



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SIMULADOR DE  
MAQUINARIA PESADA CATERPILLAR DE FERREYROS S.A.,  
CALLAO, 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

CHAPOÑAN SEMINARIO FERNANDO MARTIN

ASESOR:

MGTR. RODRÍGUEZ ALEGRE LINO ROLANDO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ  
2017

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermana y sobrino por ser las personas que me apoyan e inspiran a superarme día a día, además de su incondicional amor.

Con afecto a los profesores de la universidad y jefaturas de mi empresa que me ayudaron en mi formación profesionalmente, además de los buenos valores inculcados.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis asesores por todo el apoyo brindado y por sus conocimientos en el desarrollo de mi proyecto de investigación.

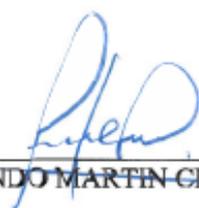
Un agradecimiento especial a la empresa Ferreyros S.A. que me permitieron y brindaron las facilidades del caso para poder desarrollar mi proyecto de investigación.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Fernando Martín Chapoñan Seminario con DNI N 42453687, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que presento es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que toda la información presentada en esta tesis es auténtica y veraz. Por consiguiente asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Junio 2018



FERNANDO MARTÍN CHAPOÑAN SEMINARIO

DNI: 42453687

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de Ferreyros S.A., Callao, 2017, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

**Fernando Martin Chapoñan Seminario**

## **GENERALIDADES**

### **Título**

Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de Ferreyros S.A., Callao.2017.

### **Autor**

Chapoñan Seminario, Fernando Martín

### **Asesor**

Mg.Rodríguez Alegre, Lino Rolando

### **Tipo de Investigación**

Tipo de Investigación: Aplicada

Diseño de Investigación: Cuasi Experimental

### **Línea de Investigación**

Gestión Empresarial y Productiva

### **Localidad**

Lima, Perú

### **Ubicación de la empresa**

Av. Argentina 5799 Carmen de la Legua – Callao

### **Duración de la Investigación**

Fecha de Inicio : 01 de Junio 2017

Fecha de culminación: 30 de Junio 2018

# ÍNDICE

## GENERALIDADES

Página del Jurado

Dedicatoria

Agradecimiento

Declaración de Autenticidad

Presentación

Resumen

Abstract

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Realidad Problemática</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Trabajos Previos</b>	<b>16</b>
1.2.1 Internacionales	16
1.2.2 Nacionales	20
<b>1.3 Teorías Relacionadas al tema</b>	<b>24</b>
1.3.1.3 Introducción al Mantenimiento Preventivo	24
1.3.1.4 Elementos del Mantenimiento Planeado	24
1.3.1.5 Modelos de Inspección	25
1.3.1.6 Mantenimiento Preventivo Imperfecto	25
1.3.1.7 Modelo de Tiempo de demora	26
1.3.1 Variable Independiente`	28
1.3.1.2 Dimensiones del Mantenimiento	28
1.3.2 Variable Dependiente	29
1.3.2.1 Productividad	29
1.3.2.2 Dimensiones de la Productividad	30
1.3.2.3 Tipos de Productividad	32
1.3.2.4 Introducción a la Productividad	33

1.3.2.5 Aspectos de la Productividad	34
1.3.2.7 Como se mide la Productividad	36
1.3.2.8 Índice de la Productividad Total	38
1.3.2.9 Índice de la Productividad Parcial	39
<b>1.4 Formulación del Problema</b>	<b>40</b>
1.4.1 Problema General	40
1.4.2 Problemas específicos	40
<b>1.5 Justificación del Estudio</b>	<b>41</b>
1.5.1 Justificación Económica	41
1.5.2 Justificación Metodológica	41
1.5.3 Justificación Social	41
<b>1.6 Hipótesis</b>	<b>42</b>
1.6.1 Hipótesis General	42
1.6.2 Hipótesis Específicos	42
<b>1.7 Objetivos</b>	<b>42</b>
1.7.1 Objetivo General	42
1.7.2 Objetivo Especifico	42
<b>II. MÉTODO</b>	<b>44</b>
<b>2.1 Tipo y Diseño de Investigación</b>	<b>45</b>
2.1.1 Tipo de Investigación	45
2.1.2 Diseño de Investigación	46
<b>2.2 Operacionalización de las Variables</b>	<b>47</b>
2.2.1 Definición Conceptual	47
2.2.2 Definición Operacional	47
2.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables	49
<b>2.3 Población, Muestra y Muestreo</b>	<b>50</b>
2.3.1 Población	50
2.3.2 Muestra	50

2.3.3 Muestreo	50
2.3.4 Unidad de análisis	50
<b>2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b>	<b>50</b>
2.4.1 Técnicas	50
2.4.2 Instrumento de recolección de datos	51
2.4.3 Validez	52
2.4.4 Confiabilidad	52
<b>2.5 Métodos de Análisis de Datos</b>	<b>52</b>
2.5.1 Análisis Descriptivo	53
2.5.2 Análisis Inferencial	53
<b>2.6 Aspectos Éticos</b>	<b>54</b>
<b>2.7 Desarrollo de la Propuesta</b>	<b>54</b>
2.7.1 Diagnóstico de la Situación Actual	54
2.7.2 Propuesta de Mejora	67
2.7.3 Implementación de la Propuesta	70
2.7.4 Resultados después de la mejora	84
2.7.5 Análisis Económico Financiero	89
<b>III.RESULTADOS</b>	<b>92</b>
<b>3.1 Del Análisis Descriptivo</b>	<b>93</b>
3.1.1. Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo	93
3.1.2. Variable Dependiente: Productividad	96
<b>3.2 Del Análisis Inferencial</b>	<b>100</b>
3.2.1. Análisis de la Hipótesis General	100
3.2.2. Análisis de la Hipótesis Específica	103
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	<b>110</b>
<b>V. CONCLUSIÓN</b>	<b>113</b>

<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>115</b>
<b>VII. REFERENCIAS</b>	<b>117</b>
<b>LIBROS IMPRESOS</b>	<b>118</b>
<b>LIBROS EN LÍNEA</b>	<b>119</b>
<b>TESIS</b>	<b>120</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>122</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Producción mundial de los principales metales	2
Cuadro 2: Producción minera en el Perú	3
Cuadro 3: Matriz de Correlación	11
Cuadro 4: Cuadro de Frecuencias	12
Cuadro 5: Estratificación de las causas por Áreas	13
Cuadro 6: Alternativas de Solución	15
Cuadro 7: Matriz de priorización de las causas a resolver	15
Cuadro 8: Interrelación de Factores	35
Cuadro 9: Juicio de Expertos	52
Cuadro 10: Cuadro de producción actual de capacitaciones del simulador de maquinaria pesada Caterpillar	63
Cuadro 11: Medición de la Variable Dependiente – Productividad Antes de la Mejora	65
Cuadro 12: Medición de la Variable Independiente – Disponibilidad y Confiabilidad Antes de la Mejora	66
Cuadro 13: Diagrama de Gantt – Cronograma de Ejecución Enero-Marzo	69
Cuadro 14: Presupuesto	70
Cuadro 15: Inventario de repuestos	72
Cuadro 16: Ficha Técnica del Simulador	73
Cuadro 17: Stock de repuestos según condiciones de uso y categorías	74
Cuadro 18: Costos de Stock de Repuestos, materiales e insumos	75
Cuadro 19: Herramientas a usar	76
Cuadro 20: Frecuencia de las Operaciones de Mantenimiento	77
Cuadro 21: Cronograma y Programa del Mantenimiento Preventivo del Simulador	78

Cuadro 22: Syllabus de la Capacitación	81
Cuadro 23: Registro de Trabajo	82
Cuadro 24: Registro de Mantenimiento	83
Cuadro 25: Medición de la Variable Dependiente – Productividad Después de la mejora	84
Cuadro 26: Medición de la Variable Independiente – Disponibilidad y Confiabilidad después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo	86
Cuadro 27: Resumen Pre y Post test	87
Cuadro 28: Prueba del Pre y Post test	87
Cuadro 29: Costo de Implementación	90
Cuadro 30: Beneficio de Implementación	90
Cuadro 31: Beneficio – Costo	91
Cuadro 32: Comparación de Porcentajes Disponibilidad	93
Cuadro 33: Comparación de Porcentajes Disponibilidad	94
Cuadro 34: Comparación de Porcentajes Confiabilidad	95
Cuadro 35: Comparación de Porcentajes Confiabilidad	95
Cuadro 36: Comparación Productividad antes y después de la mejora	96
Cuadro 37: Comparación de Porcentajes de Porcentajes Productividad	96
Cuadro 37: Comparación de Porcentajes Eficiencia	98
Cuadro 38: Comparación de Porcentajes Eficiencia	98
Cuadro 39: Comparación de Porcentajes Eficacia	99
Cuadro 40: Comparación de Porcentajes Eficacia	100
Cuadro 41: Prueba de Normalidad de Productividad con Shapiro Wilk	101

Cuadro 42: Prueba de Hipótesis General con T STUDENT	102
Cuadro 43: Análisis de p valor de la productividad antes y después con T STUDENT	103
Cuadro 44: Prueba de Normalidad de Eficacia con Shapiro Wilk	104
Cuadro 45: Prueba de la primera hipótesis específica – Eficacia con T STUDENT	105
Cuadro 46: Análisis de p valor de la Eficacia antes y después de T STUDENT	106
Cuadro 47: Prueba de Normalidad de Eficiencia con Shapiro Wilk	107
Cuadro 48: Prueba de la primera hipótesis específica – Eficiencia con T STUDENT	108
Cuadro 49: Análisis de p valor de la Eficiencia antes y después de T STUDENT	109

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Crecimiento de la Producción Mundial de Metales (%)	2
Gráfico 2: Inversión Minera en el Perú	4
Gráfico 3: Porcentaje de Exportaciones Nacionales	5
Gráfico 4: Porcentaje de Exportaciones Mineras por producto	5
Gráfico 5 : Reporte Minería – 2015 al mes de Agosto 2017	6
Gráfico 6: Simulador de Maquinaria Pesada Caterpillar	8
Gráfico 7: Diagrama de Ishikawa	9
Gráfico 8: Diagrama de Pareto	12
Gráfico 9: Diagrama de Estratificación	14
Gráfico 10: Subsidiaras de Ferreyrcorp	55
Gráfico 11: Productos de Subsidiaras de Ferreyrcorp	56
Gráfico 12: Sucursales y Operaciones Ferreyros	56
Gráfico 13: Principales Clientes	57
Gráfico 14: Directorio	58
Gráfico 15: Organigrama de Recursos Humanos	58
Gráfico 16: Organigrama Capacitación Operadores	59
Gráfico 17: Simulador de Maquinaria Pesada Caterpillar	60
Gráfico 18: Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP)	61
Gráfico 19: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)	62
Gráfico 20: Producción semanal actual de capacitaciones del simulador de maquinaria pesada Caterpillar	64
Gráfico 21: Productividad antes de la aplicación del MP	65
Gráfico 22: Disponibilidad y Confiabilidad antes de la aplicación del MP	67
Gráfico 23: Codificación del Simulador	67
Gráfico 24: Gráfico de la Productividad después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo	71

Gráfico 25: Gráfico de Disponibilidad y Confiabilidad después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo	85
Gráfico 26: Gráfico de Productividad antes y después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo	86
Gráfico 27: Gráfico de Disponibilidad antes y después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo	88
Gráfico 28: Gráfico de Confiabilidad antes y después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo	88
Gráfico 29: Gráfico de Promedio en Porcentajes de Productividad	89
Gráfico 30: Gráfico de Promedio en Porcentajes de Eficiencia	94
Gráfico 31: Gráfico de Promedio en Porcentajes de Eficacia	95
Gráfico 32: Gráfico de Promedio en Porcentajes de Disponibilidad	97
Gráfico 33: Gráfico de Promedio en Porcentajes de Confiabilidad	99

## RESUMEN

La presente tesis denominada “Aplicación del Mantenimiento Preventivo para mejorar la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de Ferreyros S.A., Callao, 2017”, tiene como objetivo ,el determinar cómo aplicando mantenimiento preventivo mejora la productividad del simulador de maquinaria pesada Caterpillar de la empresa Ferreyros S.A., Callao , 2017 . El diseño de la tesis es cuasi – experimental de tipo aplicada, ya que busca confrontar la parte teórica con la realidad. La población está conformada por los números de servicio de capacitación por semana del simulador de maquinaria pesada Caterpillar, para la muestra se obtuvo datos durante 12 semanas en el período de enero y junio del 2018, analizados antes y después de la aplicación de mantenimiento preventivo . La técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la observación y el instrumento los informes de capacitaciones mensual con la finalidad de recoger datos de las dimensiones de las variables. Para el análisis de los datos se utilizó Microsoft Excel y Microsoft Word y estos fueron analizados en SPSS V.23, de manera descriptivo e inferencial con lo cual se utilizó tablas, figuras de barra. Por último se concluye la mejora de la productividad en 16%, así como su incremento en el cumplimiento de la ejecución del programa de mantenimiento y la disminución de paradas.

Palabras Clave: Mantenimiento preventivo, Productividad.

## **ABSTRACT**

This thesis called "Application of Preventive Maintenance to improve the productivity of Caterpillar heavy machinery simulator of Ferreyros SA, Callao, 2017", aims to determine how applying preventive maintenance improves the productivity of the Caterpillar heavy machinery simulator of the company Ferreyros SA, Callao, 2017. The design of the thesis is quasi - experimental of applied type, since it seeks to confront the theoretical part with reality. The population is made up of the training service numbers per week of the Caterpillar heavy machinery simulator, for the sample data was obtained during 12 weeks in the period of January and June of 2018, analyzed before and after the application of preventive maintenance. The technique used for the data collection was the observation and the instrument the monthly training reports in order to collect data on the dimensions of the variables. For the analysis of the data, Microsoft Excel and Microsoft Word were used and these were analyzed in SPSS V.23, in a descriptive and inferential manner, using tables, bar figures. Finally, the improvement in productivity by 16% is concluded, as well as its increase in compliance with the execution of the maintenance program and the decrease in stops.

Keywords: Preventive maintenance, Productivity.

## ANEXO 19

### ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **LNÓ ROLANDO RÓDRIGUEZ ALEGRE**, Responsable de Investigación del PFA de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, verifiqué que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL SIMULADOR DE MAQUINARIA PESADA CATERPILLAR DE FERREYROS S.A., CALLAO, 2017", del estudiante **CHAPONAN SEMINARIO FERNANDO**; tiene un índice de similitud de 22 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 24 junio del 2018



**Mg. Uno Rolando Rodríguez Alegre**  
Docente Asesor del PFA  
de la EP de Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------