130
Ilustración 25 Formato de evaluación de mantenimiento	131
Ilustración 26 Registro de asistencia de capacitaciones	133
Ilustración 27 Encuestas de estudio al personal de mantenimiento	134
Ilustración 28 Instrumentos de validación de estudio	135

Ilustración 29 Costos unitarios estimados _____	138
Ilustración 30 Costos de mantenimiento _____	139
Ilustración 31 Autorización para desarrollo tesis en la empresa _____	140
Ilustración 32 Componentes de los equipos en mantenimiento _____	143
Ilustración 33 Periodo de recuperación económica _____	153
Ilustración 34 Investigaciones relacionadas al tema _____	154

ÍNDICE DE RESULTADOS DE OBJETIVOS

Tabla 1. Análisis de VAN, TIR y B/C _____	40
Tabla 2 Programa de mantenimiento actual en la empresa tecnoldher _____	56
Tabla 3 Reporte de Mantenimiento _____	57
Tabla 4 Evaluación de mantenimiento en la empresa Tecnoldher _____	58
Tabla 5 Costo de mantenimiento correctivo anual _____	60
Tabla 6 Costos de mantenimiento correctivo y preventivo _____	60
Tabla 7 Disponibilidad actual de la empresa tecnoldher _____	61
Tabla 8 Estructura de criticidad de sistemas _____	61
Tabla 9 Equipos de la empresa TECNOLDHER _____	62
Tabla 10 Historial de fallas de Tractor CAT D8T 2015 _____	64
Tabla 11 Historial de fallas de Tractor CAT D8T 2016 _____	65
Tabla 12 Historial de fallas de Excavadora CAT 336DL 2015 _____	66
Tabla 13 Historial de fallas de Excavadora CAT 336DL 2016 _____	67
Tabla 14 Fallas por sistema en los equipos _____	68
Tabla 15 Fallas por componentes en tractor _____	69
Tabla 16 Fallas de bomba hidráulica excavadora _____	70
Tabla 17 Fallas en motor de tractor _____	71
Tabla 18 Modos de falla en excavadora y tractor _____	72
Tabla 19 Componentes críticos en Tractor _____	73
Tabla 20 Componentes críticos en excavadora y tractor _____	73
Tabla 21 Modos de falla en bomba hidráulica de excavadora _____	74

Tabla 22 Modo de fallas en motor de excavadora _____	75
Tabla 23 Modos de falla en bomba hidráulica de tractor _____	76
Tabla 24 Modos de falla en motor de tractor _____	77
Tabla 25 Modos de falla en filtro de aire de excavadora _____	78
Tabla 26 Modos de falla en filtro de combustible de Tractor _____	79
Tabla 27 Modos de falla en filtro de aceite de excavadora _____	80
Tabla 28 Modos de falla de tractor _____	81
Tabla 29 Causas de falla en tractor _____	82
Tabla 30 Efecto de falla en tractor _____	83
Tabla 31 Controles implementados en tractores y excavadoras _____	84
Tabla 32 Plan de mantenimiento propuesto para excavadora _____	86
Tabla 33 Plan de mantenimiento propuesto para tractor _____	87
Tabla 34 Niveles de mantenimiento propuestos _____	98
Tabla 35 Procedimiento de mantenimiento de tractores _____	99
Tabla 36 Formato de reporte fallas equipos críticos _____	103
Tabla 37 Formato de solicitud de trabajo _____	104
Tabla 38 Formato de sistema de levante _____	105
Tabla 39 Formato de pruebas de dirección _____	106
Tabla 40 Auditoria de implementación de mantenimiento _____	109
Tabla 41 Reporte de análisis de aceite en excavadoras control _____	111
Tabla 42 Reporte de análisis de aceite en excavadoras evaluación _____	112
Tabla 43 Inspección de equipos en tecnoher _____	113
Tabla 44 Análisis de vibración a los dos equipos críticos _____	120
Tabla 45 Análisis de lubricantes _____	121
Tabla 46 Análisis por ultrasonido _____	121
Tabla 47 Análisis de termografía _____	122
Tabla 48 Análisis de boroscopia _____	123
Tabla 49 Ventajas y desventajas del mantenimiento predictivo _____	123
Tabla 50 Disponibilidad propuesta en los equipos _____	124

Tabla 51 Costos en mantenimiento correctivo propuesto _____	125
Tabla 52 Ahorros en mantenimiento propuesto _____	126
Tabla 53 Diferencias de disponibilidad de equipos en tecnoher _____	126
Tabla 54 Planos de sistema de refrigeración _____	127
Tabla 55 Plano de sistema de presión baja _____	127
Tabla 56 Informe técnico de tractor _____	141
Tabla 57 Balance económico del análisis de vibración_____	144
Tabla 58 Balance económico del análisis de lubricante_____	145
Tabla 59 Balance económico del análisis de ultrasonido_____	145
Tabla 60 Balance económico del análisis de termografía_____	146
Tabla 61 Balance económico del análisis de boroscopia_____	147
Tabla 62 Resumen del balance económico predictivo_____	147
Tabla 63 Pago a personal_____	148
Tabla 64 Costo fijo/año_____	149
Tabla 65 Costos por implementación de la propuesta_____	149
Tabla 66 Flujo de efectivo _____	150
Tabla 67 análisis de rentabilidad_____	151
Tabla 68 Periodo de recuperación económica_____	152
Tabla 69 Análisis de VAN, TIR y B/C _____	153

RESUMEN

El proyecto desarrollado comprende la evaluación de mantenimiento actual de la Empresa TECNOLDHER, donde podemos desarrollar los componentes críticos, implementando un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, de modo que obtendremos una disponibilidad mayor según la evaluación inicial y la reducción de costos en los mantenimientos correctivos. Nuestra investigación se ha enfocado en una estadística descriptiva, que nos permite trabajar con distribución de frecuencias, tendencias, y análisis de las fallas, como método matemático permite analizar la concepción de las variables. Además, utilizaremos auditorías de mantenimiento, procedimientos, formatos de control de los equipos, se tendrá una muestra de los equipos más críticos como tractores y excavadoras. En nuestros resultados encontramos un 79% de disponibilidad inicial mediante la implantación del mantenimiento centrado en confiabilidad aumentará un 12 %, además identificamos el motor y bomba hidráulica como los componentes más críticos analizando los modos de falla y su control de cada uno, se dispondrá de un plan de mantenimiento donde podemos describir las frecuencias, repuestos y control de fallas, procedimientos de mantenimiento según propuesta establecida. Al implantar esta metodología será reflejado en el ahorro económico de los mantenimientos, mayor disponibilidad, aumentar la vida útil de cada equipo y componente, de esta forma se plantea y se recomienda cumplir con las auditorías, evaluación de fallas críticas, análisis de aceite donde podemos identificar una falla temprana. Para lo que fue planteado nuestro proyecto.

Palabras claves: Plan de Mantenimiento, confiabilidad, disponibilidad, maquinaria pesada.

ABSTRACT

The project developed I understand the current maintenance assessment of the TECNOLDHER Company, where we can develop the critical components, implementing a maintenance plan focused on reliability, so that we will obtain a greater availability according to the initial evaluation and the reduction of costs in corrective maintenance. Our research has focused on a descriptive statistic, which allows us to work with frequency distribution, trends, and analysis of faults, as a mathematical method allows analyzing the conception of variables. In addition, we will use maintenance audits, procedures, equipment control formats, a sample of the most critical equipment such as tractors and excavators. In our results, we found a 79% initial availability through the implementation of maintenance focused on reliability will increase by 12%, we also identified the engine and hydraulic pump as the most critical components analyzing the failure modes and their control of each, will be available A maintenance bread where we can describe the frequencies, spare parts and control of failures, maintenance procedures according to established proposal. When implementing this methodology will be reflected in the economic savings of the maintenance, greater availability, increase the useful life of each equipment and component, this way it is proposed and recommended to comply with the audits, evaluation of critical faults, oil analysis where we can identify an early failure. For what was proposed our project.

KEY WORDS: Maintenance plan, reliability, availability, heavy machinery.