



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la  
productividad del proceso de mantenimiento de múltiple de  
escape en la empresa Komatsu Mitsui - Lima, Callao, 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Industrial**

**AUTOR:**

Toribio Flores, Johel Caleb (ORCID: 0000-0002-0070-5217)

**ASESOR:**

Mg. Zeña Ramos, José La Rosa (ORCID: 0000-0001-7954-6783)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Producción

LIMA - PERÚ

2020

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la sabiduría para alcanzar terminar el informe de investigación.

A mis padres Raúl y Faustina por todo su apoyo en mi etapa universitaria, a mis hermanos que siempre me brindan su apoyo moral.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios en primer lugar por darme la vida todos los días.

Al Sr. Luis Lezcano Supervisor de Calidad por su apoyo en las horas invertidas para que este informe de investigación sea posible y a mi familia que me apoya en todo momento

## ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE GRAFICOS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>23</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>35</b>
3.1. Diseño de investigación	36
3.2. Variables, Operacionalización	37
3.3. Población y Muestra	40
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	41
3.5. Procedimientos.	43
3.6. Método de Análisis de datos	117
3.7. Aspectos éticos	117
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>118</b>
4.1. Análisis Descriptivo	119
4.2. Análisis Inferencial:	127
4.3. Prueba de normalidad de los indicadores:	128
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>134</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>139</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>141</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>143</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	<b>148</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

- TABLA N°1 - Equipos que la compañía vende
- TABLA N°2 - División de los trabajos de mantenimiento
- TABLA N°3 - Información y dimensiones de la zona de mantenimiento.
- TABLA N°4 - Registro de toma de tiempos. Pre test.
- TABLA N°5 - Calculo del número de muestra. Pre test
- TABLA N°6 - Calculo del prom. del TO según tamaño de muestra. Pre test.
- TABLA N°7 - Calculo del tiempo estándar. Pre test.
- TABLA N°8 - Calculo de la Capacidad instalada. Pre test.
- TABLA N°9 - Calculo de las unidades planificadas. Pre test.
- TABLA N°10 - Tiempo Estándar. Pre test.
- TABLA N°11 - Calculo productividad mes de setiembre. Pre test.
- TABLA N°12 - Calculo productividad mes de octubre. Pre test.
- TABLA N°13 - Calculo productividad mes de noviembre. Pre test.
- TABLA N°14 - DAP del mantenimiento de múltiples de escape.
- TABLA N°15 - Resumen de los DAP PRE.TEST
- TABLA N°16 - Metros Recorrido en el mes de octubre
- TABLA N°17 - Minutos Recorrido en el mes de octubre
- TABLA N°18 - Registro de trabajos reprocesados
- TABLA N°19 - Horas de Capacitaciones
- TABLA N°20 - Auditoría 5"S" de la zona de mantenimiento del mes de Setiembre
- TABLA N°21 - Auditoría 5"S" de la zona de mantenimiento del mes de Octubre
- TABLA N°22 - Auditoría 5"S" de la zona de mantenimiento del mes de Noviembre
- TABLA N°23 - Resumen de la auditoria Cruzada en el área de mantto.
- TABLA N°24 - Diagrama Gantt (setiembre 2019 – JUNIO 2020)
- TABLA N°25 - Paso para el plan de mejora.
- TABLA N°26 - Recursos Económicos
- TABLA N°27 - Presupuesto Total
- TABLA N°28 - Identificación del cuello de botella
- TABLA N°29 - Actividades que no agregan Valor para examinar.
- TABLA N°30 - Desarrollo en base a preguntas
- TABLA N°31 - Desarrollo en base a preguntas – busca de mejora
- TABLA N°32 - Etapa 5 "S" – Seguimiento – Auditoria anterior

TABLA N°33 - Etapa 5 “S” – Seguimiento – Auditoria Nueva

TABLA N°34 - DAP propuesto (Post Test)

TABLA N°35 - Toma de tiempo durante 30 días del 01 de Febrero al 07 de Marzo del 2020

TABLA N°36 - Tamaño de muestra (POST - TEST)

TABLA N°37 - Calculo del tamaño de muestra (POST - TEST)

TABLA N°38 - Tiempo Estándar (POST - TEST)

TABLA N°39 - Capacidad Instalada (POST – TEST)

TABLA N°40 - Unidades Programadas (POST – TEST)

TABLA N°41 - Meses Tomado para comparación

TABLA N°42 - DAP. Post test

TABLA N°43 - Índice de Actividades Pre y post

TABLA N°44 - Horas de capacitación (Post-test)

TABLA N°45 - Reprocesos del área de mantto (Post-test)

TABLA N°46 - Auditoria de las 5 “S” (Post-Test)

TABLA N°47 - Recorrido improductivos pre test

TABLA N°48 - Recorrido improductivos post test

TABLA N°49 - Tiempos improductivos pre test

TABLA N°50 - Tiempos improductivos post test

TABLA N°51 - Estimación de productividad marzo – POST TEST

TABLA N°52 - Estimación de productividad abril – POST TEST

TABLA N°53 - Estimación de productividad mayo – POST TEST

TABLA N°54 - Productividad pre test y post test

TABLA N°55 - Tiempo estándar y cap. Trabajo - pre test y post test

TABLA N°56 - Costo de Producción PRE TEST

TABLA N°57 - Costo de Producción POST TEST

TABLA N°58 - Costo de producción

TABLA N°59 - Tasa efectiva anual

TABLA N°60 - Ahorros del costo de producción.

TABLA N°61 - Valor Actual Neto

TABLA N°62 - Tasa de Interés de Retorno

TABLA N°63 - Costo / Beneficio

TABLA N°64 - Productividad pre y post test

TABLA N°65 - Análisis descriptivo - Productividad pre y post test  
TABLA N°66 - Eficiencia pre y post test  
TABLA N°67 - Eficiencia pre y post test – Análisis descriptivo.  
TABLA N°68 - Eficacia pre y post test.  
TABLA N°69 - Eficacia pre y post test – Análisis descriptivo.  
TABLA N°70 - Estudio de Métodos – pre y post test.  
TABLA N°71 - Índice de Actividades que Agregan Valor  
TABLA N°72 - Tipos de muestra  
TABLA N°73 - Prueba de normalidad – productividad  
TABLA N°74 - Selección del estadígrafo  
TABLA N°75 - Estadísticos descriptivos – productividad.  
TABLA N°76 - Contrastación de hipótesis general con la ruta Wilcoxon.  
TABLA N°77 - Prueba de la normalidad de la eficiencia  
TABLA N°78 - Contrastación de hipótesis específica 1 con la ruta Wilcoxon  
TABLA N°79 - Contrastación de hipótesis específica  
TABLA N°80 - Prueba de la normalidad de la eficacia  
TABLA N°81 - Contrastación de hipótesis específica 2 con la ruta Wilcoxon  
TABLA N°82 - Contrastación de hipótesis específica.

## ÍNDICE DE GRAFICOS

- GRAFICO N°1 - Fabricación y mantenimiento de maquinaria pesada
- GRAFICO N°2 - Diagrama de Ishikawa en el Área
- GRAFICO N°3 - Diagrama Pareto de dificultades
- GRAFICO N°4 - Diagrama de estratificación.
- GRAFICO N°5 - Esquema del Estudio del Trabajo.
- GRAFICO N°6 - Modelo del Diagrama de Operaciones del Proceso
- GRAFICO N°7 - Ejemplo del Diagrama de Actividades del Proceso
- GRAFICO N°8 - Medición del tiempo
- GRAFICO N°9 - Proceso de producción
- GRAFICO N°10 - Factores de la productividad
- GRAFICO N°11 - Estructura de las horas de trabajo
- GRAFICO N°12 - Diferencia entre eficacia y eficiencia
- GRAFICO N°13 - Área de mantenimiento Periodo 2019 - I
- GRAFICO N°14 - Ubicación de Komatsu Mitsui.
- GRAFICO N°15 - Organigrama Jerárquica de KMMP
- GRAFICO N°16 - Organigrama jerárquica de Cadena de Suministros de KMMP.
- GRAFICO N°17 - Mapeo del proceso de mantenimiento de componentes y respuestos.
- GRAFICO N°18 - Diagrama de Operaciones del proceso
- GRAFICO N°19 - Diagrama de flujo del mantenimiento periodo 2019.
- GRAFICO N°20 - Diagrama de recorrido antes de la propuesta
- GRAFICO N°21 - Metros Recorrido en el mes de octubre
- GRAFICO N°22 - Minutos Recorrido en el mes de octubre
- GRAFICO N°23 - % de trabajos reprocesados en el periodo 2019
- GRAFICO N°24 - Desorden en la zona de mantenimiento
- GRAFICO N°25 - Resumen de la auditoria de las 5S
- GRAFICO N°26 - Proceso de Pintado.
- GRAFICO N°27 - ampliación de la zona de Pintura.
- GRAFICO N°28 - Orden de las herramientas e insumos
- GRAFICO N°29 - Orden de las herramientas e insumos
- GRAFICO N°30 - Ubicación de Insumos
- GRAFICO N°31 - Concientización del Personal.

GRAFICO N°32 - Etapa 5 "S" - Seleccionar  
GRAFICO N°33 - Etapa 5 "S" - Ordenar  
GRAFICO N°34 - Etapa 5 "S" - Limpieza  
GRAFICO N°35 - Etapa 5 "S" - Estandarizar  
GRAFICO N°36 - Diagrama de recorrido Propuesto  
GRAFICO N°37 - Índice de Actividades por cada mes  
GRAFICO N°38 - Índice de Capacitaciones (Post-test)  
GRAFICO N°39 - Resultados de aplicación de la Auditoria de las 5 "S" (Post-Test)  
GRAFICO N°40 - Comparativo del pre test y post test  
GRAFICO N°41 - Tiempo estándar y capacidad de trabajo mejorado  
GRAFICO N°42 - Comparación del costo unitario del proceso de mantto de la múltiple de escape.

## INDICE DE ANEXOS

- ANEXO N°1 - Declaración de autenticidad del autor
- ANEXO N°2 - Declaratoria de autenticidad del Asesor.
- ANEXO N°3 - Matriz de coherencia
- ANEXO N°4 - Formato de registro de capacitaciones.
- ANEXO N°5 - Formato de Toma de tiempos
- ANEXO N°6 - Toma de Tiempos 2019 – Pre test 1
- ANEXO N°7 - Toma de Tiempos 2019 – Pre test 2
- ANEXO N°8 - Toma de Tiempos 2019 – Pre test 3
- ANEXO N°9 - Toma de Tiempos 2020 – post test 1
- ANEXO N°10 - Toma de Tiempos 2020 – post test 2
- ANEXO N°11 - Toma de Tiempos 2020 – post test 3
- ANEXO N°12 - Check List BPA – Setiembre 2019
- ANEXO N°13 - Check List BPA – Octubre 2019
- ANEXO N°14 - Check List BPA – Noviembre 2019
- ANEXO N°15 - Check List BPA – Marzo 2020
- ANEXO N°16 - Check List BPA – Abril 2020
- ANEXO N°17 - Check List BPA – Mayo 2020
- ANEXO N°18 - Capacitación personal 1
- ANEXO N°19 - Capacitación personal 2
- ANEXO N°20 - Capacitación personal 3
- ANEXO N°21 - Capacitación personal 4
- ANEXO N°22 - Capacitación personal 5
- ANEXO N°23 - Capacitación personal 6
- ANEXO N°24 - Capacitación personal 7
- ANEXO N°25 - Capacitación personal 8
- ANEXO N°26 - Compañías que fabrican y realizan mantenimiento de maquinaria.
- ANEXO N°27 - Fabricación y mantenimiento de maquinaria pesada
- ANEXO N°28 - Condición de la compañía desde Enero a Agosto - 2019.
- ANEXO N°29 - Diagrama de Ishikawa en el área de mantenimiento
- ANEXO N°30 - Matriz Relacional de las causas encontradas
- ANEXO N°31 - Cantidad de sucesos de causas halladas

ANEXO N°32 - Diagrama Pareto de dificultades  
ANEXO N°33 - Estratificación de las causas.  
ANEXO N°34 - Estratificación  
ANEXO N°35 - Diagrama de estratificación.  
ANEXO N°36 - Solución en base a alternativas  
ANEXO N°37 - Esquema del Estudio del Trabajo  
ANEXO N°38 - Técnicas de la Ingeniería de Métodos y Tiempos  
ANEXO N°39 - Simbología del diagrama de Operaciones  
ANEXO N°40 - Modelo del Diagrama de Operaciones.  
ANEXO N°41 - Símbolos del Diagrama de Actividades del Proceso  
ANEXO N°42 - Ejemplo del Diagrama de Actividades del Proceso  
ANEXO N°43 - Medición del tiempo  
ANEXO N°44 - Proceso de producción  
ANEXO N°45 - Factores de productividad  
ANEXO N°46 - Estructura de las horas de trabajo  
ANEXO N°47 - Eficiencia vs eficacia  
ANEXO N°48 - Matriz de coherencia  
ANEXO N°49 - Diagrama Gantt (setiembre – Diciembre)  
ANEXO N°50 - Auditorias antes  
ANEXO N°51 - Auditorias después  
ANEXO N°52 - Área de mantenimiento pre test.  
ANEXO N°53 - Área de mantenimiento post test  
ANEXO N°54 - Foto ampliación del área de Pintura  
ANEXO N°55 - Orden de las herramientas  
ANEXO N°56 - Orden y limpieza del área de mantenimiento.  
ANEXO N°57 - Reubicación de los insumos químicos  
ANEXO N°58 - Capacitación al personal del área de mantenimiento.  
ANEXO N°59 - Certificado de calibración de cronómetro  
ANEXO N°60 - Base de datos genera de la producción de múltiple de escape  
ANEXO N°61 - Turnitin – Análisis de coincidencia  
ANEXO N°62 - Firma de juicio de expertos 1  
ANEXO N°63 - Firma de juicio de expertos 2  
ANEXO N°64 - Firma de juicio de expertos 3

## RESUMEN

El presente informe de investigación apuntó como neutral jefe evaluar de qué forma la persistencia de ingeniería de métodos ayudará la productividad en el proceso de mantenimiento de múltiple de escape en la empresa Komatsu Mitsui S.A – 2020; para poder llegar al objetivo trazado fue necesario reducir los tiempo de proceso de múltiple de escape, de la misma manera también reducir los recorridos innecesarios, es por este sentido que fue necesario determinar la mejora de la productividad, para ello se tuvo que realizar tomas de tiempo en un antes y un después para luego examinar un comparativo desde el pre test hasta el post test. Todos los análisis tomados se manejó con un reporte de 78 muestras de producción en el proceso de mantenimiento de múltiple de escape , estableciendo la muestra del modelo de censo, que explica que los datos de la muestra en base a la cantidad será de la misma manera que la población, como lo conocemos un muestreo intencional – no probabilístico sin grupo de control; esto nos ayudar a poder tener claro como la productividad con la misma capacidad de datos de la muestra y de la misma manera también de las horas hombre que fueron netamente programados para obtener una producción. Todas la herramientas de la ingeniería de métodos fueron establecidas sin tener ninguna objeción y en base todo ellos los resultados obtenidos que concluyen que la productividad en la zona de mantenimiento tuvo resultados exitosos.

Para finalizar todos estos datos fueron ingresados en el software estadístico spss 25 para poder ver las probabilidades y poder desestimar la hipótesis nula y dar la aceptación a la hipótesis del autor en el presente informe de investigación.

**Palabras clave:** Ingeniería de métodos, productividad, eficiencia, eficacia.



## **ABSTRAC**

The present investigation report pointed out as chief neutral to evaluate how the persistence of methods engineer will help the productivity in the maintenance process of exhaust manifolds in the company Komatsu Mitsui S.A - 2020; In order to reach the plotted objective, it was necessary to reduce the exhaust manifold process time, in the same way also reduce unnecessary trips, which is why it was necessary to determine the improvement in productivity. time before and after to then examine a comparative from pre-test to post-test. All the analyzes taken were managed with a report of 78 production samples in the exhaust manifold maintenance process, establishing the sample of the census model, which explains that the sample data based on the quantity will be the same way. that the population, as we know it, is an intentional - non-probability sampling without a control group; This will help us to be clear about the productivity with the same data capacity of the sample and in the same way also of the man hours that were clearly programmed to obtain a production. All the methods engineering tools were established without any objection and based on all of them the results obtained that conclude that productivity in the maintenance area had successful results.

To finalize all these data, they were entered into the statistical software spss 25 to be able to see the probabilities and to be able to reject the null hypothesis and give acceptance to the author's hypothesis in this research report.

**Keywords:** Method engineering, productivity, efficiency, effectiveness.



**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ZEÑA RAMOS JOSE LA ROSA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE MÚLTIPLE DE ESCAPE EN LA EMPRESA KOMATSU MITSUI - LIMA, CALLAO, 2020", del (los) autor (autores) TORIBIO FLORES JOHEL CALEB, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido 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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 29 de julio de 2020

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ZEÑA RAMOS JOSE LA ROSA <b>DNI:</b> 17533125 <b>ORCID</b> 0000-0001-7954-6783	Firmado digitalmente por: JOZENARAM el 30 Jul 2020 02:13:16