



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“MEJORA DEL PROCESO DE REVESTIMIENTO CON LA  
APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING EN LA FABRICACIÓN DE  
BUSES EN UNA EMPRESA METALMECANICA.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título  
profesional de:  
**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Jose Alberto Carhuaz Ricaldi

**Asesor:**

Mg. Ing. Teodoro Riega Zapata

Lima – Perú

2021

## Índice de Contenidos

<i>Dedicatoria</i>	2
<i>Agradecimiento</i>	3
<i>Índice de Contenidos</i>	4
<i>Índice de Figuras</i>	6
<i>Índice de Tablas</i>	8
<i>Resumen</i>	9
<i>Abstract</i>	10
<i>Capítulo 1. Introducción</i>	11
1.1. Realidad Problemática	11
1.2. Formulación Del Problema	15
1.2.1. Problemática General	15
1.2.2. Problemas Específicos	15
1.3. Justificación	15
1.3.1. Justificación teórica	15
1.3.2. Justificación práctica	16
1.4. Objetivos	16
1.4.1. Objetivo General	16
1.4.2. Objetivos Específicos	16
<i>Capítulo 2. Marco Teórico</i>	17
2.1. Antecedentes	17
2.1.1. Internacionales	17
2.1.2. Nacionales	18
2.2. Bases Teóricas	19
2.2.1. Definición de Proceso	19
2.2.2. Tipos de Procesos	20
2.2.3. Elementos del Procesos	20

2.2.4. <i>Mejora de Métodos</i>	21
2.2.5. <i>Estudio de Métodos</i>	21
2.2.6. <i>Herramientas utilizadas en la medición del proceso</i>	27
2.2.7. <i>Propósitos de costos y términos.</i>	35
2.2.8. <i>Definición de términos básicos</i>	37
<b>Capítulo 3. Desarrollo</b>	<b>41</b>
3.1. Desarrollo del objetivo 1	41
3.1.1. <i>Conceptualización y análisis de proceso</i>	41
3.1.2. <i>Situaciones que afectan el proceso de forrado</i>	45
3.1.3. <i>Análisis de los materiales e insumos que afectan el costo de fabricación del proceso de revestimiento.</i>	56
3.2. Desarrollo del objetivo 2	65
3.2.1. <i>Propuestas de mejora al proceso.</i>	65
3.2.2. <i>Materiales e insumos propuestos</i>	71
3.2.3. <i>Reducción de mermas</i>	72
3.2.4. <i>Aplicando las 5S</i>	73
3.3. Desarrollo del objetivo 3	82
3.3.1. <i>Cuadro de ventas anual de buses</i>	82
3.3.2. <i>Reducción de costos</i>	83
<b>Capítulo 4. Resultados</b>	<b>85</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>85</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>86</b>
<b>Referencias</b>	<b>87</b>
<b>Anexos</b>	<b>89</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b>	Localización geográfica de la empresa Motores Diesel Andinos (MODASA).....	15
<b>Figura 2.</b>	Criterios para seleccionar la labor a mejorar.....	22
<b>Figura 3.</b>	Diagrama de recorrido.....	24
<b>Figura 4.</b>	Pasos para Diagrama de Pareto .....	28
<b>Figura 5.</b>	Diagrama de Pareto .....	29
<b>Figura 6.</b>	Diagrama de Ishikawa.....	30
<b>Figura 7.</b>	Método tradicional en la toma de tiempos. ....	30
<b>Figura 8.</b>	<b>Factores WESRINGHOUSE</b> .....	32
<b>Figura 9.</b>	<b>Valoración.</b> .....	33
<b>Figura 10.</b>	Adaptación actualizada casa Toyota. ....	39
<b>Figura 11.</b>	Las 5S.....	40
<b>Figura 12.</b>	Diagrama Ishikawa.....	41
<b>Figura 13.</b>	Diagrama de Pareto .....	44
<b>Figura 14.</b>	Diagrama de recorrido actual .....	46
<b>Figura 15.</b>	Operario inspecciona estado de planchas.....	47
<b>Figura 16.</b>	Traslado de planchas a mesa de corte .....	48
<b>Figura 17.</b>	Materiales inservibles obstaculizando el área de trabajo. ....	48
<b>Figura 18.</b>	Desorden en zona de trabajo .....	49
<b>Figura 19.</b>	Armario de herramientas mal organizados.....	49
<b>Figura 20.</b>	Diagrama de Análisis de Procesos Actual de la empresa.....	55
<b>Figura 21.</b>	Distribución de piezas para 01 bus.....	60
<b>Figura 22.</b>	Distribución de piezas para 02 buses .....	61
<b>Figura 23.</b>	Distribución de piezas para 03 buses .....	62
<b>Figura 24.</b>	Diagrama de recorrido.....	65
<b>Figura 25.</b>	Proceso de Kanban de piezas habilitadas .....	66
<b>Figura 26.</b>	Racks para piezas habilitadas .....	66
<b>Figura 27.</b>	Diagrama de Análisis de Proceso propuesto en el forrado.....	70

<b>Figura 28.</b>	Distribución de piezas para 01 bus.....	73
<b>Figura 29.</b>	Charla de capacitación y sensibilización de 5S.....	74
<b>Figura 30.</b>	Tarjeta roja .....	74
<b>Figura 31.</b>	Procedimiento para ordenar las cosas según frecuencia de uso .....	75
<b>Figura 32.</b>	Comparativo armario de herramientas aplicando orden.....	75
<b>Figura 33.</b>	Comparativo caja de herramientas aplicando orden.....	76
<b>Figura 34.</b>	Colores de depósitos para residuos sólidos .....	77
<b>Figura 35.</b>	Depósitos para residuos sólidos .....	77
<b>Figura 36.</b>	Estándar para rótulos de cascos.....	78
<b>Figura 37.</b>	Estándar de rótulos para cascos y tapers de EPP.....	78
<b>Figura 38.</b>	Tableros para cascos y armario para tapers de EPP .....	79
<b>Figura 39.</b>	Código de colores para máquinas, pisos, dispositivos, mesas de trabajo y armario ...	79
<b>Figura 40.</b>	Pisos pintados según código de colores .....	80
<b>Figura 41.</b>	Panel de las 5S .....	81
<b>Figura 42.</b>	Hojas de verificación para auditoria mensual .....	81
<b>Figura 43.</b>	Comparativos de costos.....	83
<b>Figura 44.</b>	Porcentaje de reducción costos .....	84
<b>Figura 45.</b>	Ahorro anual según proyectado.....	84

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b>	Preguntas preliminares .....	25
<b>Tabla 2.</b>	Preguntas de fondo .....	26
<b>Tabla 3:</b>	Tabla cálculo de observaciones .....	31
<b>Tabla 4.</b>	Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos .....	34
<b>Tabla 5.</b>	Matriz de impacto de causas .....	43
<b>Tabla 6:</b>	Frecuencias de matriz de impacto .....	44
<b>Tabla 7.</b>	Cantidad de observaciones .....	51
<b>Tabla 8.</b>	Fórmulas para cálculo de tiempos .....	51
<b>Tabla 9.</b>	Determinación de suplementos .....	52
<b>Tabla 10.</b>	Factor de actuación.....	52
<b>Tabla 11.</b>	Tiempo estándar .....	53
<b>Tabla 12.</b>	Resumen proceso actual .....	55
<b>Tabla 13.</b>	Metraje .....	57
<b>Tabla 14:</b>	Insumos involucrados x Bus VTUG .....	58
<b>Tabla 15.</b>	Costo plancha composite.....	58
<b>Tabla 16.</b>	Resumen costo insumos y material actual.....	59
<b>Tabla 17.</b>	Modelo VTUG situación actual 01 bus .....	63
<b>Tabla 18.</b>	Modelo VTUG situación actual 02 bus .....	63
<b>Tabla 19.</b>	Modelo VTUG situación actual 03 bus .....	64
<b>Tabla 20.</b>	Cantidad de observaciones .....	67
<b>Tabla 21</b>	Tiempo estándar proceso mejorado.....	68
<b>Tabla 22.</b>	Resumen proceso mejorado .....	70
<b>Tabla 23.</b>	Parámetros e indicadores.....	71
<b>Tabla 24.</b>	Evaluación de parámetros para cambio de materiales.....	71
<b>Tabla 25.</b>	Modelo VTUG material:PI aluminio.....	73
<b>Tabla 26.</b>	Plan de limpieza .....	76
<b>Tabla 27.</b>	Proyección de ventas año 2022 .....	82
<b>Tabla 28.</b>	Resumen reducción de costos .....	83

## Resumen

La investigación que se presenta a continuación tiene como objetivo principal reducir los costos de fabricación para mejorar el proceso actual de revestimiento en la fabricación de un bus, para lo cual se utilizará herramientas de la metodología Lean Manufacturing, esta metodología tiene como fin eliminar los siguientes desperdicios: sobreproducción, tiempo de espera, producto defectuoso, sobre procesamiento, exceso de inventario, movimiento innecesario, transporte innecesario, conocimiento no utilizado, situaciones que no agregan valor al proceso, esta actividad se realiza en la estación 06 de la línea 01 del área de ensamble de estructuras de la empresa Modasa.

Entre las principales causas que nos da el análisis de la situación inicial, se puede mencionar falta de limpieza y orden, falta de tiempo estándar, como también alto porcentaje de mermas y elevados tiempos de transporte. Luego del diagnóstico inicial se procede a desarrollar un estudio de tiempos, plan para la implementación de las 5S, abastecimiento tipo Kanban, análisis para cambio de material, uso de software trutops boost para obtener lote óptimo de habilitado y reducción de la merma.

Además, se realizó una evaluación económica de la implementación, con la mejora propuesta la empresa obtendrá un beneficio económico de S/.148,021.05 nuevos soles al año.

### **Abstract**

The research presented below has as main objective reducing cost's manufacturing so it will be improve the current coating process in the bus's manufactures. Lean Manufacturing methodology will give tools to use; this methodology aims to eliminate the following waste: overproduction, waiting time, defective product, over processing, excess inventory, unnecessary movement, unnecessary transport, unused knowledge, situations that do not add value to the process. This activity take place in the station 06 of line 01 of the structure assembly area from Modasa Company.

The initial situation analysis gave main causes; we can mention lack of cleanliness and order, lack of standard time, as well as a high waste's percentage and long transport times. After the initial diagnosis, we proceed to develop a time study, a plan for the implementation of the 5S, a Kanban type supply, an analysis for material change, use of trutops boost software to obtain optimal batch of enabled and reduction of waste.

In addition, an economic evaluation of the implementation has been made, with the proposed improvement the company will obtain an economic benefit of S /.148,021.05 nuevos soles per year.



## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.**

## Referencias

- BONILLA, E. D. (2010). *Mejora Continua de los Procesos y Herramientas Tecnicas Primera Edicion*.  
Lima: Universidad De Lima.
- CAMISÓN, C. (2009). *La Gestion de la Calidad Por Procesos Tecnicas y Herramientas de la calidad material de enseñanza*. <http://www.mailxmail.com/curso-gestion-calidad-procesos-tecnicas-herramientas-calidad/tipos-procesos>: Consulta: 20 de octubre 2017.
- Chang, R. Y. (1996). *Mejora Continua de Procesos: Guia Practica para Mejorar Procesos y Lograr Resultados Medibles*. Barcelona: Ediciones Granica SA: Primera Edición.
- CHASE, R. A. (2000). *Administracion de Producción y Operaciones: Manufactura de Servicios octava edicion*. Colombia: Mc. Graw- Hill.
- DE LA CRUZ, J. (2008). *Gestión de Calidad Sistemas y Modelos (segunda parte) Material de Enseñanza*. <<http://www.mailxmail.com/curso-calidad-gestion/gestion-calidad-Procesos-Gestión-Calidad-clasificación>>: Consulta: 05 de septiembre 2011.
- DEMINO EDWARDS, W. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad*. Madrid: Diaz de Santos.
- DURAN, F. (2007). *Ingeniería de Metodos, Globalización: Tecnicas para el Manejo eEiciente en organizaciones Fabriles de servicios y Hospitalarios*.
- GARCIA, R. (2005). *Estudio del Trabajo, Ingeniería de metodos y Estudio de Tiempos 2da edicion*.  
Mc Graw Hill.
- GUAJARDO, E. (1996). *Administración de la Calidad Total: Conceptos y enseñanzas de los Grandes Maestros de la Calidad Segunda Edición*. Mexico D.F: Pax Mexico.
- HARGADON, B. y. (1994). *Contabilidad de Costos*. Norma.
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos,técnicas e implantación*.
- HORNGREN, C., & FOSTER, G. y. (1996). *Contabilidad de Costos*. Mexico: Prentice-All.
- JAMES, P. (1997). *Gestion de la Calidad Total Primera Edicion*. Madrid: Prentice Hall Iberia.
- KRAJEWSKI, L. R. (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de Valor octavo edición*. Mexico D.F.: Pearson Educación.

- MEYERS, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos de Manufactura Agil 2da edición*. Pearson Educación.
- Motores Diesel Andinos. (20 de Junio de 2021). *Motores Diesel Andinos*. Obtenido de Motores Diesel Andinos: <https://modasa.com.pe/nosotros/>
- NIEBEL, B., & FREIVALDS, A. (2009). *Ingenieria Industrial, Métodos, Estandares y diseño de Trabajo duodecima Edición*. Mc Graw hill.
- OIT. (1998). *Introducción al Estudio de Trabajo- segunda edición*.
- Perez, J. A. (2010). *Gestion por Procesos*. Madrid: ESIC: Cuarta Edición.
- POLIMENI, R., & FABOZZI, F. y. (1991). *contabilidad de Costos, conceptos y Aplicaciones para la Toma de Desiciones Gerenciales Segunda Edicion* . ms Graw-hill.
- SALAZAR, B. (2014). *Ingenieria de Métodos*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>.
- Socconini, L. (2014). *Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios*.
- SOSA, D. (1998). *Conceptos y Herramientas Para la Mejora Continua Primera Edición* . Mexico D.F: Limusa S.A. DE C.V Grupo Noriega Editores.
- TOVAR, A. y. (2007). *CPIMC: un modelo de administración por procesos primera edición*. Mexico:: Panorama Editorial.
- VILAR, J. F. (2005). *Control Estadístico de los Procesos (SPC). Primera Edición*. España: Fundación Confemetal.