



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“MEJORA DE PROCESOS EN LA MÁQUINA APLICADORA DE LINER DE TAPAS CORONAS EN LA EMPRESA PACKAGING PRODUCTS DEL PERÚ USANDO METODOLOGIA LEAN.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Ruth Lilibeth Leonardo Reynaldo

Asesor:

Mg. Ing. Michael Zelada García

Lima – Perú

2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Antecedentes	18
1.1.1. <i>Nombre de la empresa</i>	<i>18</i>
1.1.2. <i>Ubicación</i>	<i>18</i>
1.1.3. <i>Breve reseña de la empresa.....</i>	<i>18</i>
1.1.4. <i>Misión</i>	<i>18</i>
1.1.5. <i>Visión</i>	<i>18</i>
1.1.6. <i>Política de calidad, inocuidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente. 19</i>	<i>19</i>
1.1.7. <i>Objetivos de calidad, inocuidad, seguridad y salud ocupacional y medio ambiente.</i>	<i>20</i>
1.1.8. <i>Enfoque al cliente</i>	<i>21</i>
1.1.9. <i>Giro de negocio</i>	<i>21</i>
1.1.10. <i>Productos que fabrica.....</i>	<i>22</i>
1.1.11. <i>Organigrama.....</i>	<i>23</i>
1.1.12. <i>Interacción de procesos.....</i>	<i>24</i>
1.2. Realidad Problemática	25
1.3. Formulación del Problema	27
1.3.1. <i>Problema General.....</i>	<i>27</i>
1.3.2. <i>Problema Específico.....</i>	<i>27</i>
1.3.2.1. <i>Problema específico 01.....</i>	<i>27</i>
1.3.2.2. <i>Problema específico 02.....</i>	<i>27</i>
1.3.2.3. <i>Problema específico 03.....</i>	<i>27</i>
1.3.2.4. <i>Problema específico 04.....</i>	<i>27</i>
1.4. Justificación.....	28

1.4.1.	<i>Justificación Teórica</i>	28
1.4.2.	<i>Justificación Práctica</i>	28
1.4.3.	<i>Justificación Cuantitativa</i>	28
1.4.4.	<i>Justificación Académica</i>	28
1.5.	Objetivo	29
1.5.1.	<i>Objetivo General</i>	29
1.5.2.	<i>Objetivo Específico</i>	29
1.5.2.1.	<i>Objetivo específico 1</i>	29
1.5.2.2.	<i>Objetivo específico 2</i>	29
1.5.2.3.	<i>Objetivo específico 3</i>	29
1.5.2.4.	<i>Objetivo específico 4</i>	29
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO		30
2.1.	Estado del arte	30
2.2.	Conceptos teóricos 1	30
2.2.1.	<i>Lean</i>	30
2.2.2.	<i>Limitantes de la productividad</i>	30
2.2.2.1.	<i>Sobrecarga = Muri</i>	31
2.2.2.2.	<i>Variabilidad = Mura</i>	32
2.2.2.3.	<i>Desperdicio = Muda</i>	33
2.2.3.	<i>Análisis del modo y efecto de fallas – AMEF</i>	36
2.2.3.1.	<i>¿Para qué sirve el AMEF?</i>	36
2.2.3.2.	<i>Cuando usar el AMEF</i>	36
2.2.3.3.	<i>Procedimiento para un AMEF</i>	37
2.2.3.4.	<i>Crear los elementos y estructuras del sistema.</i>	38
2.2.3.5.	<i>Evaluación de riesgo</i>	38
2.2.3.6.	<i>Evaluación de riesgo</i>	39
2.2.3.7.	<i>Evaluación</i>	39
2.2.3.8.	<i>Emprender acciones preventivas, correctivas o de mejora.</i>	40
2.2.3.9.	<i>Beneficios y usos de AMEF</i>	40
2.3.	Conceptos teóricos 2	41
2.3.1.	<i>Fuentes de los defectos – Las 6M’s</i>	41
2.3.1.1.	<i>Materiales</i>	41
2.3.1.2.	<i>Mano de Obra</i>	41

2.3.1.3.	<i>Métodos</i>	41
2.3.1.4.	<i>Maquinaria</i>	41
2.3.1.5.	<i>Mediciones</i>	41
2.3.1.6.	<i>Medio Ambiente</i>	41
2.3.2.	<i>Diagrama de pescado - Ishikawa</i>	42
2.3.2.1.	<i>Procedimiento</i>	42
2.3.3.	<i>Diagrama de Pareto</i>	42
2.4.	Conceptos teóricos 3	43
2.4.1.	<i>Sistema de visión</i>	43
2.4.1.1.	<i>¿Qué es un sistema de visión?</i>	43
2.4.2.	<i>Componentes del sistema de visión</i>	44
2.4.2.1.	<i>Sensor de presencia</i>	44
2.4.2.2.	<i>Sensor de control descarte (opcional)</i>	44
2.4.2.3.	<i>Encoder</i>	45
2.4.2.4.	<i>La línea de Tracking</i>	45
2.4.2.5.	<i>El Iluminador</i>	45
2.4.2.6.	<i>La cámara de vídeo</i>	45
2.4.2.7.	<i>El dispositivo de descarte de las piezas</i>	45
2.4.3.	<i>Funcionamiento de la cámara</i>	47
2.4.3.1.	<i>Inspección</i>	47
2.4.3.2.	<i>Cómo funciona la inspección</i>	47
2.4.3.3.	<i>Interfaz de usuario</i>	48
2.5.	Conceptos teóricos 4	49
2.5.1.	<i>A prueba de errores Poka Yoke</i>	49
2.5.2.	<i>¿Para qué se implementa poka yoke?</i>	49
2.5.3.	<i>¿Cuándo Utilizar Poka Yoke?</i>	49
2.5.4.	<i>Poka – Yoke de Advertencia</i>	50
2.5.5.	<i>Poka – Yoke de Prevención</i>	50
2.6.	Definición de términos básicos	51
2.6.1.	<i>Tapa corona</i>	51
2.6.2.	<i>Tapa twist off</i>	51
2.6.3.	<i>Tapa Pry off</i>	51
2.6.4.	<i>Merma</i>	51

2.6.5.	Capacitación	51
2.6.6.	Aplicadora	51
2.6.7.	Sistema de control visual (CVS)	51
CAPÍTULO 3.	DESARROLLO	52
3.1.	Desarrollo el Objetivo 1	52
3.1.1.	Identificación de los procesos	52
3.1.1.1.	Recepción de hojalata	52
3.1.1.2.	Corte de bobina	53
3.1.1.3.	Litografía	54
3.1.1.4.	Curado	55
3.1.1.5.	Troquelado	55
3.1.1.6.	Aplicación de liner – máquinas enlainadora, aplicadoras, ensambladoras	56
3.1.1.7.	Empacado	57
3.1.2.	Proceso de máquina aplicadora de liner	57
3.1.2.1.	Ciclo automático	57
3.1.3.	Equipos que conformar la máquina PMC 250	59
3.1.4.	Funcionamiento de equipos de las máquinas aplicadora de liner	60
3.1.4.1.	Alimentador de tapas	60
3.1.4.2.	Extrusor	61
3.1.4.3.	Calentamiento por inducción	62
3.1.4.4.	Carrusel de dosificación	63
3.1.4.5.	Carrusel de formación	63
3.1.4.6.	Inspector mecánico de tapas corona.	64
3.1.4.7.	Tapa corona	66
3.1.4.8.	Especificaciones técnicas	67
3.1.5.	Diagrama de fabricación de tapas coronas	69
3.1.6.	Distribución de maquinaria del proceso de tapas coronas	70
3.1.7.	Capacidad teórica de la línea 7 – máquina PMC250	71
3.1.8.	Costo por millar de la tapa corona	71
3.1.9.	Reclamos de tapas corona 2014	72
3.1.10.	Reclamos de tapas corona 2015	73
3.1.11.	Principales defectos que terminaron en devolución de producto.	74
3.1.12.	Costo de la devolución por tipo de defecto	75

3.1.13.	<i>Costo de la devolución por mes</i>	75
3.1.14.	<i>Defectos encontrados en los productos no-conformes</i>	76
3.1.15.	<i>.Pareto de defectos encontrados en los productos no-conforme</i>	77
3.1.16.	<i>Producción y merma de máquina PMC250 -2013</i>	78
3.1.17.	<i>Producción y merma de máquina PMC250 -2014</i>	78
3.1.18.	<i>Producción y merma de máquina PMC250 -2015</i>	79
3.1.19.	<i>Costo del personal para el escogido manual de tapas corona</i>	80
3.1.20.	<i>Costo de producto no - conforme acumulado.</i>	80
3.2.	Desarrollo el Objetivo 2	81
3.2.1.	<i>Identificar los desperdicios</i>	81
3.2.1.1.	<i>Sobre inventario</i>	81
3.2.1.2.	<i>Productos defectuosos</i>	81
3.2.1.3.	<i>Procesos innecesarios</i>	81
3.2.1.4.	<i>Desperdicio de talento</i>	81
3.2.2.	<i>Análisis de las causas</i>	82
3.2.3.	<i>Defectos en las tapas coronas</i>	83
3.2.4.	<i>Defectos según criticidad establecida por el cliente</i>	85
3.2.5.	<i>Proceso de embotellado de cerveza</i>	87
3.2.6.	<i>Defectos detectados por mi cliente</i>	88
3.2.7.	<i>Defectos en tapas corona</i>	89
3.2.7.1.	<i>Cantidad de tapas con defectos</i>	90
3.2.7.2.	<i>Costo por millar de tapas</i>	90
3.2.8.	<i>Análisis de modo efecto de falla AMEF</i>	91
3.2.9.	<i>Diagrama Ishikawa – defecto liner desprendible</i>	95
3.2.10.	<i>Analisis de os 5P – defecto de liner desprendible</i>	96
3.2.11.	<i>Diagrama Ishikawa – defecto tapas sin liner</i>	97
3.2.12.	<i>Diagrama Ishikawa – defecto liner rebalsado</i>	98
3.2.13.	<i>Diagrama Ishikawa – defecto contaminación de tapas o mezcla de tapas</i>	100
3.3.	Desarrollo el Objetivo 3	102
3.3.1.	<i>Propuesta 1: Instalación de cámara electrónica</i>	102
3.3.1.1.	<i>Instalación de cámara de liner e instalación de cámara deco.</i>	103
3.3.1.2.	<i>Costo de la cámara e instalación.</i>	105
3.3.1.3.	<i>Evaluación financiera del proyecto</i>	105
3.3.1.4.	<i>Comparativo del costo de mano de obra</i>	106

3.3.1.5.	<i>Comparativo del costo generado por productos no - conformes...</i>	107
3.3.1.6.	<i>Ahorro mensual.....</i>	107
3.3.1.7.	<i>Calculo del ROI.....</i>	108
3.3.1.8.	<i>Encendido y apagado de cámaras.....</i>	108
3.3.1.9.	<i>Capacitación de cámaras.....</i>	108
3.3.2.	<i>Propuesta 2: Implementación de formato de limpieza.....</i>	109
3.3.3.	<i>Propuesta 3: Programa de mantenimiento.....</i>	110
3.3.4.	<i>Propuesta 4: Modificación del formato de producción.....</i>	111
3.4.	Desarrollo el Objetivo 4.....	112
3.4.1.	<i>Indicador de costo de mano de obra.....</i>	112
3.4.2.	<i>Indicador de costo de productos no - conformes.....</i>	113
3.5.	RESULTADOS.....	114
3.6.	CONCLUSIONES.....	115
3.7.	RECOMENDACIONES.....	116
	REFERENCIAS.....	117
	ANEXOS.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n°. 1-1. Slogan de la empresa Packaging Products del Perú	18
Figura n°. 1-2.Slogan de la Empresa Crown Cork & Seal.....	21
Figura n°. 1-3.Variedad de productos que se fabrican en PPP.....	22
Figura n°. 1-4.Organigrama general de la empresa PPP.....	23
Figura n°. 1-5. Interacción de procesos.....	24
Figura n°. 1-6. Diagrama de defectos de las tapas coronas	26
Figura n°. 2-1 Sobrecarga de personas	31
Figura n°. 2-2. Las 6 M.....	32
Figura n°. 2-3.Desperdicio = Muda.....	33
Figura n°. 2-4. Trabajo total, conclusión.....	35
Figura n°. 2-5.Ciclos de mejora	37
Figura n°. 2-6.Pasos a seguir para la elaboración del AMEF	38
Figura n°. 2-7.Componentes del sistema de visión para inspeccionar tapas.....	44
Figura n°. 2-8.Componentes del CPU de la CVS.....	46
Figura n°. 2-9. Funcionamiento de la inspección	48
Figura n°. 2-10. Interfaz del usuario	48
Figura n°. 3-1 Bobina de hojalata	52
Figura n°. 3-2 Bobina al inicio del proceso de corte.....	53
Figura n°. 3-3 Paca de 1700 láminas luego del proceso de corte.....	53
Figura n°. 3-4 Proceso de litografía.....	54
Figura n°. 3-5 Laminas litografías pasan al horno.....	55
Figura n°. 3-6.Prensa - troquel	55
Figura n°. 3-7.Tapas luego del proceso del troquelado.....	56
Figura n°. 3-8 Tapas luego del proceso del aplicado de liner	56
Figura n°. 3-9. Sistema de empaclado de tapas	57
Figura n°. 3-10. Tablero de control de máquina PMC250.....	58
Figura n°. 3-11.Alimentador de tapas máquina PMC250.....	60
Figura n°. 3-12. Extrusor máquina PMC250.....	61
Figura n°. 3-13. Inductores del sistema de calentamiento de tapas.....	62
Figura n°. 3-14. Prueba para descartar liner cortado	64
Figura n°. 3-15. Contenedor de inspector mecánico y caja de salida	64
Figura n°. 3-16. Inspector mecánico.....	65
Figura n°. 3-17.Tapa corona.....	66
Figura n°. 3-18. Diagrama de fabricación de tapas corona.....	69
Figura n°. 3-19. Frecuencia de defectos por devolución de tapas	74

Figura n°. 3-20. Defectos encontrados en los productos no-conformes	77
Figura n°. 3-21. Resumen de merma de los años 2013 al 2015 en la máquina PMC250..	79
Figura n°. 3-22. Imágenes de los defectos de la tapa corona lado liner	83
Figura n°. 3-23. Defectos de la tapa corona lado corrugado y decoración.	84
Figura n°. 3-24. Defectos según criticidad de mi cliente –defecto crítico.	85
Figura n°. 3-25. Defectos según criticidad de mi cliente – defecto mayor y menor.....	86
Figura n°. 3-26. Proceso de embotellado de cerveza	87
Figura n°. 3-27. Defectos en las tapas corona	89
Figura n°. 3-28. Análisis causa raíz del defecto de falta de adherencia.....	95
Figura n°. 3-29. Análisis de causa raíz del defecto de tapas sin liner	97
Figura n°. 3-30. Análisis de causa raíz del defecto del liner rebalsado.....	98
Figura n°. 3-31. Causa-raíz del defecto de contaminación de tapas.....	100
Figura n°. 3-32. Componentes del sistema de control de visión	102
Figura n°. 3-33. Cámara liner y cámara deco.....	103
Figura n°. 3-34. Instalación de encoder y monitor CVS	103
Figura n°. 3-35. Instalación del sistema de rechazo de tapas con defectos	104
Figura n°. 3-36. CPU de la cámara	104
Figura n°. 3-37. Indicador de reducción de costo de mano de obra.....	113
Figura n°. 3-38. Reducción del costo de mano de obra	114
Figura n°. 3-39. Reducción del costo en productos no - conformes.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 3-1. Especificación de la tapa	67
Tabla n.º 3-2.Pruebas de calidad a la tapa – empaque y embalaje	68
Tabla n.º 3-3.Capacidad de máquinas de producción de tapas corona	70
Tabla n.º 3-4. Capacidad teórica de la máquina pmc250 – línea 7.....	71
Tabla n.º 3-5. Datos para el cálculo de la capacidad	71
Tabla n.º 3-6.Costo por millar y por caja de la tapa corona	71
Tabla n.º 3-7.Devoluciones de los clientes año 2014.....	72
Tabla n.º 3-8.Devoluciones de los clientes año 2015.....	73
Tabla n.º 3-9.Frecuencia de defectos por devolución de tapas corona	74
Tabla n.º 3-10. Costo de la devolución por defecto.....	75
Tabla n.º 3-11. Costo de la devolución por mes.....	75
Tabla n.º 3-12. Defectos en productos no- conformes	76
Tabla n.º 3-13. Producción y merma de la máquina PMC250 - 2013	78
Tabla n.º 3-14. Producción y merma de la máquina PMC250 - 2014	78
Tabla n.º 3-15. Producción y merma de la máquina PMC250 - 2015	79
Tabla n.º 3-16.Costo del personal para el escogido de tapas.....	80
Tabla n.º 3-17.Costo total por mano de obra del escogido de tapas	80
Tabla n.º 3-18. Costo del producto no - conforme acumulado	80
Tabla n.º 3-19. Problema de producto no - conforme en el área de ensamble.....	82
Tabla n.º 3-20.Tipos de defectos detectados por mi cliente en su planta	88
Tabla n.º 3-21. Cantidad de tapas con defectos en productos no - conformes	90
Tabla n.º 3-22. Costo por millar de tapas perdidas por defecto	90
Tabla n.º 3-23. Análisis de modo y efecto de fallas - AMEF	91
Tabla n.º 3-24. Tabla 5P – defectos liner desprendible.....	96
Tabla n.º 3-25. Plan de solución, implementación y seguimiento	96
Tabla n.º 3-26. Análisis de los 5 p – defecto liner rebalsado.....	99
Tabla n.º 3-27.Plan de implementación y seguimiento	99
Tabla n.º 3-28. Análisis de los 5P – defecto contaminación de tapas.....	101
Tabla n.º 3-29. Plan de implementación y seguimiento	101
Tabla n.º 3-30. Costo de inversión por la cámara	105
Tabla n.º 3-31.Evaluación financiera del proyecto	105
Tabla n.º 3-32. Comparativo del costo de mano de obra entre el 2015 y 2016	106
Tabla n.º 3-33. Comparativo del costo de productos no - conforme entre el 2015 y 2016.....	107
Tabla n.º 3-34. Ahorro mensual.....	107
Tabla n.º 3-35. Calculo del ROI.....	108

Tabla n.º 3-36. Comparación del costo luego de la mejora	112
Tabla n.º 3-37. Indicador de reducción de costo de mano de obra.....	112
Tabla n.º 3-38. Reducción de producto no - conforme acumulado por mes.....	113
Tabla n.º 3-39. Plan de reacción	116

RESUMEN

En el presente proyecto de tesis se ha realizado con el fin de proponer las mejoras en el proceso de aplicación de liner en la tapa corona en la empresa Packaging Products del Perú, la que se dedica a la fabricación de tapas coronas y envases metálicos.

Actualmente la empresa está presentando deficiencias en el área de ensamblado generando así productos no-conformes, debido a diferentes causas como el uso de un inspector poco eficiente, falta de capacitación a los operarios, falta de formatos y programas de mantenimiento.

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto son las herramientas Lean Manufacturing, identificando los tipos de defectos y desperdicios.

Como objetivos específicos se identificara y observara el proceso e indicadores actuales , se hallaran los factores que generan los productos no –conformes y se realizara la propuesta de mejora que son: la instalación de un sistema de visión para inspeccionar la tapas corona , la implementación de formatos para registrar la correcta limpieza de la máquina , modificación en los formatos de producción para tener valores mínimos y máximos para reducir el error , implementar equipos al programa de mantenimiento preventivo , capacitación al personal de la importancia de llenado correcto de los registros.

Con la ejecución de estas acciones, se reducirá el producto no-conforme generado en la fabricación de tapas coronas, se evitara el re-proceso escogido manual, se reducirá el costo de mano de obra.

Con la implementación de estas mejoras podemos brindar al nuestro cliente un producto con calidad y más adelante brindarle un nivel sigma confiable, así ser más competitivos.

ABSTRACT

In the present thesis project has been made with the purpose of proposing the improvements in the application process of liner in the crown corona in the company Packaging Products of Peru, which is dedicated to the manufacture of crown caps and metal containers.

Currently the company is presented deficiencies in the assembly area generating nonconforming products, due to different causes such as the use of an inefficient inspector, lack of training of operators, lack of formats and maintenance programs.

The methodology used for the development of this project are the Lean Manufacturing tools, identifying the types of defects and waste.

As specific objectives will be identified and observed the current process and indicators, the factors that generate the non-conforming products will be found and the proposed improvement will be realized: the installation of a vision system to inspect the crown caps, the implementation of Formats to register the correct cleaning of the machine, modification in the production formats to have minimum and maximum values to reduce the error, implement equipment to the preventive maintenance program, training the staff of the importance of filling the records correctly.

By performing these actions, the non-conforming product generated in the manufacture of crown caps will be reduced, manual re-processing will be avoided, labor costs will be reduced.

With the implementation of these improvements we can provide our client with a quality product and later provide a reliable sigma level, thus being more competitive.

Nota de acceso

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

REFERENCIAS

- Angulo Cassana, Y., & Barrenechea Curo, C. (2016). *"MEJORA DE PROCESOS DEL PELETIZADO DE PLASTICO RECLADO EN LA EMPRESA BETTY PLAST S.R.L"*. Lima.
- Lovera Belo, D. (2015). *"IMPLEMETACION DE PROCEDIMIENTOS RAMS EN EL MONTAJE DE UN SISTEMA DE MECANICO AUTOMATIZADO PARA LA INSPECCION DE TAPAS DEFECTUOSA POR MEDIO DE VISION ARTIFICIAL"*. Colombia.
- LSSI. (2016). *YELLOW BELT*.
- Martinez de Pinillos Figueroa, R. (2013). "Propuesta de mejora del proceso del lavado para incrementar la eficiencia de mquina en la empresa Clear Pet SAC". Trujillo, Peru.
- Republica, L. (23 de 10 de 2014). <http://larepublica.pe/23-10-2014/consumo-per-capita-de-cerveza-es-de-67-litros>. Obtenido de <http://larepublica.pe/23-10-2014/consumo-per-capita-de-cerveza-es-de-67-litros>.
- Sacmi. (2015). *Guia rapida para puesta en punto CVS 001.86.141*. IMOLA ,ITALIA.
- sacmi. (2015). *Manual de camara CVS 3000*.
- sacmi. (s.f.). *Manual de instrucciones PMC250 Cat.199.01.A01*. IMOLA ,ITALIA.
- Socconini , L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso*. Tlanepantla ,Mexico: Norma Ediciones.