



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial”

**TRABAJO DE GRADUACIÓN:**

IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA SMED (SINGLE MINUTE  
EXCHANGE OF DIE) EN LA MÁQUINA ENVASADORA THIELE  
EN LA EMPRESA PINTURAS CÓNDOR S.A.

**Autor:**

BYRON SANTIAGO CRUZ ESPINOZA

**Director:**

Ing. Fermín Silva C.

**Riobamba - Ecuador**

2011

## REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: “Implantación del sistema SMED (Single Minute Exchange of Die) en la máquina envasadora THIELE en la empresa Pinturas Cóndor S.A.” presentado por: Byron Santiago Cruz Espinoza y dirigida por: Ing. Fermín Silva C.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Rodrigo Briones

\_\_\_\_\_  
**Presidente del Tribunal**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

Ing. Fermín Silva C.

\_\_\_\_\_  
**Director de Tesis**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

Ing. Gino Zamora A.

\_\_\_\_\_  
**Miembro del Tribunal**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Byron Santiago Cruz Espinoza e Ing. Fermín Silva; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo no hubiese sido posible desarrollarlo sin la cooperación y apoyo desinteresados del Ing. Estuardo Soto e Ing. Santiago Oña, Jefe de Proyectos y Gerente de la Unidad de Proyectos de Pinturas Cóndor S.A. respectivamente.

Un especial agradecimiento a mi director de tesis, Ing. Fermín Silva y a todas aquellas personas que me han ayudado de una u otra forma...siempre tendrán mi gratitud eterna.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis que representa un denuedo por superarme en mi vida profesional, se la dedico a mi madre quien ha sido mi aliciente y quien con su ejemplo me ha enseñado que todo se logra con esmero y sacrificio.

De igual manera, este es mi justo homenaje a la memoria de mi abuelita y a toda mi familia materna quienes nunca dudaron que lograría este triunfo.

*Santiago*

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xiii
<b>SUMMARY</b> .....	xv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	3
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	3
<b>1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	3
<b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	4
<b>1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	5
<b>1.4. OBJETIVOS</b> .....	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
<b>1.5. JUSTIFICACIÓN</b> .....	6
<b>1.6. ENFOQUE TEÓRICO</b> .....	7
1.6.1. Lean manufacturing (manufactura esbelta).....	8
1.6.1.1. Herramientas de lean manufacturing.....	9
1.6.1.2. Objetivos de lean manufacturing.....	10
1.6.1.3. Beneficios.....	10
1.6.1.4. Eliminación de desperdicios.....	11
1.6.2. Kaizen.....	14
1.6.2.1. Los sistemas kaizen.....	15
1.6.3. SMED.....	17
1.6.4. Tiempo de configuración.....	18
1.6.5. Operaciones externas.....	19
1.6.6. Operaciones internas.....	19
1.6.7. Objetivos del SMED.....	20

1.6.8.	Beneficios del sistema SMED. ....	20
1.6.9.	Fundamentos del SMED. ....	21
1.6.9.1.	Etapa preliminar. ....	22
1.6.9.2.	Primera etapa: Identificación y clasificación de operaciones internas y externas. ....	23
1.6.9.3.	Segunda etapa: Segregación de operaciones internas y externas. ....	24
1.6.9.4.	Tercera etapa: Conversión de operaciones internas y externas. ....	25
1.6.10.	Implantación en la máquina. ....	30
1.6.11.	Pautas para la correcta aplicación del SMED. ....	30
1.6.12.	Estudio de tiempos. ....	32
1.6.12.1.	Definición de estudio de tiempos. ....	33
1.6.12.2.	Alcance del estudio de tiempos. ....	33
1.6.12.3.	Usos del estudio de tiempos. ....	33
1.6.12.4.	Preparación para el estudio de tiempos. ....	34
1.6.12.5.	Selección del operador. ....	34
1.6.12.6.	Actitud frente al trabajador. ....	34
1.6.12.7.	Ejecución del estudio de tiempos. ....	35
1.6.12.8.	Requerimientos para el estudio de tiempos. ....	37
1.6.12.9.	Equipo a utilizar. ....	37
1.6.12.10.	Videograbación. ....	38
<b>1.7.</b>	<b>HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>38</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>
<b>METODOLOGÍA.</b>	<b>.....</b>	<b>39</b>
<b>2.1.</b>	<b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>39</b>
<b>2.2.</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO. ....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA. ....</b>	<b>40</b>
<b>2.4.</b>	<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. ....</b>	<b>41</b>
<b>2.5.</b>	<b>PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS. ....</b>	<b>42</b>
<b>2.6.</b>	<b>DESARROLLO DEL TRABAJO. ....</b>	<b>45</b>
2.6.1.	ETAPA PRELIMINAR. ....	46
2.6.1.1.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL. ....	53

2.6.1.1.1. Estudio de tiempos.....	53
2.6.1.1.2. Técnica utilizada.....	54
2.6.1.1.3. Selección de los operadores.....	54
2.6.1.1.4. Toma de tiempos.....	55
2.6.2. PRIMERA ETAPA: Identificación y clasificación de operaciones internas y externas.....	67
2.6.3. SEGUNDA ETAPA: Segregación de operaciones internas y externas.....	72
2.6.4. TERCERA ETAPA: Conversión de operaciones internas en externas. Mejora y seguimiento de acciones.....	74
2.6.4.1. Mejoras del sistema SMED.....	77
2.6.4.2. Mantenimiento y seguimiento de las acciones.....	83
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>85</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>85</b>
<b>3.1. RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>	<b>85</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>90</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>90</b>
<b>4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>90</b>
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>95</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>97</b>
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>101</b>
<b>PROPUESTA.....</b>	<b>101</b>
<b>6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>101</b>
<b>6.2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>101</b>
<b>6.3. OBJETIVOS.....</b>	<b>102</b>
<b>6.3.1. OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>102</b>
<b>6.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>102</b>
<b>6.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO - TÉCNICA.....</b>	<b>102</b>

6.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	103
6.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL.....	107
6.7. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	107
CAPÍTULO VII .....	109
BIBLIOGRAFÍA.....	109
8.1. TEXTOS CONSULTADOS.....	109
8.2. INTERNET.....	110
8.3. OTRAS REFERENCIAS.....	111
CAPÍTULO VIII.....	xvii
ANEXOS.....	xvii
ANEXO 1.....	xviii
ANEXO 2.....	xxi
ANEXO 3.....	xxiii
ANEXO 4.....	xxv
ANEXO 5.....	xxvii
ANEXO 6.....	xli
ANEXO 7.....	li
ANEXO 8.....	liii
ANEXO 9.....	lxiii
ANEXO 10.....	lxvii
ANEXO 11.....	lxxv
ANEXO 12.....	lxxix
ANEXO 13.....	lxxxiii

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Secuencia de los pasos de configuración en una máquina. ....	19
<b>Tabla 2.</b> Operacionalización de las variables para el proyecto SMED. ....	41
<b>Tabla 3.</b> Técnicas utilizadas para el procesamiento y análisis de datos en el proyecto SMED. ....	44
<b>Tabla 4.</b> Esquema del proceso productivo a través del SIPOC. ....	48
<b>Tabla 5.</b> Dimensiones de los envases que son envasados en la máquina thiele. ....	52
<b>Tabla 6.</b> Actividades que conforman el proceso de envasado en la máquina thiele. ....	57
<b>Tabla 7.</b> Resumen de actividades del proceso de envasado en la máquina thiele. ....	57
<b>Tabla 8.</b> Actividades y tiempos de configuración en la máquina thiele. ....	59
<b>Tabla 9.</b> Resumen de actividades y tiempos del proceso de configuración. ....	60
<b>Tabla 10.</b> Resumen de los tiempos de configuración en la máquina thiele. ....	64
<b>Tabla 11.</b> Clasificación de actividades internas y externas. ....	70
<b>Tabla 12.</b> Resumen de tiempos y operaciones internas y externas. ....	70
<b>Tabla 13.</b> Actividades y tiempos para el nuevo proceso de configuración. ....	76
<b>Tabla 14.</b> Resumen de tiempos y operaciones del nuevo proceso de configuración. ....	76
<b>Tabla 15.</b> Resumen de tiempos y operaciones del nuevo proceso de configuración en la máquina thiele para el operador 1. ....	82
<b>Tabla 16.</b> Resumen de tiempos y operaciones del nuevo proceso de configuración en la máquina thiele para el operador 2. ....	83
<b>Tabla 17.</b> Tiempos obtenidos al implantar el sistema SMED. ....	85
<b>Tabla 18.</b> Beneficio de tiempo obtenido al implantar el sistema SMED. ....	88
<b>Tabla 19.</b> Beneficio teórico de lotes extra al implantar el sistema SMED. ....	88
<b>Tabla 20.</b> Beneficio económico teórico al implantar el sistema SMED. ....	89
<b>Tabla 21.</b> Comparativo de tiempos, actividades y porcentajes de disminución de los tiempos de configuración en la máquina thiele. ....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Evolución histórica del concepto lean manufacturing.....	8
<b>Figura 2.</b> Los siete grandes desperdicios o mudas clásicas.....	11
<b>Figura 3.</b> Kaizen, mejoramiento continuo e innovación. ....	14
<b>Figura 4.</b> Representación gráfica del sistema SMED. ....	17
<b>Figura 5.</b> Distribución del tiempo en un cambio.....	18
<b>Figura 6.</b> Metodología de implantación del SMED. ....	21
<b>Figura 7.</b> Descripción gráfica de la primera etapa del SMED. ....	24
<b>Figura 8.</b> Descripción gráfica de la tercera etapa del SMED.....	26
<b>Figura 9.</b> Ejemplos de anclajes funcionales.....	29
<b>Figura 10.</b> Layout de la sección de envasado de la máquina thiele. ....	49
<b>Figura 11.</b> Vista general de la máquina envasadora thiele.....	50
<b>Figura 12.</b> Vista lateral de la termoencogible marca Cramegna. ....	51
<b>Figura 13.</b> Diagrama de dispersión de los tiempos de configuración. ....	61
<b>Figura 14.</b> Diagrama de dispersión del tiempo de lavado total de la tolva. ....	61
<b>Figura 15.</b> Diagrama de dispersión del tiempo de lavado parcial de la tolva. ....	62
<b>Figura 16.</b> Secuencia de actividades de configuración en la máquina thiele.....	65
<b>Figura 17.</b> Total de actividades internas y externas en la máquina thiele.....	71
<b>Figura 18.</b> Tiempos de actividades internas y externas. ....	71
<b>Figura 19.</b> Máquina thiele antes de la mejora. ....	79
<b>Figura 20.</b> Máquina thiele antes de la mejora. ....	79
<b>Figura 21.</b> Máquina thiele después de la mejora.....	79
<b>Figura 22.</b> Adhesivos blancos ubicados en las tapas de los envases.....	80
<b>Figura 23.</b> Cancel construido para el resguardo de herramientas. ....	81
<b>Figura 24.</b> Diagrama de dispersión del tiempo actual de configuración.....	86
<b>Figura 25.</b> Diagrama de dispersión del tiempo actual de lavado total de la tolva.....	86

<b>Figura 26.</b> Diagrama de dispersión del tiempo actual de lavado parcial de la tolva.....	87
<b>Figura 27.</b> Comparación de tiempos anteriores y posteriores al proyecto SMED. ....	91
<b>Figura 28.</b> Porcentaje de disminución del tiempo de configuración.....	91
<b>Figura 29.</b> Porcentaje de disminución del tiempo de configuración con lavado total de la tolva en la máquina thiele. ....	92
<b>Figura 30.</b> Porcentaje de disminución del tiempo de configuración con lavado parcial de la tolva en la máquina thiele. ....	92

## RESUMEN

El trabajo que se exponetrata sobre la optimización del tiempo de proceso mediante la utilización de una de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta). Atendiendo a esto;dentro del área de envasado en la empresa Pinturas Cóndor S.A. se planteó recurrir a la metodología del sistema SMED para disminuir el tiempo de configuraciónen la máquina envasadora thiele. Precizando que el tiempo de configuración no es más que el tiempo requerido para poner a punto o dejar lista a la máquina para que inicie su producción.

La palabra SMED es un acrónimo proveniente de las palabras inglesas single minute exchange of die, que españolizado significa cambio de matriz o herramientas en minutos de un solo dígito (menos de diez minutos). Aunque no cada cambio de trabajo en particular pueda literalmente completarse en menos de diez minutos, son posibles dramáticas reducciones en el tiempo de configuración.

El proyecto pretende dar a conocer la teoría y técnicas del SMED, a la vez que proyectaemplearlos de forma práctica al reducir los tiempos de configuración en un 50% en la máquina envasadora semiautomática THIELE y su termoencogible (empacadora) CRAMEGNA; en otras palabras, al aplicar este sistema se aspira aumentar el rendimiento de la máquina envasadora, haciendo que trabaje el mayor tiempo posible al minimizar su tiempo de preparación.

Y es que, precisamente, uno de los problemas que merma la productividad de esta sección radica en que, su producción diversificada, origina habituales configuraciones o set up en la máquina envasadora; actividades que se producen al cambiar de producto, de presentación o de tipo de envases.Para controlar esta pérdida de tiempo se propuso la aplicación del SMED, y, puesto que la empresa no cuenta con datos históricos de la máquina, se empezó por realizar un estudio detallado para identificar variables, actividades y demás operaciones que intervienen en el proceso de envasado.

El estudio abarcó cinco etapas: preliminar; identificación de operaciones internas y externas; separación y segregación de operaciones; conversión de operaciones internas en externas, para finalmente culminar con la ejecución de mejoras y estandarización de actividades para configurar la máquina.

Dentro de la etapa preliminar, y como punto primordial, se realizó un estudio de tiempos para conocer el estándar actual, obteniéndose en el mismo tres datos importantes; el primero, un promedio de 19'43" que pertenece únicamente al tiempo de configuración. El segundo dato fue un promedio de 58'14", que es el tiempo que los operarios necesitan para configurar la máquina, lavar la bomba y la tolva en donde se acumula la pintura, esto para el caso de productos que son similares en tonalidad y no requieren un buen lavado tanto de la tolva como de la bomba volumétrica.

Y finalmente el tercer dato que fue un tiempo promedio de 71'27" que es el que se requiere para configurar la envasadora, lavar la tolva y la bomba. En este caso, el producto a envasarse es completamente diferente al que se envasó, y por tanto, se requiere un lavado exhaustivo de la tolva para evitar que se mezclen los colores al momento de envasar.

Al comparar los datos iniciales con los obtenidos al final del proyecto se evidenció que el objetivo planteado se logró cumplir; dado que el tiempo de configuración se redujo de 19'43" a 9'45", es decir se alcanzó una disminución del 51,36%. En cuanto al tiempo de configuración con lavado total de la tolva se estableció de 71'27" a 39'16", consiguiéndose así una reducción del 45,05%. Finalmente el tiempo de configuración con lavado parcial de la tolva se redujo de 58'14" a 29'11", alcanzando con ello una reducción del 49,93%.

Al ser este un proyecto de mejora continua, se puede seguir perfeccionando el tiempo obtenido y lograr lo que la teoría del SMED propone, que la configuración se la realice en menos de diez minutos.

## SUMMARY

The present work is about the optimization of the processing time by using one of tools from the Lean Manufacturing philosophy. In response to this; inside the packaging area in the company PinturasCóndorS.A., it was set up to use the methodology of the SMED system in order to reduce the setup time in the Thiele packaging machine. It is important to specify that the setup time is not more than the time required to make the machine ready for starting the production.

The acronym SMED stands for *Single Minute Exchange of Die* that means change of matrix or tools in single digit minutes (less than ten minutes). Although not every change of work in particular can be literally completed in less than ten minutes, it's possible to get dramatic reductions on the setup time.

The project aims to make others know the theory and techniques of the SMED, at the same time it projects to use them in a practical way in order to reduce the setup times in 50% in the THIELE semi-automatic packing machine and its thermo (packing) CRAMEGNA; in other words, when implementing this system, we pretend to increase the performance of the packing machine, so it can work the longest to minimize the preparation time.

And precisely, one of the problems that reduce the productivity in this section is because its diversified production, produces habitual configurations or set up in the packaging machine; activities that occurred when changing product, its presentation or container type. In order to control this waste of time, we proposed the implementation of the SMED, and, since that the company does not have historical data of the machine, we started to make a detailed study to identify the variables, activities and other operations involved in the packaging process.

The study included five stages: preliminary; identification of internal and external operations; separation and segregation of operations; conversion of internal operations in external, to finally culminate with the implementation of improvements and the standardization of activities to setup the machine.

In the preliminary stage, and as a fundamental point, a study of times was carried out in order to know the current standard, obtaining three important data; the first, an average of 19'43" that concern solely to the setup time. The second data was an average of 58'14", that is the time that operators need to configure the machine, to wash the pump and the hopper where the paintis accumulated, this in the case of products which are similar in tone and do not require a good washing of the hopper and the volumetric pump.

And finally the third datum that was an average time of 71'27" is the required time to configure the packing machine, wash the hopper and pump. In this case, the product to be packaged is completely different from the product that was packaged, and therefore, it requires an exhaustive washing of the hopper to avoid the mixture of colors at the packaging time.

When comparing the initial data with the ones obtained at the end of the project, it was evident that the established objective was achieved; since that setup time reduced from 19'43" to 9'45", i.e. 51,36% of decrease was reached. The setup time with complete washing of the hopper was established from 71'27" to 39'16", we obtained a reduction of 45.05%. Finally, the setup time with partial washing of the hopper was also reduced from 58'14" to 29'11", obtained a reduction of the 49.93%.

This is a continuous improvement project; therefore it is possible to continue refining the retrieved time and achieve what the SMED theory proposes, it is to perform a set up in less than ten minutes.

## INTRODUCCIÓN

El Grupo Corporativo Pinturas Cóndor S. A. fue fundado el 26 de abril de 1939 como Cóndor Industria Química Borja & Leib, para luego en el año de 1974 tomar el nombre de Pinturas Cóndor S.A. Esta empresa ubicada en el sur de la ciudad de Quito (sector de Guajaló), se dedica a la fabricación de pinturas, resinas y diluyentes.

La planta de pinturas tiene una producción diversificada para las líneas: metalmecánica, automotriz, industrial, de la madera y arquitectónica, correspondiendo a ésta última las pinturas de base agua. Este tipo de pinturas cuenta con una sección dentro de la planta que se encarga de su envasado, disponiendo para el efecto de una máquina semiautomática (objeto de nuestro estudio) para el envasado de litros, galones, canecas y un proceso de envasado manual para tambores y también para las presentaciones antes mencionadas.

El crecimiento que Pinturas Cóndor S.A. ha experimentado en los últimos años ha generado diversas modificaciones en cuanto a su espacio físico, máquinas, personal, elementos de transporte, etc.; sin que por ello se sacrifique la calidad del producto o la seguridad de los trabajadores y muy por el contrario vaya encaminado a solucionar problemas dentro del concepto de mejora continua que caracteriza a la empresa.

Y es que en los últimos 25 años, en el mundo de las industrias, ha surgido gran cantidad de estrategias para el mejoramiento de los procesos productivos. Apareciendo así, las técnicas de manufactura esbelta con las cuales se busca la excelencia industrial. Este sistema, conocido en inglés como lean manufacturing, consiste en la aplicación sistemática y habitual de diferentes herramientas para el mejoramiento de los procesos.

Justamente dentro de estas herramientas se encuentra el SMED (single minute exchange of die), el mismo que precisa que la empresa debe ser flexible para poder cambiar rápidamente su proceso de un producto a otro y así poder dar servicio a sus clientes en el menor tiempo posible, reducir costos y aumentar su productividad.

Este concepto SMED introduce la idea que, en general, cualquier cambio en una máquina o inicialización de un proceso debería durar no más de diez minutos, de ahí la frase “single minute”, que expresa los minutos de un solo dígito.

Con fundamento en todo lo enunciado, el presente proyecto de investigación trata de incluir en su contenido los temas más relevantes para la implantación del sistema SMED, considerándolo desde un enfoque teórico – práctico, lo que permitirá a los lectores contar con una experiencia real sobre la aplicación de sus fundamentos.

El contenido del documento comprende seis capítulos, que inician con el planteamiento y formulación del problema, los principales objetivos que pretende cumplir el proyecto y los antecedentes que dieron origen a este estudio y de manera general a la aparición del sistema SMED. Este capítulo asimismo se encarga de la revisión de los fundamentos teóricos para la aplicación del estudio de tiempos y del sistema de mejora continua en el área de implantación.

Seguidamente el capítulo II describe la metodología utilizada, la misma que conduce a indicar de qué manera se alcanzarán los objetivos, sus técnicas, su procesamiento y posterior análisis. Dentro de este capítulo igualmente se expone como punto primordial el desarrollo de todo el trabajo realizado; desde la etapa preliminar hasta las mejoras realizadas y el seguimiento de las acciones propuestas.

Posteriormente, en el capítulo III se muestran los resultados obtenidos para que en el capítulo IV se realice su respectivo análisis al realizar el estudio de tiempos e implantar el sistema SMED; comprobando además las mejoras alcanzadas.

En el capítulo V se presentan las conclusiones y se detallan detenidamente las recomendaciones tanto del proyecto como las hechas a los diferentes interventores del mismo; para finalmente en el capítulo VI se explique detenidamente la propuesta de mejora hecha para el área en estudio.

## CAPÍTULO I

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

#### 1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.<sup>1</sup>

Los orígenes de esta metodología se remontan a los primeros años del sistema de fabricación lean, cuando la reducción del tamaño de lote era una obsesión para algunas empresas de automoción. Eliminar el concepto de lote de fabricación reduciendo al máximo el tiempo de preparación de máquinas y de materiales es en esencia la filosofía SMED.

La técnica SMED nace de la mano de la multinacional japonesa Toyota. Su fundador, Sakichi Toyoda (Japón, 1867-1913), comenzó su andadura industrial en el taller de telas de su madre. En 1938, Sakichi Toyoda, tras visitar la planta de Ford en EE.UU. funda la primera planta de Toyoda; nombre que posteriormente su hijo Kiichiro cambiaría a Toyota, para facilitar su pronunciación.

A finales de la década de los 60's, Toyota tardaba más de cuatro horas en cambiar de modelo en una prensa de estampación de 1000 toneladas, cuando su equivalente en Volkswagen requería de tan sólo dos horas. Ante una actividad de investigación asignada por un directivo de Toyota, se le destina al ingeniero Shigeo Shingo afianzar y hacer factible el sistema de producción just in time, con el claro y preciso objetivo de reducir los tiempos de espera y los niveles de inventarios tanto de productos en proceso, como de productos terminados (encontrándose ambos catalogados entre las siete mudas clásicas), procede a desarrollar un sistema que permitió reducir el tiempo antes indicado a tan sólo tres minutos.

---

<sup>1</sup>Apuntes acerca del SMED. Archivo propiedad de GPS Consulting Group – Quito.

Se había dado inicio a la implantación del SMED, superando de tal forma uno de los mayores obstáculos que en aquel momento tenía Toyota para implantar la producción “justo a tiempo”.

Y no sólo Toyota sirve de ejemplo, también se puede mencionar a la empresa Kodak (USA) quien en materia de prensa de inyección de plástico logró en 1984 reducir el tiempo de cambio de aproximadamente dos horas a treinta minutos; unos meses más tarde se volvió a reducir hasta llegar a seis minutos.

El SMED es sin lugar a dudas un concepto de alta innovación generado por los japoneses dentro del ámbito de la ingeniería industrial. Resulta bueno destacar que en las empresas, la reducción de tiempos de preparación no sólo recae en el personal de ingeniería, sino también en los círculos de control de calidad.

Cabe mencionar también que actualmente tal filosofía de trabajo ya no sólo se aplica en los cambios de herramientas y preparación de máquinas y equipos, sino también en la preparación y puesta a punto de quirófanos, preparación de embarques aéreos, atención de automóviles fórmula uno y de otras actividades vinculadas a los servicios.

Motivos demás para que el Departamento de Proyectos de Pinturas Cóndor S.A. muestre interés en la implantación del sistema SMED en la máquina envasadora thiele, aclarando que no se tiene registro o evidencia alguna de que este sistema haya sido implantado en la empresa.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La adaptación a la cambiante dinámica de la demanda y el mercado, permite a Pinturas Cóndor S.A. sobrevivir y sobresalir para continuar vigente brindando sus servicios, afectando esto positivamente a sí misma, a su personal y la sociedad. Por lo tanto se hace apremiante continuar con estudios y soluciones para elevar su competitividad y productividad.

Actualmente la empresa presenta ciertos problemas a nivel de producción, los mismos que constantemente tratan de disminuir la productividad de la que se habla. Dentro de estas complicaciones se diferencian claramente dos problemas, el primero de ellos tiene que ver con las fallas de equipos y máquinas; mismas que implican que el área no sea eficiente, esto ocurre porque no existe una metodología definida para la corrección de fallas, es decir un plan adecuado de mantenimiento.

El otro inconveniente, y del cual nos vamos a preocupar en el presente trabajo, es aquel que resulta cuando una empresa como Pinturas Cóndor S.A. produce una gran variedad de productos, lo cual genera una necesidad ineludible de realizar múltiples preparaciones o configuraciones en las máquinas para los cambios de productos, situación que conduce a la aparición de tiempos muertos y tiempos demasiado excesivos para una configuración que se la podría realizar en un corto tiempo. Problema que desencadena en una disminución en la eficiencia de las máquinas y por tanto una disminución en la capacidad instalada de la fábrica.

Por lo que se hace necesaria una herramienta que resulte de gran ayuda para minimizar los tiempos de configuración (set up) en las máquinas y que a la par se traduzca en un buen recurso para sensibilizar a los operarios sobre cómo contribuir a la mejora de la productividad, calidad y seguridad de su trabajo.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿La implantación del sistema Single Minute Exchange of Die (SMED) permitirá reducir los tiempos de configuración de la máquina envasadora THIELE y de su termoencogible?

## **1.4. OBJETIVOS.**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL.**

- ❖ Reducir en un 50% el tiempo de configuración de la máquina envasadora THIELE en la empresa Pinturas Cóndor S.A. al ejecutar el sistema SMED (Single Minute Exchange of Die).

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- ❖ Conocer las técnicas y pasos necesarios para implementar efectivamente el SMED.
- ❖ Aplicar un estudio de tiempos para conocer el estándar actual y compararlo con el obtenido al implantar el SMED.
- ❖ Analizar la situación actual del proceso de envasado.
- ❖ Capacitar en cada una de las etapas del proyecto a los actores del mismo.
- ❖ Evaluar las mejoras del nuevo sistema de trabajo.
- ❖ Medir en lo posible los resultados de las mejoras obtenidas.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN.**

Los tiempos improductivos dentro de la empresa representan un porcentaje significativo en el tiempo total de producción, en especial en la sección de envasado, tanto con la envasadora thiele como con su termoencogible, ya sea en cambios, pruebas, reparación de desperfectos, inspecciones, etc. esto debido principalmente a que en la actualidad sólo son realizadas actividades de mantenimiento correctivo y de emergencia y no existe un lazo bien definido entre los problemas cotidianos a causa del paro de la máquina por cuestiones de fallas y las acciones tomadas para la eliminación de dichos problemas.

En estas operaciones el nivel de desperdicio puede llegar a ser alto, y su análisis pone al descubierto oportunidades de mejora, por lo que en este trabajo se plantea implantar una de las herramientas del lean manufacturing.

Y justamente uno de los primeros pasos para aplicar una mejora orientada a la consecución del lean manufacturing es sin duda la reducción del tiempo de configuración, ya que:

- Se trata de un proyecto sencillo y en una zona específica.
- Los resultados al reducir el tiempo de configuración son muy visibles.
- La metodología es clara y estructurada.

Y no se diga de los beneficios al personal, ya que los cambios más rápidos apoyan la seguridad laboral y además fluidifican el trabajo diario como consecuencia de que los cambios más simples hacen más seguras las preparaciones de máquinas, con menos estrés físico y menos riesgos de accidentes.

La exitosa implantación del SMED es la clave para una ventaja competitiva de la empresa y proporciona a ésta una herramienta más para mantenerse en un mercado exigente. En resumidas palabras, se trata de un proyecto con resultados fácilmente alcanzables.

## **1.6. ENFOQUE TEÓRICO.**

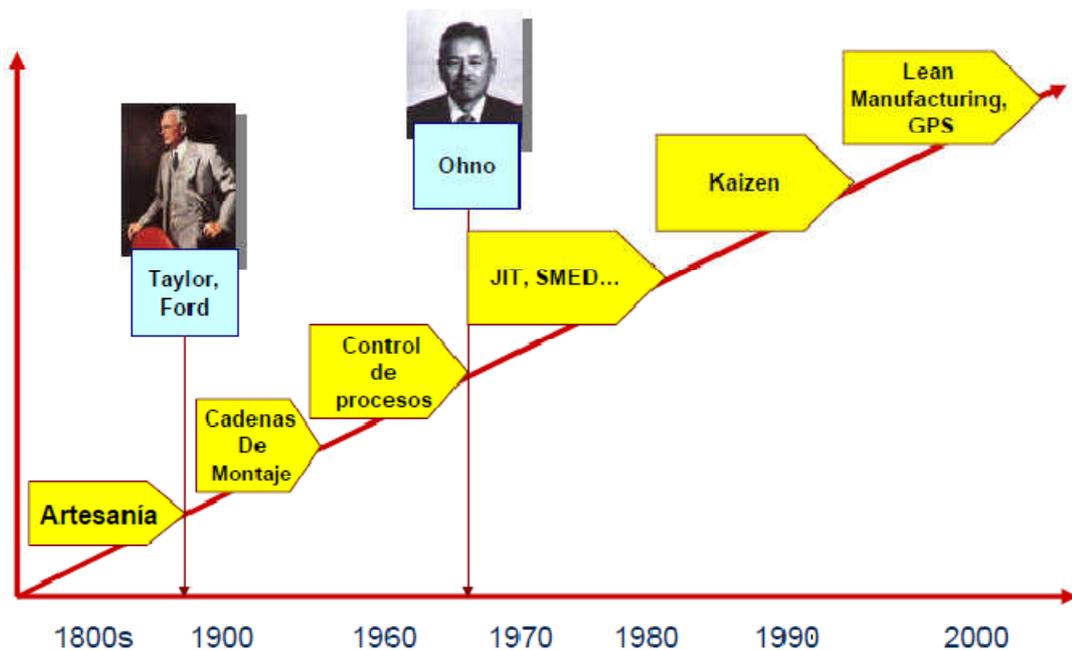
La metodología SMED está estrechamente relacionada con dos grandes sistemas de mejora continua. El primero es el fundamental y es el modelo diseñado por la compañía Toyota, el lean manufacturing o manufactura esbelta, el cual es un sistema y filosofía de mejoramiento de procesos basado en la eliminación de desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso.

Dentro de este gran sistema se encuentra la metodología kaizen que permite mantener y mejorar el estándar de trabajo mediante mejoras pequeñas y graduales.

Y para aplicar este sistema, se vale de herramientas, dentro de las cuales encontramos al SMED como metodología para reducir el tiempo de cambio de herramientas (eliminar un desperdicio de tiempo). Es decir el SMED está intrínsecamente relacionado con herramientas y sistemas de mejora continua de procesos.

### 1.6.1. Lean manufacturing (manufactura esbelta).<sup>2</sup>

Modelo de Gestión diseñado por la compañía Toyota para sus plantas de fabricación de automóviles.



**Figura 1.** Evolución histórica del concepto lean manufacturing.

**Fuente:** [www.grupogalgano.com/lean\\_manufacturing.pdf](http://www.grupogalgano.com/lean_manufacturing.pdf)

La manufactura esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones basándose siempre en el respeto por el trabajador.

<sup>2</sup>[www.bbasicsllc.com/leanmanufacturing.htm](http://www.bbasicsllc.com/leanmanufacturing.htm)

Este sistema nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos.

El sistema lean manufacturing ha sido definido como una filosofía de excelencia de manufactura basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- El respeto por el trabajador.
- En la mejora consistente de productividad y calidad.

#### **1.6.1.1. Herramientas de lean manufacturing.<sup>3</sup>**

El lean manufacturing es un gran sistema, compuesto a su vez de varias herramientas que ayudan a su efectiva aplicación; entre las cuales tenemos:

- Cinco eses y la fábrica visual.
- JIT (justo a tiempo).
- Sistema de arrastre (pull system).
- Células de manufactura.
- Kanban.
- Flujo continuo.
- Heijunka (nivelando requerimientos de producción).
- Jidoka (construyendo la calidad).
- Poka yoke (herramientas aprueba de errores).
- Andon (señales visuales).
- SMED (set up en menos de diez minutos).
- TPM (mantenimiento productivo total).
- Kaizen (mejoramiento; los eventos kaizen).

---

<sup>3</sup>[www.bbasicsllc.com/leanmanufacturing.htm](http://www.bbasicsllc.com/leanmanufacturing.htm)

### **1.6.1.2. Objetivos de lean manufacturing.<sup>4</sup>**

Los principales objetivos de lean manufacturing es poder implantar dentro de la empresa una filosofía de mejora continua que permita reducir sus costos, mejorar procesos y eliminar desperdicios, de manera que se pueda aumentar consistentemente la satisfacción del cliente y mantener un margen de utilidad.

Lean manufacturing proporciona a las empresas las herramientas necesarias para competir en un mercado global que exige altas tasas de calidad y eficiencia. Más específicamente la manufactura esbelta pretende:

- Reducir los desperdicios considerablemente.
- Reducir el inventario y el espacio en el piso de producción.
- Crear sistemas de producción más robustos.
- Crear sistemas de entrega de materiales apropiados.
- Mejorar las distribuciones de las plantas para aumentar la flexibilidad.
- Mejoras en costos de personal y aprovechamiento adecuado de recursos.
- Aumentar la productividad.

### **1.6.1.3. Beneficios.**

Los beneficios de la manufactura esbelta se llevan a cabo mediante la aplicación de los conceptos de justo a tiempo, flujo continuo, kanban y otras filosofías. Algunos de los beneficios de este sistema son:

- Reducción de costos de producción.
- Menos mano de obra directa.
- Reducción del lead time.
- Mejor calidad.
- Mayor eficiencia de equipo.
- Disminución de los desperdicios.

---

<sup>4</sup>De Orbegoso Aspillaga Miguel Ignacio: Reducción de tiempos de preparación en máquinas: un aporte desde la filosofía LEAN.

#### 1.6.1.4. Eliminación de desperdicios.<sup>5</sup>

Se define como desperdicio a todo elemento o actividad participante del proceso productivo que no agrega valor al producto. Desperdicio es todo fuera del mínimo necesario de materiales, equipamiento, partes, espacio y tiempo para el proceso.



**Figura 2.** Los siete grandes desperdicios o mudas clásicas.

**Fuente:** [www.grupogalgano.com/lean\\_manufacturing.pdf](http://www.grupogalgano.com/lean_manufacturing.pdf)

#### 1) Inventarios.

Excesiva cantidad de producto acumulado, lo cual no sólo implica dinero no utilizado para un mejor fin, sino que ocupa importantes espacios para su almacenamiento, generando además elevados costos de manipulación y administración. El despacho justo a tiempo, y/o la utilización de diversos tipos de kanban permiten una importante reducción en los niveles de inventarios.

<sup>5</sup> [www.ilustrados.com](http://www.ilustrados.com)

De Orbegoso Aspillaga Miguel Ignacio. Reducción de tiempos de preparación en máquinas: un aporte desde la filosofía LEAN.

## **2) Sobreproducción.**

Es práctica común creer que es una manera correcta de trabajo pero en realidad este es un tipo de desperdicio que no calza con los principios generales de la filosofía lean: “lo que se necesita, cuando se necesita”.

Lo que ocurre con este tipo de práctica es que más tarde, los productos colmarán los inventarios y depósitos, sin ser vendidos. Esto puede llevar a la compañía a parar definitivamente (no se puede seguir produciendo a ritmo constante cuando no hay demanda) o en un mal caso terminar vendiendo todo el stock existente a precios reducidos con el fin de recuperar el dinero que se está inmovilizando en inventarios.

## **3) Fallas y errores. Tareas de reprocesamiento.**

La reducción de fallas y el lograr un óptimo en materia de eficacia lleva a un coste óptimo de calidad. Una mayor labor preventiva implica menos necesidades de labores de evaluación como también menores costes atinentes a fallas internas y externas. En este último caso con una importante reducción en la pérdida de clientes y un importante aumento en los niveles de satisfacción. La implementación del TQM con el acompañamiento del Control Estadístico de Procesos permite llevar a un mínimo los niveles de desperdicios o despilfarros motivados en fallas o errores en los diversos procesos y actividades. Un importante método destinado a evitar las fallas es la aplicación del Poka-Yoke (método a prueba de errores). Así pues con sistemas automáticos de recálculo, o bien con listas de control pueden lograrse una importante reducción en materia de falencias operativas.

## **4) Movimientos.**

Constituidos por todas las pérdidas de tiempo y energía debido a errores en la concepción ergonómica de las labores. A nivel operativo, corregir dichas falencias permite incrementar notablemente los niveles de productividad, y por lo tanto reducir los costes.

## **5) Transporte.**

La sola reducción de inventario, reduce notablemente no sólo los costes de transporte, sino también los tiempos de procesamiento de las operaciones. Un buen layout y el reordenamiento de labores en trabajos grupales evitan tanto el transporte innecesario, como también los tiempos muertos en las bandejas de espera.

## **6) Esperas.**

Procesos mal diseñados y excesiva cantidad de actividades sin valor agregado generan elevados tiempos muertos con sus consecuencias en los niveles de satisfacción del cliente. Otro de los factores generadores de pérdidas de tiempo o incremento en los tiempos de esperas está dado por los tiempos de preparación y los provocados por las averías y sus correspondientes reparaciones. Para los tiempos de preparación se utiliza el método SMED creado por Shigeo Shingo, destinado a la reducción de dichos tiempos. En lo correspondiente a las averías, la utilización del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en los equipos e instalaciones permite un mejor servicio, con escasos niveles de reparaciones y pérdidas de tiempo, y por lo tanto con un máximo de servicio al cliente. Muy importante también a efecto de disminuir los tiempos de espera o tiempo totales de ciclos, son las labores de layout, y de trabajo en grupos (células de trabajo).

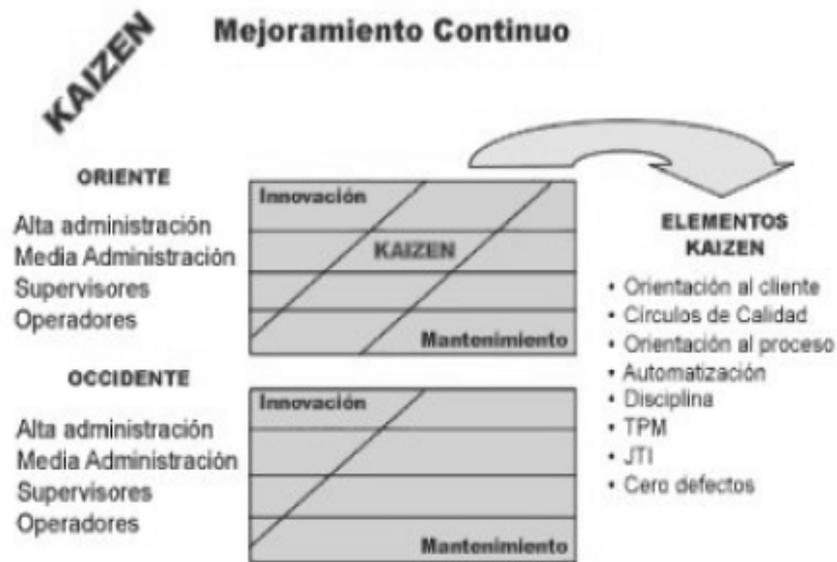
## **7) Procesamiento.**

Duplicación de procesos, problemas de layout, escasa preparación del personal, actividades sin valor agregado, y formularios/listados mal diseñados, entre muchas otras, originan elevados tiempos de espera, desperdicios de recursos humanos, edilicios y financieros.

### 1.6.2. Kaizen.

La palabra kaizen significa mejoramiento y su objetivo como tal es la mejora de los procesos para conseguir optimizar todos los recursos que dispone una empresa.

Por otra parte la metodología kaizen, permite mantener y mejorar el estándar de trabajo mediante mejoras pequeñas y graduales.



### Comparación Innovación Vs Kaizen

#### INNOVACION

- Creatividad
- Individualismo
- Orientada al especialista
- Orientada a la tecnología
- Información: cerrada
- Buscar nueva tecnología
- Línea + personal
- Retroalimentación limitada

#### KAIZEN

- Adaptabilidad
- Trabajo en equipo
- Orientada al sistema
- Atención a los detalles
- Orientada a las personas
- Información: abierta
- Tecnología existente
- Retroalimentación amplia

**Figura 3.** Kaizen, mejoramiento continuo e innovación.

**Fuente:** [www.lean-sigma.es/kaizen-mejora-continua.php](http://www.lean-sigma.es/kaizen-mejora-continua.php)

La metodología kaizen fue desarrollada en Japón en la línea del modelo de gestión lean manufacturing. Actualmente, empresas de todos los sectores, son beneficiarias de los resultados que esta metodología les aporta.

#### **1.6.2.1. Los sistemas kaizen.<sup>6</sup>**

El kaizen implica para su continuo desarrollo la puesta en operaciones de seis sistemas:

*La Gestión de Calidad Total (TQM)*, implica conocer los requerimientos del cliente, medir sus niveles de satisfacción y realizar tanto labores preventivas como de evaluación, destinadas tanto a lograr el mayor nivel de satisfacción tanto de los clientes externos como internos. Esta gestión de calidad total permitirá a la empresa no sólo prestar servicios de alto nivel, cumpliendo con las promesas y expectativas de sus clientes, sino además hará factible lograr estos servicios con el menor coste posible, un mayor nivel de productividad y seguridad tanto en las operaciones como en la toma diaria de decisiones.

*El Mantenimiento Productivo Total (TPM)*, destinado a lograr un nivel de cero averías en los equipos y sistemas. El TPM está comprendido por:

- Labores de limpieza, ajuste y lubricación efectuados por el mismo personal.
- Capacitación en la correcta y mejor utilización de las diversas máquinas y bienes de uso.
- Diseño especial de máquinas e instrumentos para determinado tipo de tareas.
- Control y limpieza periódica de todas las partes a cargo del personal de mantenimiento.
- Reparaciones y sustitución de componentes en función a la frecuencia de fallas o tiempos de duración.

*El Just in Time*, (Justo a Tiempo) implica hacer uso de los recursos en el momento requerido, reduciendo al máximo tanto los niveles de stocks como así también los tiempos involucrados en los ciclos operativos.

---

<sup>6</sup>Feld William M. Lean Manufacturing: Herramientas, técnicas y cómo usarlas. Editorial The St. Lucie Press.

El just in time tiende a la eliminación de siete grandes desperdicios que ocasionan menores niveles de calidad y productividad, como así también costos más elevados.

**Actividades de grupos pequeños.** Conformado por las actividades de los círculos de Control de Calidad, incrementan la participación activa del personal en la solución de problemas, tanto de calidad como a los costos, productividad, seguridad, atención al cliente entre muchas otras. Hoy más que nunca es necesario que el empleado ponga a disposición tanto sus manos como su cerebro.

Si a más se le agrega el trabajo en equipo, ello permitirá encontrar continuamente nuevas formas de mejorar la performance de la empresa. Para lograr esas labores grupales de manera eficaz es fundamental la capacitación del personal en tres aspectos: el trabajo en equipo, las herramientas de gestión y el control estadístico de procesos (SPC).

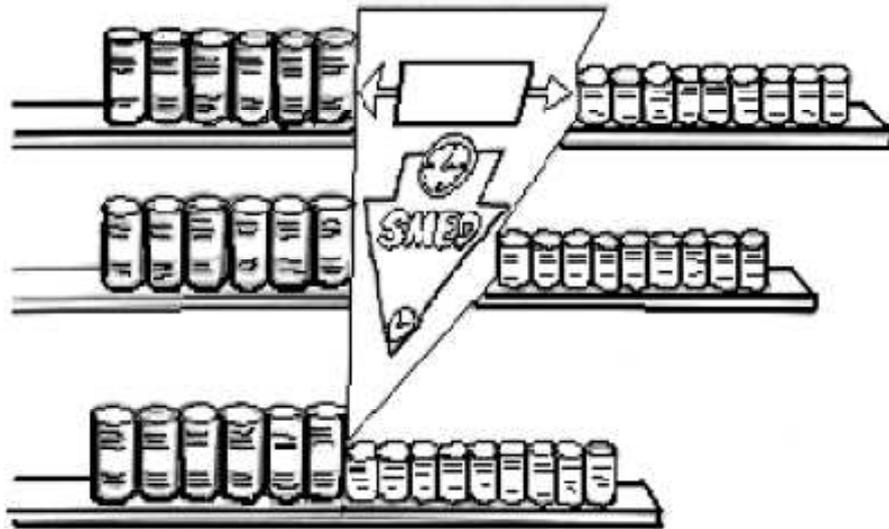
**El Sistema de Sugerencias,** constituye una manera efectiva por la cual es personal expresa tanto sus conocimientos, experiencias y capacidades creativas a los efectos de mejorar tanto los procesos, como el diseño de los servicios. Y por último tenemos en el Despliegue de las Políticas, la forma por la cual la dirección hace partícipe al resto de la estructura organizacional en la conformación de los planes operativos y el diseño de las políticas.

**Benchmarking.** Es un proceso positivo, proactivo, para cambiar las operaciones en una forma estructurada para lograr el desempeño excelente. Los beneficios de utilizar el benchmarking son que se obliga a las empresas a investigar las mejores prácticas de la industria externa e incluirlas en sus operaciones. Esto conduce a negocios rentables, con alta utilización de los activos, que satisfacen las necesidades de los clientes y que tienen una ventaja competitiva. Benchmarking se basa firmemente en la insistencia de Sun Tzu de contemplar y comprender no sólo el mundo interno de la empresa sino más importante aún, evaluar constantemente el externo. El término japonés danotsu, que significa “ser el mejor entre los mejores”, refleja claramente la filosofía que persigue el benchmarking.

### 1.6.3. SMED.<sup>7</sup>

Acrónimo de Single Minute Exchange of Die, que literalmente quiere decir “cambio de una matriz en minutos de un solo dígito” ó “cambio de útiles en menos de diez minutos”. En la práctica atiende a una sistemática que permite ahorrar tiempo en los cambios de máquina.

El SMED es una técnica desarrollada para acortar los tiempos de cambios de configuración o herramienta en las máquinas durante la fabricación de productos de especificación distinta en una misma línea de producción; esto se logra mediante la simplificación de las actividades realizadas durante los cambios, involucrando al factor humano para trabajar de una manera más inteligente con el menor esfuerzo posible. Aunque dichos tiempos no necesariamente pueden ser acortados a diez minutos o menos; con su implementación, se puede lograr una reducción significativa.



**Figura 4.** Representación gráfica del sistema SMED.

**Fuente:**“El Sistema Smed. Unarevolución en la manufactura”.

Shingo Shigeo. Productivity press.

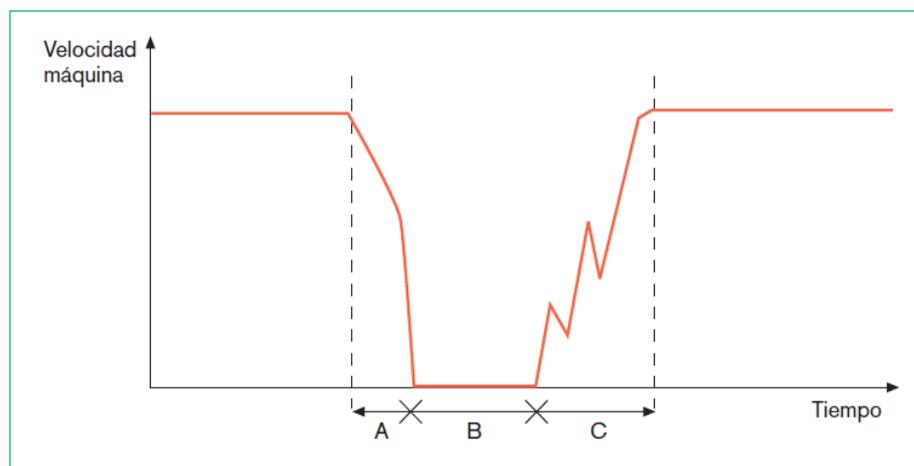
<sup>7</sup>Chase – Jacobs – Aquilano. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial McGraw-Hill Interamericana.

Apuntes acerca del SMED, archivo propiedad de GPS Consulting Group – Quito.

Dentro de la metodología del SMED se enuncian reiteradamente algunos términos como son tiempo de configuración o cambio, actividades u operaciones internas y externas; expresiones que van a ser conceptualizadas.

#### 1.6.4. Tiempo de configuración.

Es el tiempo que transcurre desde la fabricación de la última pieza válida de una serie, hasta la primera pieza correcta de la siguiente serie. También algunos entendidos en el tema enuncian que el tiempo de configuración es aquel tiempo requerido para poner a punto o dejar lista a una máquina para que empiece su producción ya sea al inicio de la jornada o en el transcurso de la misma.



A - Decremento de velocidad hasta parada de la máquina

B - Tiempo de cambio con máquina parada

C - Tiempo de arranque hasta conseguir velocidad de trabajo, incluyendo pruebas de verificación de piezas

**Figura 5.** Distribución del tiempo en un cambio.

**Fuente:** [www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/55/40/a40.pdf](http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/55/40/a40.pdf)

Cabe recalcar que el cambio o configuración no termina hasta que se consigue sacar la primera pieza correcta, pues en numerosas ocasiones, el tiempo dedicado a pruebas es superior al tiempo de preparación de la máquina.

Para entender cómo el SMED puede ayudar, tenemos que mirar el proceso de cambio. Normalmente, cuando el último producto de un lote se ha hecho, el equipo se apaga y bloquea; la línea se limpia, las herramientas se quitan o se ajustan, se verifican los valores críticos (temperatura, acumuladores, tolvas

cargadas, etc.), los ajustes se realizan y, finalmente, inicia el proceso del producto del nuevo lote, mientras se realizan ajustes y adaptación de la calidad y velocidad a las normas. Este proceso toma tiempo, el mismo que puede reducirse a través del SMED.

#### 1.6.5. Operaciones externas.<sup>8</sup>

Son aquellas operaciones o actividades que se pueden realizar con la máquina funcionando (buscar, trasladar, limpiar herramientas, etc.). También son denominadas como operaciones de cambio de útiles con máquina funcionando (OMF).

#### 1.6.6. Operaciones internas.

Son aquellas operaciones o actividades que se deben realizar con la máquina detenida (amarrar, posicionar, limpiar máquina, etc.). También son denominadas como operaciones de cambio de útiles con máquina parada (OMP).

PASOS	OPERACIÓN	PROPORCIÓN DE TIEMPO
1	Preparación, ajustes antes del proceso y chequeo de materia prima	30%
2	Montaje y desmontaje de dispositivos	5%
3	Mediciones y calibraciones	15%
4	Registros y ajustes	50%

**Tabla 1.** Secuencia de los pasos de configuración en una máquina.

**Fuente:** “El Sistema Smed. Una revolución en la manufactura”.

Shingo Shigeo. Productivity press.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

<sup>8</sup> [www.navactiva.com](http://www.navactiva.com)

### **1.6.7. Objetivos del SMED.<sup>9</sup>**

- ❖ Crear la posibilidad de producir mediante lotes más pequeños sin afectar el costo.
- ❖ Reducir la cantidad e inventario.
- ❖ Mejorar la calidad del producto.
- ❖ Reducir desperdicios (tiempo, movimientos y material).
- ❖ Incrementar la flexibilidad de la planta.
- ❖ Mejorar en el tiempo de entrega del producto.

Una vez parada la máquina, el operario no debe apartarse de ella para hacer operaciones externas. Lo que se busca al estandarizar las operaciones es que, con la menor cantidad de movimientos se puedan hacer rápidamente los cambios, de tal forma que se vaya perfeccionando el método y forme parte del proceso de mejora continua de la empresa.

La clave del SMED está en analizar todas las operaciones, clasificarlas, y buscar la manera de convertir operaciones internas en externas, estudiando también la forma de acortar las operaciones internas con la menor inversión posible.

### **1.6.8. Beneficios del sistema SMED.<sup>10</sup>**

Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro. Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- ❖ Reducir el tiempo de configuración y pasarlo a tiempo productivo.
- ❖ Reducir el tamaño del inventario.
- ❖ Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- ❖ Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.

---

<sup>9</sup>[www.lean-vision.com](http://www.lean-vision.com)

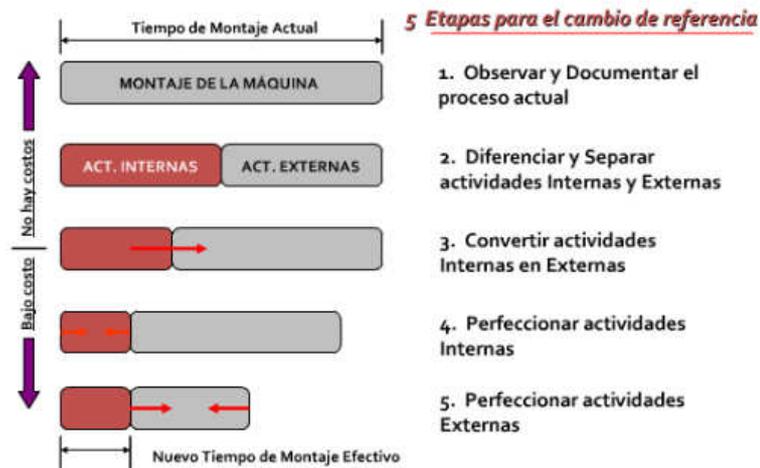
<sup>10</sup>Chase – Jacobs – Aquilano. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial McGraw-Hill Interamericana.

Esta mejora en el acortamiento del tiempo aporta ventajas competitivas para la empresa ya que no tan solo existe una reducción de costos, sino que aumenta la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda.

Algunos de los tiempos que se eliminan, aparecen como despilfarros habitualmente de la siguiente forma:

- ❖ Los productos terminados se trasladan al almacén con la máquina parada.
- ❖ El siguiente lote de materia prima se trae del almacén con la máquina parada.
- ❖ Las cuchillas, matrices, etc. no están en condiciones de funcionamiento.
- ❖ Algunas partes que no se necesitan se llevan cuando la máquina todavía no está funcionando.
- ❖ Faltan tornillos y algunas herramientas no aparecen cuando se necesitan durante el cambio.
- ❖ El número de ajustes es muy elevado y no existe un criterio en su definición.

### 1.6.9. Fundamentos del SMED.<sup>11</sup>



**Figura 6.** Metodología de implantación del SMED.

**Fuente:** [www.slideshare.net/bomconsulting/smed-alistamiento-rpido-de-equipos-lean-manufacturing](http://www.slideshare.net/bomconsulting/smed-alistamiento-rpido-de-equipos-lean-manufacturing)

<sup>11</sup> [www.slideshare.net/bomconsulting/smed-alistamiento-rpido-de-equipos-lean-manufacturing](http://www.slideshare.net/bomconsulting/smed-alistamiento-rpido-de-equipos-lean-manufacturing)

Después de varios años estudiando los procedimientos de montaje y desmontaje de las máquinas, Shigeo Shingo establece la teoría del SMED, dividiendo la implementación de éste en varias etapas.

Para poder implementar correctamente la técnica y obtener resultados satisfactorios se deben aplicar todas sus fases, las mismas que se detallan a continuación:

#### **1.6.9.1. Etapa preliminar.<sup>12</sup>**

Esta etapa es fundamental para el éxito del análisis posterior. En ella se ha de realizar un análisis profundo de las operaciones que se realizan en el cambio, desglosándolas todo lo posible y determinando el tiempo que requiere cada una de ellas, además de todas las herramientas que se precisan. No se debe conformar con conocer las operaciones que se realizan, sino que se debe comprender por qué se realizan. En algunos casos será muy evidente, en otros, todo lo contrario. Es muy posible incluso que nadie sepa por qué se realiza la tarea, ya que simplemente se deba al hábito y no a la necesidad.

Resulta bueno recordar que lo que no se conoce no se puede mejorar, por ello en esta etapa se realiza un análisis del proceso inicial del cambio con las siguientes actividades:

- Registro de tiempos de cambio.
  - ✓ Conocer la media y la variabilidad.
  - ✓ Escribir las causas de la variabilidad y estudiarlas.
- Estudiar las condiciones actuales del cambio.
  - ✓ Análisis con cronómetro.
  - ✓ Entrevistas con operarios.
  - ✓ Sacar fotografías.

Esta etapa es más útil de lo que se cree, y el tiempo que se invierta en su estudio puede evitar posteriores modificaciones del método al no haber descrito la dinámica de cambio inicial de forma correcta.

---

<sup>12</sup>Shingo, Shigeo. El sistema Smed. Una revolución en la manufactura. Productivity press.

Dos herramientas que ayudan mucho en esta etapa son:

- Manual de la máquina, muchas veces olvidado, pero en numerosas ocasiones ayuda a entender algunas de las operaciones de cambio y a responder muchas de las preguntas que se presentarán.
- La cámara de video, con la que podremos grabar los cambios, para desglosar más fácilmente las operaciones pues se podrá ver en repetidas ocasiones; por otro lado, será muy útil también para determinar los tiempos de cada una de ellas. En el caso que existan dos personas, se recomienda tomar un plano donde entren todas las personas o bien que existan tantas cámaras como personas, lo cual favorecerá la realización de grabaciones más detalladas.

En esta etapa las operaciones internas y externas se encuentran muy revueltas y no se diferencian. El objetivo fundamental de esta etapa es el de identificar todos los elementos de la preparación, clasificarlos, cuantificarlos y priorizarlos.

#### **1.6.9.2. Primera etapa: Identificación y clasificación de operaciones internas y externas.**

Esta etapa es la más sencilla de todas, simplemente se deben identificar y clasificar aquellas operaciones que se realizan con la máquina en marcha de aquellas que se deben realizar con la máquina detenida.

Existen una gran cantidad de tareas que claramente se pueden realizar antes de parar las máquinas, como por ejemplo reunir al personal necesario, preparar piezas y herramientas, hacer reparaciones a las anteriores y llevar herramientas y piezas cerca del equipo.

Es muy útil realizar una lista de comprobación con todas las partes y pasos necesarios para una operación, incluyendo nombres, especificaciones, herramientas, parámetros de la máquina, etc. A partir de esa lista realizaremos una comprobación para asegurarnos de que no hay errores en las condiciones de operación, evitando pruebas que hacen perder el tiempo.

El paso más importante en la realización del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna y la externa. Todo el mundo está de acuerdo en que la preparación de piezas, el mantenimiento de los útiles, herramientas y operaciones análogas no se deben hacer mientras la máquina esté parada. Sin embargo, sorprendentemente, esto ocurre constantemente. Si hacemos un esfuerzo científico para tratar la mayor parte posible de la operación de preparación como externa, el tiempo necesario para la preparación interna realizada mientras la máquina no funciona se reducirá entre un 30 y 50%.



**Figura 7.** Descripción gráfica de la primera etapa del SMED.

**Fuente:**“El Sistema Smed. Unarevolución en la manufactura”.

Shingo Shigeo. Productivity press.

### **1.6.9.3. Segunda etapa: Segregación de operaciones internas y externas.**

Consiste en eliminar del cambio aquellas operaciones que no sean necesarias, se estén realizando mal o simplemente el procedimiento no sea el adecuado, siempre y cuando se lo realice bajo un análisis muy exhaustivo operación por operación. Algunas de las operaciones que quedan pasan a la siguiente etapa en donde nuevamente son evaluadas para ser convertidas y/o eliminadas.

A efectos de prescindir por completo de la preparación, pueden adoptarse dos criterios. El primero consiste en utilizar un diseño uniforme de los productos o emplear la misma pieza para distintos productos; y el segundo enfoque consiste en producir las distintas piezas al mismo tiempo.

Esto último puede lograrse por dos métodos. El primer método es el sistema del conjunto. Por ejemplo, en el mismo troquel, se tallan dos formas diferentes. El segundo método consiste en troquelar las distintas piezas en paralelo, mediante la utilización de varias máquinas de menor costo.

Otro criterio es la eliminación de los ajustes. Las operaciones de ajuste suelen representar el 50 o 70% del tiempo de preparación interna. Es muy importante reducir este tiempo para acortar el tiempo total de configuración.

Los ajustes normalmente se asocian con la posición relativa de piezas, pero una vez hecha la configuración se demora un tiempo en lograr que el primer producto bueno salga bien.

Se llama ajuste en realidad a las no conformidades que a base de prueba y error van llegando hasta hacer el producto de acuerdo a las especificaciones (además se emplea una cantidad extra de material).

Se parte del hecho que los mejores ajustes son los que no se necesitan, por eso se recurre a fijar las posiciones. Se busca recrear las mismas circunstancias que la de la última vez. Como muchos ajustes pueden ser hechos como trabajo externo se requiere fijar las herramientas. Los ajustes precisan espacio para acomodar los diferentes tipos de utensilios por lo que requiere espacios estándar.

#### **1.6.9.4. Tercera etapa: Conversión de operaciones internas y externas.**

En esta etapa se deben realizar dos pasos fundamentales: Observar y analizar las funciones y propósitos de cada operación, redefiniendo las que no estén funcionando correctamente y eliminando las que no sean necesarias.

Se debe reevaluar cada operación para ver si se está considerando erróneamente como interna.



**Figura 8.** Descripción gráfica de la tercera etapa del SMED.

**Fuente:** “El Sistema Smed. Una revolución en la manufactura”.

Shingo Shigeo. Productivity press.

La idea también es preparar todo lo necesario fuera de la máquina en funcionamiento para que cuando ésta se pare se haga el cambio necesario, de modo que pueda comenzar a funcionar rápidamente.

Una vez desglosadas todas las operaciones y segregadas algunas, es necesario estudiar cada operación restante una por una, haciéndose la misma pregunta: ¿esta operación se podría hacer con la máquina en marcha? Lógicamente todas aquellas operaciones que se puedan realizar con la máquina en marcha acortarán el tiempo de configuración.

Para convertir las operaciones internas en externas se debe pensar en modificaciones técnicas, modificaciones del método de trabajo, redistribuciones de operaciones, sincronización de tareas, etc. Una vez que se han pasado las operaciones internas a externas, aún se puede recortar más tiempo, para ello algunas de las mejoras que se pueden aplicar podrían ser:

- **Mejoramiento de elementos externos:** Las mejoras en el almacenamiento y transporte de piezas y herramientas pueden contribuir a la mejora de las operaciones aunque no serán, en ningún caso, suficientes por sí solas.
- **Mejoramiento de elementos internos:** Para lograr esto existen algunas técnicas útiles que facilitarían el mejoramiento:

- ✓ **Implementación de operaciones en paralelo:** En cierta clase de operaciones de algunas máquinas, llevan asociadas invariablemente trabajos, tanto delante como detrás de la máquina. Cuando estas operaciones son realizadas por una sola persona se malgasta continuamente movimiento mientras se desplaza alrededor de la máquina.

Las operaciones en paralelo que necesitan más de un operario ayudan mucho en acelerar este tipo de trabajos. Cuando se realiza una operación en paralelo se debe poner especial atención en evitar esperas innecesarias.

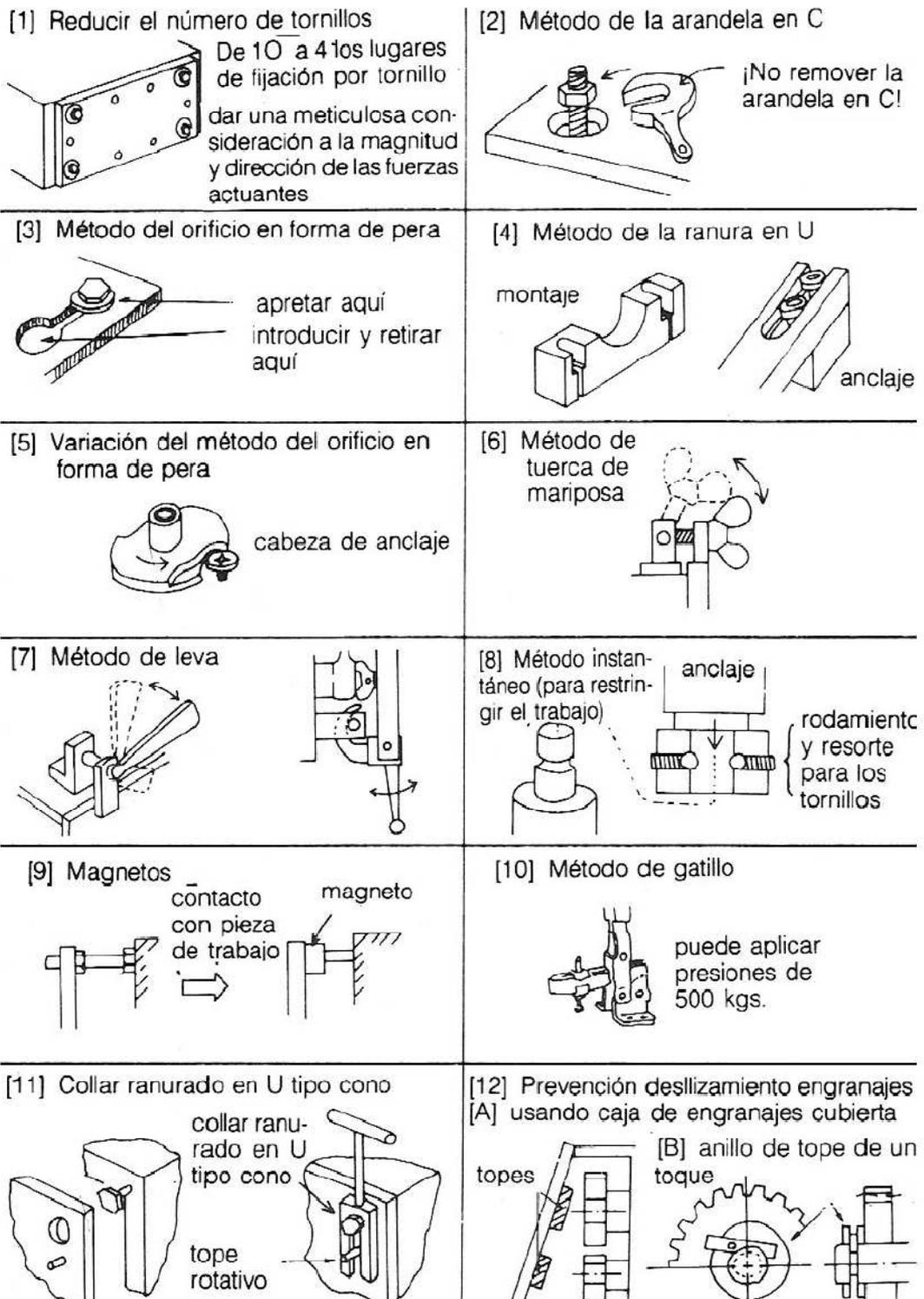
El tema más importante al realizar operaciones paralelas es la seguridad. Cada vez que uno de los operadores ha completado una operación elemental, debe señalarlo a otro u otros trabajadores. Los directores dicen a menudo que el tener personal insuficiente les impide realizar operaciones en paralelo. Este problema se elimina con el sistema SMED porque sólo será necesaria una asistencia en pocos minutos, e incluso pueden ayudar los trabajadores no especializados, puesto que las operaciones a realizar son simples.

- **Estandarización solo de partes necesarias de la máquina:** Si el tamaño y la forma de todas las máquinas se estandarizan completamente, el tiempo de preparación se verá reducido considerablemente. Pero dado que esto resulta algo costoso se aconseja estandarizar solamente la función necesaria para las preparaciones.

- **Utilización de herramientas complementarias:** Es necesario proceder a la estandarización de las herramientas complementarias para poder hacer los procesos de configuración de manera eficiente y mucho más rápidos.
- **Utilización de un sistema de preparación mecánica:** Utilizar sistemas hidráulicos o neumáticos para facilitar varias operaciones y hacerlas con mayor rapidez. También existen mecanismos electrónicos que reducen el tiempo al operario.
- **Utilización de anclajes funcionales:** Un anclaje funcional es un dispositivo de sujeción que sirve para mantener objetos fijos en su sitio con un esfuerzo mínimo. El método directo de sujeción por ejemplo cuando un perno entra en el útil, si se tienen 15 hilos entonces tendrían que dar 14 vueltas al perno y con la última sería con la que realmente se apretaría, las primeras 14 vueltas son un despilfarro. Si la misión de un perno simplemente es la de sujetar o soltar, su longitud debería determinarse de modo que solo necesite una vuelta. El perno será, en ese caso, un anclaje funcional.

Además de las ideas de mejora anteriormente mencionadas, se podrían obtener otras:

- ❖ Adquirir elementos de transporte especiales (para material, herramientas, etc.).
- ❖ Identificar ubicaciones específicas (para material, herramientas, etc.).
- ❖ Reducir el número de herramientas, estandarizarlas, etc. (para reducir su coste).
- ❖ Colocar visualizadores digitales (para evitar ajustes, mediciones complejas, etc.).
- ❖ Instalar dispositivos de protección (para asegurar la salud de las personas).
- ❖ Segregar los residuos, reducir vertidos, ahorrar energía (para minimizar el impacto ambiental).



**Figura 9.** Ejemplos de anclajes funcionales.

**Fuente:** "Les nouvelles règles de la production". P. Béranger. Editorial Dunod.

### **1.6.10. Implantación en la máquina.<sup>13</sup>**

Una vez que ya se tiene completamente definido el método y además se tiene una estimación teórica del cambio, es el momento de ponerlo en práctica. Ahora es cuando tienen que entrar en juego las personas que realizan la configuración, desterrando en muchos casos, viejas costumbres y un método de trabajo adquirido durante muchos años. Es por eso que esta fase es muy delicada, puesto que la actitud de las personas a los cambios de hábitos suele ser negativa.

Para paliar estas posibles dificultades es preciso realizar nuevas tareas de formación e información, no solo de la filosofía SMED, sino del caso particular que les ocupa, explicando detenidamente cuál es la nueva forma de trabajar, hasta que la nueva forma de trabajo se convierta en la habitual.

Destacar también, que es muy importante realizar un seguimiento detallado al menos hasta que se consiga trabajar de la manera deseada. La mejor manera no pasa simplemente por medir los tiempos de cambio, sino por observar y grabar los mismos con el fin de detectar las desviaciones que se pueden producir sobre el método de trabajo estándar, para así poder corregirlas, o bien para corregir el propio método de trabajo.

### **1.6.11. Pautas para la correcta aplicación del SMED.**

Para asegurar el éxito de un proyecto SMED se recomienda seguir las pautas que a continuación se presentan:

- **Constitución de un equipo de trabajo y desarrollo de técnicas de grupo.**

El equipo deberá estar constituido por varias personas, entre las que se destacan:

---

<sup>13</sup>Shingo, Shigeo. Sistema Smed. Unarevolución en la manufactura. Productivity press.

Chase – Jacobs – Aquilano. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial McGraw-Hill Interamericana.

- a) Una persona que tenga un elevado conocimiento de la máquina y de los trabajadores. Podría tratarse de un operador o en su defecto de un encargado.
- b) Una persona con experiencia en la reducción de tiempos de cambio para que lidere el proyecto en base a su experiencia.
- c) Suele ser importante, sobre todo en la fase de optimización, contar con personal de mantenimiento.
- d) Finalmente contar con el responsable de la producción o de mejora continua será fundamental para alcanzar los objetivos.

- **Formación en la filosofía y técnicas del cambio rápido.**

Se debe dar a conocer el proyecto no solo a los operadores que trabajan con la máquina objeto del estudio, sino al resto de la organización, pues así se creará un clima general que ayudará muy positivamente a la ambición por la reducción de los tiempos de configuración.

- **Seleccionar una prueba piloto.**

En el caso de que se pretenda realizar dicha técnica en más de una máquina, se recomienda elegir una atendiendo simplemente a factores de criticidad como sobrecarga de trabajo. Una vez culminado con la máquina, y con la experiencia adquirida en ella, se pasará a otra máquina y así sucesivamente.

- **Establecer un objetivo de reducción en los tiempos de configuración.**

Tras un pequeño análisis previo de la situación actual y en base a la experiencia, o simplemente a la necesidad de reducción, se establecerá un objetivo en forma de porcentaje de tiempo a reducir.

- **Llevar a cabo las etapas del SMED.**

Dichas etapas se han explicado anteriormente de una manera detallada.

- **Implantación de las medidas llevadas a cabo y del nuevo estándar de trabajo.**

Una vez que se tenga el nuevo método de trabajo desarrollado y las contramedidas necesarias, éstas se han de implantar. El primer paso para la implantación será la formación de los trabajadores.

- **Control y seguimiento de la implantación.**

Una vez que el nuevo método estándar se ha implantado, es necesario realizar seguimientos del mismo, con el fin de verificar el método y corregir diferentes deficiencias que vayan surgiendo.

- **Establecer una extensión del proyecto al resto de máquinas.**

Como ya se comentó anteriormente, si se desea aplicar la técnica a más de una máquina, una vez terminado con la primera se pasará al resto, lo que permitirá beneficiarse de la experiencia adquirida en la primera de las máquinas.

#### **1.6.12. Estudio de tiempos.<sup>14</sup>**

En la actualidad, el estudio de tiempos con cronómetro es el método de medida del trabajo que se emplea con mayor frecuencia.

Se utiliza este estudio para determinar el tiempo requerido por una persona calificada, trabajando a una marcha normal, para realizar un trabajo específico. Hay que observar que mientras el estudio de métodos es en gran parte análisis, el estudio de tiempos entraña mediciones. El estudio de tiempos se utiliza para medir el trabajo y su resultado es el tiempo en minutos que una persona adecuada a la tarea, instruida en el método específico, para ejecutar dicha tarea si trabaja a una marcha normal.

---

<sup>14</sup>Fred E. Meyers-Matthew. Stephen. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.

Niebel - Freivalds. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Grupo editor Alfaomega.

### **1.6.12.1. Definición de estudio de tiempos.**

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada.

### **1.6.12.2. Alcance del estudio de tiempos.**

Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento.

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente.

### **1.6.12.3. Usos del estudio de tiempos.<sup>15</sup>**

- a) Determinar programas y planificar el trabajo.
- b) Determinar costes tipo y ayudar a la preparación de presupuestos.
- c) Estimar costes de un producto previamente a su fabricación. Esta información es valiosa para la preparación de ofertas y para la determinación de precios de venta.

---

<sup>15</sup>Chase – Jacobs – Aquilano. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Editorial McGraw-Hill Interamericana.

- d) Determinar la eficacia de las máquinas, número de estas que puede manejar una persona; número de personas necesarias en un grupo o cuadrilla y para ayudar a equilibrar las líneas de montaje y el trabajo realizado en transportador.
- e) Determinar tiempos tipo que se han de utilizar como base para la aplicación de un sistema de primas por rendimiento a la mano de obra directa.
- f) Determinar tiempos tipo que se han de utilizar como base para el pago de la mano de obra indirecta, como transportistas e instaladores.
- g) Determinar tiempos tipo, que servirán de base de control de coste de mano de obra.

#### **1.6.12.4. Preparación para el estudio de tiempos.**

Seleccionar la operación es decir qué operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo general que se persigue con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección:

- a. El orden de las operaciones según se presentan en el proceso.
- b. La posibilidad de ahorro que se espera en la operación.
- c. Según necesidades específicas.

#### **1.6.12.5. Selección del operador.**

Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos: Habilidad, deseo de cooperación, temperamento y experiencia.

#### **1.6.12.6. Actitud frente al trabajador.**

- ❖ El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.

- ❖ El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.
- ❖ No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- ❖ Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.
- ❖ El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.

#### **1.6.12.7. Ejecución del estudio de tiempos.**

Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos. La información se puede agrupar como sigue:

- Información que permita identificar el estudio cuando se necesite.
- Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina.
- Información que permita identificar al operario.
- Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

- a. Objeto de la operación.
- b. Preparación de herramientas y patrones.
- c. Condiciones de trabajo.
- d. Distribución de máquinas y equipos.
- e. Principios de economía de movimientos.

- a. **Objeto de la operación:** Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.
- b. **Preparación de herramientas y patrones:** La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades. En trabajos de alta actividad, es importante efectuar reducción en tiempos unitarios de producción hasta un valor mínimo absoluto. Una buena práctica de preparación no sucede por casualidad, ésta debe ser planeada.
- c. **Condiciones de trabajo:** Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario. Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes de agua, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo.
- d. **Distribución de maquinaria y equipo:** Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.
- e. **Principios de economía de movimientos:** Las mejoras de métodos no necesariamente envuelven cambios en el equipo y su distribución. Un análisis cuidadoso de la localización de piezas en el área de trabajo y los movimientos requeridos para hacer una tarea, resultan a menudo en mejoras importantes.

#### **1.6.12.8. Requerimientos para el estudio de tiempos.<sup>16</sup>**

Deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales antes de realizar un estudio de tiempos. Por ejemplo, si se requiere un estándar de una nueva tarea, o de una tarea anterior en la que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas.

Los analistas deben comunicar al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. Cada parte puede hacer planes específicos y tomar las medidas necesarias para realizar un estudio coordinado y adecuado. También se ha de investigar la cantidad de material disponible para que no ocurran faltantes durante el estudio. Si dispone de varios operarios para el estudio, debe determinar quién tendrá los resultados más satisfactorios. El representante del sindicato se asegura que sólo se elijan operarios capacitados, competentes y debe explicarles por qué se realiza el estudio y responder cualquier pregunta pertinente que surja de los operarios.

#### **1.6.12.9. Equipo a utilizar.**

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro, apoya brazos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una calculadora de bolsillo. Generalmente se utilizan dos tipos de cronómetros, el ordinario y el de vuelta a cero. También puede ser útil un equipo de videograbación. Respecto al apoya brazos, consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos.

---

<sup>16</sup>Niebel-Freivalds. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Grupo Alfaomega.

#### **1.6.12.10. Videograbación.<sup>17</sup>**

Las cámaras de video son ideales para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido. Al tomar película de la operación y después estudiarla un cuadro a la vez, el analista puede registrar los detalles exactos y después asignarle valores de tiempos normales. También puede establecer estándares proyectando una cinta a la misma velocidad que la grabación y calificar el desempeño del operario. Debido a que todos los hechos están ahí, observar el video es una manera justa y precisa de calificar el desempeño. Además, las mejoras potenciales de los métodos pocas veces se detectan con el procedimiento del cronómetro.

### **1.7. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.**

¿Al aplicar el sistema SMED (Single Minute Exchange of Die) en la máquina envasadora thiele, se reducirán los tiempos de configuración para mejorar la productividad?

---

<sup>17</sup>García, Roberto. Estudio del Trabajo - medición del trabajo. Editorial McGraw-Hill.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA.

#### 2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Para cumplir con la finalidad del presente proyecto de investigación se hizo necesaria la realización de las siguientes tareas:

- Estudio cronométrico de tiempos y recopilación computarizada de datos para la obtención de estándares.
- Investigación y documentación del proceso y de la situación real en el área de envasado.
- Ejecución de la técnica SMED, etapa por etapa y bajo la supervisión del coordinador del proyecto.
- Acoplamiento del nuevo método de trabajo y entrega de documentación inherente al nuevo cambio.

#### 2.2. TIPO DE ESTUDIO.<sup>18</sup>

El proyecto que se efectuó en la planta de pinturas látex, en el área de envasado de la empresa Pinturas Cóndor S.A., estuvo basado en los siguientes tipos de investigación:

**Investigación aplicada:** Ya que en el estudio se aplicaron los conocimientos en la solución de un problema en la producción de un bien. La investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar. Por lo general su motivación es económico-utilitaria al estar directamente ligada al aparato productivo.

---

<sup>18</sup>Tamayo y Tamayo, M. El proyecto de investigación. Serie: aprender a investigar. Bogotá.

**Investigación de campo:** Su aplicación consistió en la observación en vivo y en directo de las cosas, comportamiento de operarios, circunstancias en las que ocurren las labores, etc. Al tratarse de este tipo de investigación, el autor se basó también en otras técnicas para el acopio de información como en la entrevista, la filmación y la fotografía.

**Investigación descriptiva:** Se aplicó este tipo de investigación al medir las variables con el fin de especificar sus propiedades importantes. Además permitió ordenar el resultado de las observaciones, las características, los factores, los procedimientos y otras variables.

**Investigación bibliográfica:** Debido a que este tipo de investigación supuso una identificación de fuentes secundarias, tales como: textos, revistas, entre otros; mismos que fueron necesarios para conocer a fondo la sistemática de este método. Finalmente, no se debe olvidar que dentro del proyecto existió un único investigador por lo que se trató además de una investigación individual.

### **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

Puesto que el proyecto exclusivamente se lo realizó en una sola máquina y en un área específica, no se hizo necesario extraer muestra alguna, ya que el número de personas involucradas fue mínimo. Así tenemos que para el proceso de envasado en la máquina thiele se cuenta con cuatro operarios en cada turno (dos turnos al día), que son distribuidos de la siguiente manera: un operario encargado del envasado y de las configuraciones de la máquina; otro operario para el apilado del producto en los pallets y dos operarios para la colocación de adhesivos en envases y tapas; es decir, se tuvo una población de estudio de ocho personas; grupo que se hizo muy manejable para el desarrollo de la investigación.

Cabe resaltar que el SMED establece la creación de un equipo de trabajo; para ello, y aparte de la población de estudio mencionada, se hizo imprescindible la cooperación del jefe y del supervisor del área de mantenimiento, así también integraron el equipo los supervisores de producción de pinturas (2) y el jefe de proyectos de mejora continua.

## 2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADORES
<b>TIEMPO DE CONFIGURACIÓN</b>	Variable dependiente	Es el tiempo que transcurre desde la fabricación de la última pieza válida de una serie, hasta la primera pieza correcta de la siguiente serie.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tiempo de ciclo.</li> <li>✓ Estadísticas de paros o fallas en la máquina.</li> <li>✓ Porcentaje de tiempo muerto o improductivo.</li> </ul>
<b>OPERARIO</b>	Variable independiente	Es el encargado de mediar funcionalmente entre una tecnología o dispositivo tecnológico y otra instancia que puede ser otro operador o profesional o el público en general.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tiempo efectivo o real del trabajador.</li> <li>✓ Índices de accidentabilidad.</li> </ul>
<b>MÁQUINAS</b>	Variable independiente	Es un conjunto de piezas o elementos móviles y fijos, cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, regular o transformar energía o realizar un trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de utilización.</li> <li>✓ Estado físico de la maquinaria.</li> </ul>
<b>HERRAMIENTAS</b>	Variable independiente	Es aquel elemento elaborado con el fin de hacer más sencilla una actividad o labor mecánica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de utilización.</li> <li>✓ Estado físico del herramental.</li> </ul>

**Tabla 2.** Operacionalización de las variables para el proyecto SMED.

**Fuente:** Apuntes y autores varios.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

## 2.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.<sup>19</sup>

En el trabajo efectuado se pudo establecer la utilización de dos clases de metodologías generales: el método empírico y el método lógico.

El método empírico se hizo presente en la percepción directa del objeto de investigación y del problema, en nuestro caso la máquina envasadora, la termoencogible y su tiempo de configuración. Dentro de los métodos empíricos utilizados encontramos la observación y la medición.

Mientras que el método lógico permitió hacer una deducción, un análisis, interpretación y al final una síntesis de los datos recabados.

Las técnicas que se utilizaron para recabar la mayor cantidad de información fueron la observación, la medición, listas de chequeo y las entrevistas. Mientras que los instrumentos que se utilizaron fueron: cronómetro, cámara digital, computador, utilitarios de office e internet.

La observación directa fue una técnica que se utilizó para identificar y posteriormente definir los procesos y secuencias tanto para el envasado, maquinaria, herramientas como para la configuración de la envasadora. Esta técnica se empleó en el área misma donde se desarrolla el proceso de envasado de pinturas látex.

La medición, fue utilizada en el estudio cronométrico de tiempos con el fin de determinar el tiempo total de proceso y de configuración. Este método se aplicó con la ayuda del cronómetro digital.

La lista de chequeo utilizada nos permitió evaluar de una manera a priori las condiciones del proceso, herramientas, materiales, etc. Esta lista también nos permitió conocer si los operarios identificaban el primer producto bueno o si los mismos estaban expuestos a algún riesgo mientras realizaban sus laborales.

---

<sup>19</sup> Zamora Gino. Apuntes varios sobre herramientas de decisión para la solución de problemas.

Resulta bueno aclarar que esta lista de chequeo fue muy general y no enfatizó ninguna temática, además fue realizada únicamente a los dos operarios principales de ambos turnos, mismos que son los encargados de la configuración de la máquina.

La entrevista permitió la obtención de información sobre todo del proceso de fabricación de pinturas látex, la investigación de datos generales de la máquina, de los operarios y de las condiciones necesarias que se necesitan para efectuar sus labores diarias, además de indagar los por qué de cada actividad y de las necesidades que podrían afectar directa e indirectamente al proceso y a los operarios. Esta técnica fue realizada durante todo el desarrollo del proyecto y fue la que más ayudó a la solución de problemas por las propuestas de mejora que manifestaron los operarios y el personal involucrado.

A partir del análisis de la información recabada también se debieron sostener pláticas con algunas de las personas que prestan sus servicios en estas áreas para complementar o afinar la información obtenida fruto de las entrevistas.

A más de lo citado, se hizo imprescindible, durante el desarrollo del proyecto, el uso de terceras técnicas, siendo ellas:

- La tormenta de ideas (brain storm); utilizada con el propósito de descartar lo que no es afín al objetivo y condensar de mejor manera las ideas.
- Las preguntas clásicas: ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Cómo?, con el objetivo de eliminar lo innecesario, combinar o reordenar las tareas y simplificarlas.
- Los ¿Por qué? sucesivos: a efecto de detectar posibilidades de cambio, simplificación o eliminación de tareas comprendidas en el proceso de cambio de herramientas o preparación de la máquina. Esta técnica estuvo fundamentalmente enfocada a la búsqueda de la causa raíz, o sea a los factores que en este caso concreto determinan los tiempos de preparación o cambio de herramientas.

ACTIVIDAD	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESPONSABLES
<b>ANÁLISIS PRELIMINAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observación</li> <li>✓ Entrevistas</li> <li>✓ Brain storm</li> <li>✓ ¿Por qué? ¿Por qué?</li> <li>✓ 5 W</li> <li>✓ Lista de chequeo</li> <li>✓ Análisis e interpretación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Layout de planta</li> <li>✓ Computador</li> <li>✓ Internet</li> <li>✓ Utilitarios de office</li> </ul>	Santiago Cruz
<b>ANÁLISIS DE OPERACIONES E INVESTIGACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observación</li> <li>✓ ¿Por qué? ¿Por qué?</li> <li>✓ 5 W</li> <li>✓ Medición (toma de tiempos)</li> <li>✓ Entrevistas</li> <li>✓ Análisis e interpretación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara fotográfica</li> <li>✓ Cronómetro</li> <li>✓ Data sheets</li> <li>✓ Computador</li> <li>✓ Internet</li> </ul>	Santiago Cruz Ing. Estuardo Soto
<b>CAMBIO Y PLAN DE MEJORA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Brain storm</li> <li>✓ ¿Por qué? ¿Por qué?</li> <li>✓ Entrevistas</li> <li>✓ Medición (toma de tiempos)</li> <li>✓ Análisis e interpretación</li> <li>✓ Trabajo en equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Información recabada</li> <li>✓ Cámara fotográfica</li> <li>✓ Cronómetro</li> <li>✓ Data sheets</li> <li>✓ Computador</li> </ul>	Ing. Estuardo Soto Santiago Cruz Personal de mantenimiento Operadores

**Tabla 3.** Técnicas utilizadas para el procesamiento y análisis de datos en el proyecto SMED.

**Fuente:** Apuntes varios.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

## **2.6. DESARROLLO DEL TRABAJO.**

El proyecto surgió como una idea de mejora continua que se estableció entre el autor del proyecto y el Departamento de Proyectos en la persona del Jefe de Proyectos de Mejora Continua; por lo que el autor se enfocó específicamente en desarrollar el trabajo y más no en analizar qué proyecto sería factible para el área.

Como preámbulo cabe mencionar que la sección de envasado cuenta con dos tipos de envasado: el manual y el semiautomático. Para el primero es necesaria la utilización de un equipo que es una especie de trípode con una tolva que posee un orificio en su parte inferior, el cual está conectado a una válvula que permite el paso de pintura, misma que debe ser regulada manualmente por el operario. Además de ello se dispone una mesa de trabajo que le permite colocar en ella los recipientes a ser envasados.

Por otro lado, en el envasado semiautomático se tiene una bomba volumétrica que impulsa la pintura desde la tolva hacia la boquilla, en donde el operario a través de dispositivos electrónicos puede regular la presión y la cantidad de pintura. Los envases llenos y tapados son llevados por medio de una banda transportadora hasta la termoencogible, en donde se le coloca el plástico y se lo encoge por medio del calor hasta que tome la forma periférica de los envases.

La empresa actualmente dispone de dos máquinas envasadoras de este tipo (semiautomáticas), siendo más bien conocidas por los nombres de sus fabricantes: DeVree y Thiele. La primera está destinada al envasado de esmaltes (pintura base thinner) y la segunda utilizada para el envasado de látex (pintura base agua); ambas con sus respectivas termoencogibles y con sus respectivos años de funcionamiento. Motivo por el cual, y a falta de un efectivo plan de mantenimiento, se presentan día tras día, un sinnúmero de fallas que si bien molestan a los operarios, también merman la producción diaria.

Debido a su uso, se hace visible un deterioro más evidente en la máquina Thiele que en la DeVree; razón para que sea la máquina que mayores problemas presenta; acotando además que es en esta máquina donde se produce la mayor

cantidad de producto, ya que la demanda de pintura látex es mucho mayor que la de pintura esmalte.

Fruto de estas observaciones, de la discusión de los problemas y del conocimiento de herramientas de mejora continua, surge la idea de realizar una mejora gradual que permita recuperar de alguna manera el tiempo perdido debido a fallas y que además logre que la fiabilidad de la máquina se vea incrementada considerablemente.

Es en ese momento que sale a relucir la teoría del sistema SMED, que además de ahorrarnos tiempo valioso en producción, permitiría trabajar a mejor ritmo y satisfacer ciertas necesidades del área.

Teniendo todo esto en cuenta, se explicó brevemente el tema de estudio al Gerente de la Unidad de Proyectos y al personal involucrado, mostrándose todos ellos interesados en el estudio, por lo que de inmediato se dio paso al arranque del proyecto.

### **2.6.1. ETAPA PRELIMINAR.**

En esta etapa se efectuó un estudio detallado de todas las operaciones involucradas en el proceso de envasado en la máquina thiele. Con el fin de tener mayor información, también se realizaron observaciones y toma de tiempos de varios cambios de referencia.

Para tener un orden dentro de las tareas a realizar para el proyecto SMED se realizó como actividad inicial el planning o Gantt del proyecto con fechas iniciales y de finalización (Ver anexo 1). Debiéndose aclarar que esta planificación no se efectuó tal cual estuvo prevista, debido principalmente a circunstancias relacionadas con el equipo de trabajo del proyecto.

Dentro de la etapa preliminar también se hizo necesaria la conformación e inducción del equipo de trabajo. Para integrar el mismo se pensó en trabajar con el personal implicado en el manejo de la máquina, en su cambio de configuración y demás operaciones que intervienen directa e indirectamente en su funcionamiento.

El SMED project team estuvo conformado por las siguientes personas: jefe y supervisor de mantenimiento, cuatro operarios encargados del envasado en la máquina thiele (dos por turno), dos supervisores de producción, jefe de proyectos de mejora continua (coordinador del proyecto) y el autor (ejecutor del proyecto).

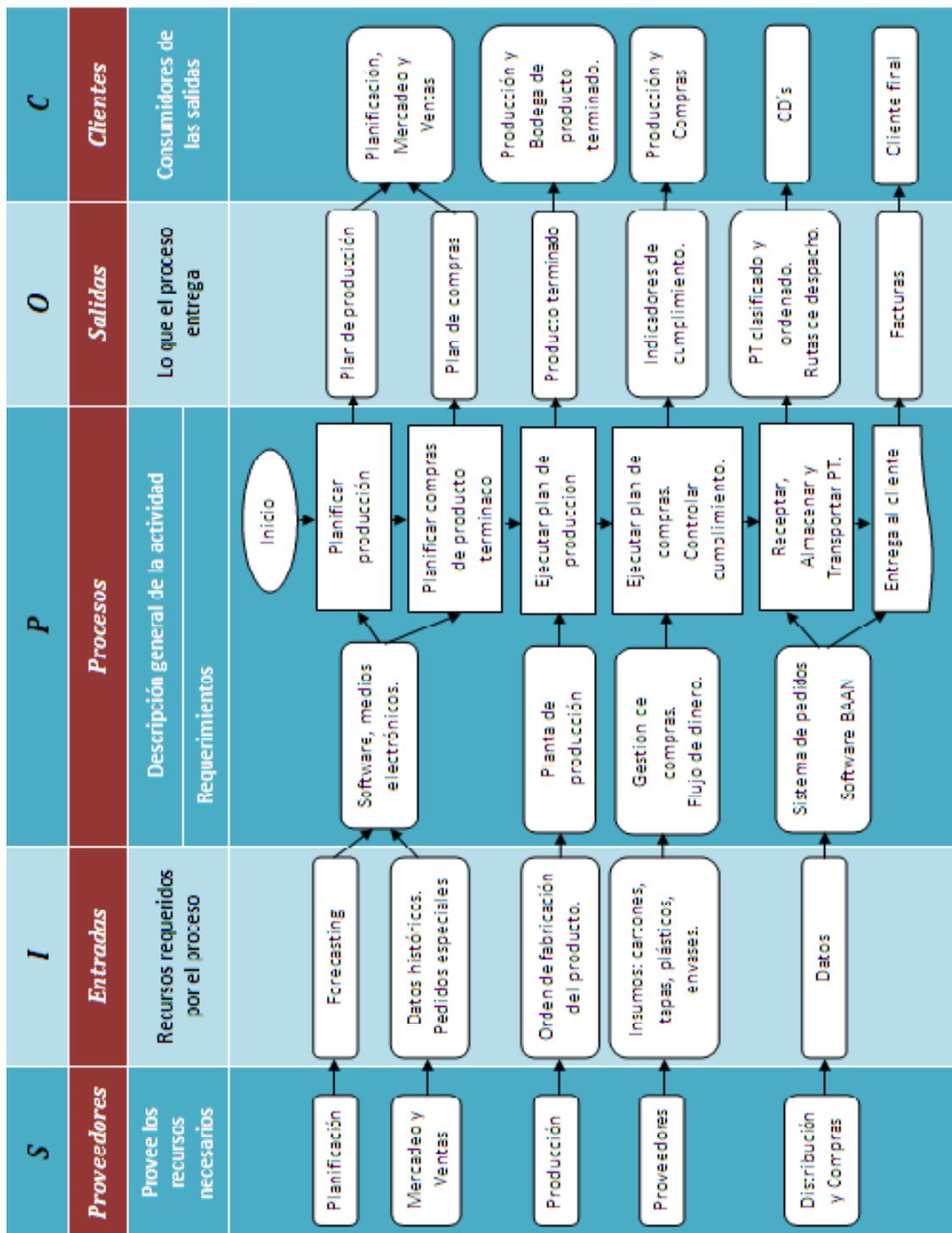
Una vez constituido el equipo de trabajo, se continuó el proyecto en planta, reconociendo y observando operaciones, máquinas, labores de operarios y demás que integraban el proceso de envasado. De todo ello se obtuvo una visión amplia y justificada del proceso en sí y de lo que se pretendía realizar en esa área.

El envasado de un producto dentro de Pinturas Cóndor S.A. inicia obviamente con las necesidades y requerimientos de los clientes. Con ayuda de las órdenes de producción se definen las especificaciones que regirán la fabricación y envasado del producto. Para tener una idea más clara del proceso general dentro de la empresa, resulta útil diagramar sus fronteras esquematizándolo a través del SIPOC, el cual ayuda a interpretar cuáles son los actores, los recursos y demás requerimientos hasta que el producto llegue al consumidor final. (Ver tabla 4)

Conviene también, dentro del reconocimiento de las actividades, mostrar el mapeo del proceso o layout específicamente para la sección de envasado en la máquina thiele. (Ver figura 10).

Internamente en el proceso, se distinguieron fundamentalmente dos máquinas: la envasadora marca THIELE adquirida hace algunos años y rediseñada en toda su estructura, razón por la cual el departamento de mantenimiento no contaba con los respectivos manuales de operación.

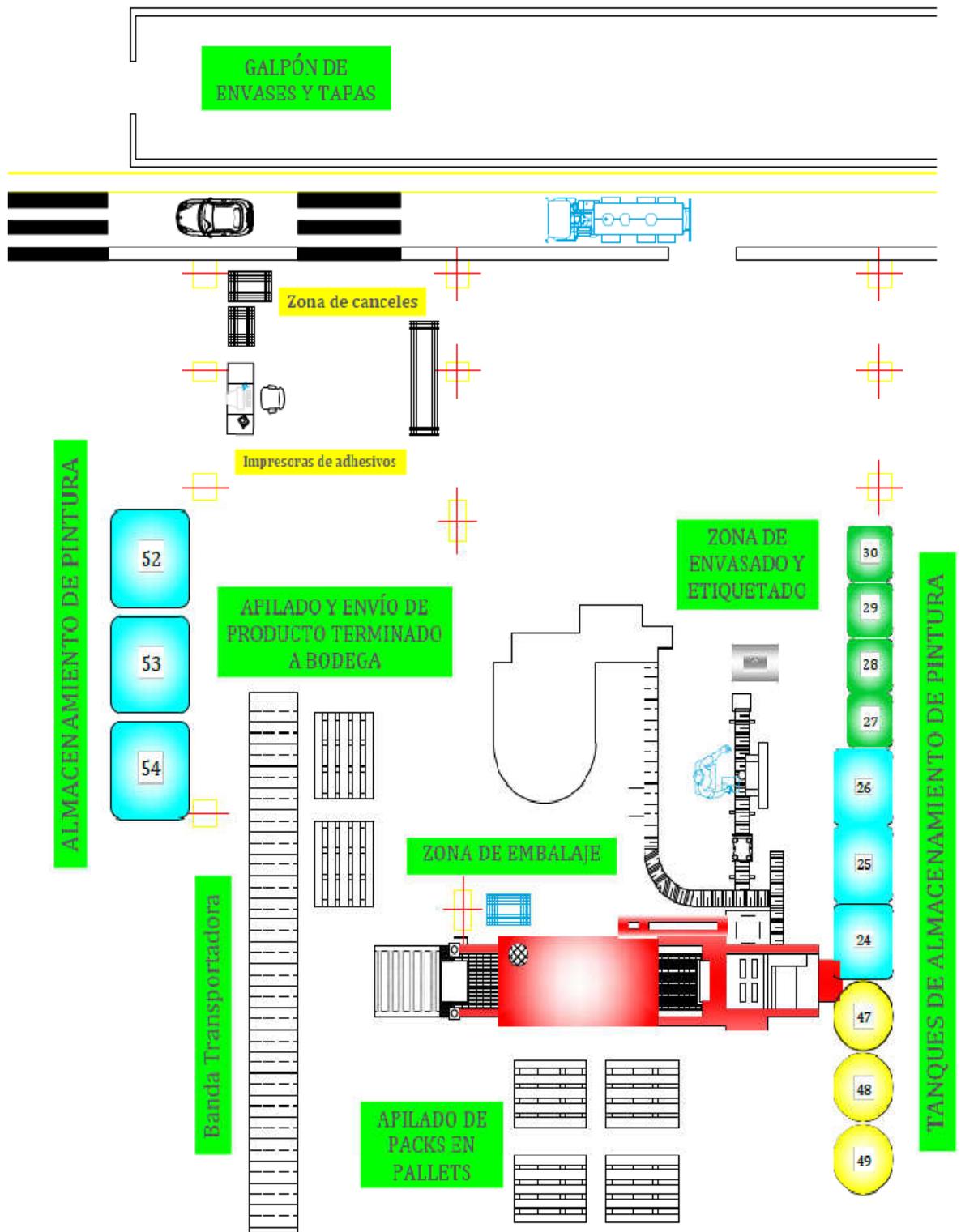
La función principal de esta máquina es envasar la pintura látex proveniente de los tanques de almacenamiento N° 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 52, 53, 54 en presentaciones de ¼ galón (0,946 litros.); galones americanos (3,785 litros) y canecas (cinco galones ó 18,93 litros).



**Tabla 4.** Esquema del proceso productivo a través del SIPOC.

**Fuente:** Departamento de Proyectos. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

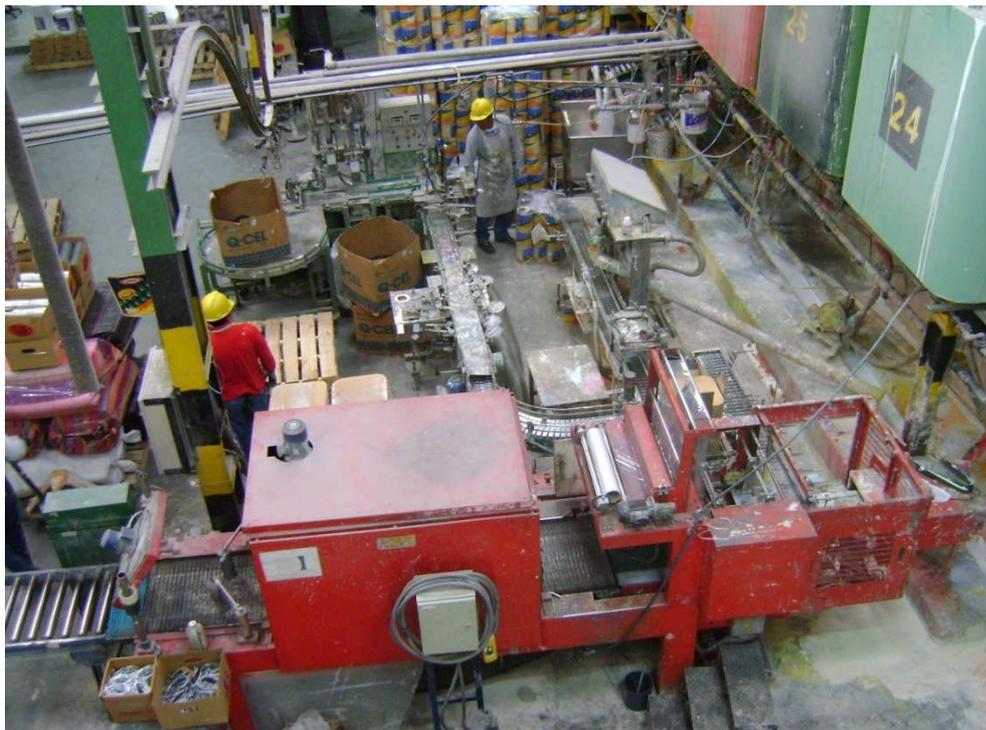


**Figura 10.** Layout de la sección de envasado de la máquina thiele.

**Fuente:** Sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

El proceso de envasado inicia con el bombeo de la pintura desde los tanques de almacenamiento hacia la tolva de la máquina thiele, de allí es nuevamente bombeada hacia la boquilla de la envasadora por medio de una bomba volumétrica neumática que a través de un cilindro empuja la pintura por un ducto hacia la boquilla; se llenan los envases, luego son tapados por el mismo operario que envasa y por medio de una banda transportadora son enviados hacia la termoencogible.



**Figura 11.** Vista general de la máquina envasadora thiele.

**Fuente:** Fotografía tomada en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

Precisamente la termoencogible o empacadora es la segunda máquina fundamental. Es de la marca italiana CRAMEGNA, del modelo CHAMPION y al igual que la anterior, ya lleva años de funcionamiento dentro de la empresa.

Su función consiste en cuadrar los envases llenos sobre un cartón que es impulsado por un brazo neumático; cubrirlos con plástico, cortar el mismo con una cuchilla cuyo filo se encuentra a una temperatura de entre 135° C y 147° C.

Luego, los envases son dirigidos por medio de dispositivos mecánicos hacia una especie de túnel de calor producido por resistencias eléctricas que encogen y moldean el plástico a la forma del pack de envases, ya sean galones (cuatro por cartón) o litros (nueve por cartón). La temperatura de funcionamiento de la termoencogible debe sobrepasar los 210° C, y requiere alrededor de 20 a 30 minutos para calentarse.



**Figura 12.** Vista lateral de la termoencogible marca Cramegna.

**Fuente:** Fotografía tomada en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

Finalmente, los envases empacados salen de la termoencogible y un operario coloca en el pack un adhesivo de identificación donde se encuentran datos importantes para los clientes como nombre del producto, código del mismo, número de lote, fecha de envasado y fecha de caducidad. Posteriormente el mismo operario apila los packs de producto terminado sobre pallets, para que al finalizar el lote se contabilicen los galones o litros envasados y con ello se da por terminado el proceso de envasado en la máquina thiele.

Los productos que en esta máquina son envasados son de la línea arquitectónica de pinturas látex (base agua) de la línea Cóndor yPIN3. Así tenemos la siguiente tabla que muestra los productos y las dimensiones de los envases representativos que son envasados en la máquina thiele:

	<i>PERMALATEX</i>		<i>SÚPER CORONA</i>	<i>LÁTEX PIN 3</i>	<i>ECONOMIC</i>	<i>LVA</i>
	litro	galón	galón	galón	galón	galón
<b>Ø SUPERIOR (cm)</b>	10,5	16,3	16,4	18	17,6	16,4
<b>Ø INFERIOR (cm)</b>	10,5	16,3	16,4	16,7	16,9	16,4
<b>ALTURA TOTAL (cm)</b>	12,7	18,3	18,4	18,8	19,4	18,4

**Tabla 5.** Dimensiones de los envases que son envasados en la máquina thiele.

**Fuente:** Departamento de Aseguramiento de la Calidad. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Luego de conocer el proceso y a sus actores, se continuó con la elaboración de los formatos para la descripción de las operaciones, toma de tiempos y check list. Para identificar el proceso completo se utilizó el diagrama de flujo de proceso en el cual se detallan las operaciones y a que tipo pertenecen, es decir si se trata de una operación, transporte, inspección, almacenamiento o demora. (Ver anexo 2).

Tanto para la identificación, separación, segregación y proceso final se utilizó el mismo formato pero acoplado a las necesidades requeridas. (Ver anexo 3).

Finalmente, se elaboró un check list inicial para tener una visión general y a priori de las herramientas, materiales, producto, identificación de fallas y oportunidades de mejora. Todos los formatos fueron elaborados por el autor, y revisados y aprobados por el coordinador del proyecto.

Continuando con el proyecto, el siguiente paso a dar fue la aplicación del check list a los dos operarios encargados del envasado (Ver anexo 4). A la par se efectuó una entrevista a ellos y a otros operarios de la sección, obteniéndose datos interesantes acerca del tema y al mismo tiempo dándoles a conocer a breves rasgos el porqué del proyecto.

### **2.6.1.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.**

La situación inicial del área de envasado permitió generar mejoras al proceso. A través de esta evaluación se pudieron determinar operaciones y actividades innecesarias que retrasaban la eficiencia de la línea.

Debido a que la empresa no contaba con datos históricos de tiempos para las operaciones realizadas en el proceso de envasado, se hizo necesario efectuar un estudio de tiempos para establecer un estándar aproximado del proceso. Con ello también se dispondrían de registros de duración de los procesos de set up, pero según la entrevista previa a los operarios, éstos estimaban un promedio de 30 minutos para todo el cambio de configuración.

#### **2.6.1.1.1. Estudio de tiempos.**

Es importante, antes de iniciar un estudio de tiempos, que se cuente con el equipo mínimo necesario. A continuación se enuncian los materiales que se utilizaron en la toma de tiempos:

- Cronómetro digital.
- Tabla apoya manos.
- Hojas para el control de tiempos.
- Cámara digital para fotografía y video.
- Lápices.

No se puede determinar que un sistema de medición sea cien por ciento exacto, existen errores en cada sistema de medición. Entre los errores que se encontraron en esta toma de tiempos se destacan los siguientes:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla.
2. Es difícil tomar el tiempo de elementos muy cortos.
3. No se obtiene un registro completo de un proceso.
4. No se puede verificar directamente el tiempo total del proceso, los tiempos parciales deben sumarse para su conocimiento.

#### **2.6.1.1.2. Técnica utilizada.**

Se utilizó la técnica de estudio cronométrico de tiempos. El estudio se hizo a través de observaciones directas a una distancia prudencial del operador, de tal forma que en ningún momento se creó distracción ni mucho menos se interfirió en las labores que ejecutaba. El trabajo obviamente de pie, con un ángulo de visión donde se lograron enfocar todos los movimientos, además de la facilidad para dar seguimiento a toda la rutina de trabajo del operador.

Otra técnica utilizada fue la de tomar videos de la configuración y luego analizarlos detenidamente una y otra vez, a la par que se registraban los tiempos para cada operación.

La falta de datos históricos hizo que no sea posible determinar con métodos estadísticos el número de observaciones o ciclos a estudiar; ya que se necesita un dato, o por lo menos tener un muestreo de tiempos históricos para determinar la media de tiempos o la desviación estándar de datos. Por consiguiente se recabó información de todas las configuraciones que se efectuaron en el transcurso de las dos semanas y media que tomó este estudio de tiempos y en el que se realizaron 16 configuraciones.

#### **2.6.1.1.3. Selección de los operadores.**

Para la toma de tiempos se debió tener en cuenta que el tiempo real de trabajo que se requiere para llevar a cabo una determinada operación depende en alto grado de la habilidad y esfuerzo del operador.

Un operario normal o estándar es aquel operario calificado y con gran experiencia que suele trabajar en las condiciones que prevalecen en el área de trabajo a un ritmo promedio. En nuestro caso particular, se analiza una pequeña área de trabajo que cuenta con tres a cuatro personas: el operador de la envasadora, un estibador, un colocador de adhesivos en envases y un colocador de adhesivos en tapas (no muy frecuente). Siendo en casos muy extremos el estibador, el operario capacitado para cubrir al envasador. Por las razones expuestas, estos cuatro trabajadores fueron seleccionados para la toma de tiempos.

#### 2.6.1.1.4. Toma de tiempos.

Luego de la selección de los operadores, se procedió a la medición del trabajo para determinar un promedio de tiempos para cada operación del proceso. Con fundamento en todo ello, se detallaron las actividades a través del diagrama de flujo de proceso aprobado para el efecto.

En la tabla 6 se muestran algunas de las actividades que conforman el proceso de envasado en la máquina Thiele con sus respectivos tiempos. Para observar el proceso completo se recomienda ver el anexo 5.

<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE</b>										
<b>EMPRESA:</b>		<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>		<b>ESTUDIO N°:</b>		<b>HOJA N°:</b>				
Pinturas CÓNDROR S.A.		3		01						
<b>DEPARTAMENTOS:</b>		<b>ANALISTA:</b>		<b>MÁQUINA:</b>		<b>FECHA:</b>				
Proyectos & Producción		Santiago Cruz E.		Thiele						
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
1	Traer utensilios de trabajo (guantes, mandil, casco, etc.)	1'25"	10	●					1, 2, 3	Cuentan con un cancel para sus utensilios
2	Ir a retirar orden de envasado	05"	8		●				2	
3	Esperar por orden de envasado	1'12"						●	2	Existen otras órdenes por entregar
4	Retirar orden de envasado e ir al puesto de trabajo	08"		●					2	
5	Traer envases desde bodega	13'47"	60		●				1, 3	La bodega está fuera del área de producción

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.	
				○	⇒	□	▽	D			
6	Traer herramientas (llave, espátula, destornillador)	52"	10		●					1	Cada turno trae sus propias herramientas
7	Ir al puesto de trabajo	05"	10		●					1	
8	Esperar que se desocupe la impresora	1'28"						●		2	Existen otros códigos por imprimirse
9	Imprimir adhesivos para envases	5'04"		●						2	
10	Llevar adhesivos al puesto de trabajo	32"	8		●					2	
11	Preparar envases y puesto de trabajo	1'02"		●						3	
12	Colocar adhesivos en envases (*)	260'		●						3	Es una tarea continua durante todo el envasado
13	Imprimir adhesivos para packs de envases	4'41"		●						2	
14	Enrollar y llevar adhesivos para packs a puesto de trabajo	1'45"	9		●					2	
15	Colocar adhesivos en puesto de trabajo	16"		●						2	Son colgados en un alambre
16	Verificar coincidencia de adhesivos de envases y packs con los ya	38"						●		3	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>		<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>		<b>ESTUDIO N°:</b>		<b>HOJA N°:</b>				
Pinturas CÓNDOR S.A.		3		01						
<b>DEPARTAMENTOS:</b>		<b>ANALISTA:</b>		<b>MÁQUINA:</b>		<b>FECHA:</b>				
Proyectos & Producción		Santiago Cruz E.		Thiele						
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
	impresos									
17	Mover boquilla	04"		●					1	
18	Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	02"		●					1	

**Tabla 6.** Actividades que conforman el proceso de envasado en la máquina thiele.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

A continuación se presenta la tabla de resumen obtenida del diagrama anterior en donde se contabilizan las principales actividades del proceso de envasado.

	○	⇒	□	▽	D
<b>Operación</b>	101				
<b>Transporte</b>		30			
<b>Inspección</b>			5		
<b>Almacenamiento</b>				0	
<b>Demora</b>					5
<b>TOTAL DE ACTIVIDADES</b>	<b>141</b>				

**Tabla 7.** Resumen de actividades del proceso de envasado en la máquina thiele.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

De todo este conjunto de actividades realizadas para el envasado, se apartaron aquellas que tenían que ver exclusivamente con el cambio de configuración. Para ello se efectuó nuevamente un estudio de tiempos pero exclusivamente para determinar el tiempo de configuración, quedando al final un listado detallado de 118 operaciones.

En la tabla 8 se muestran algunas de las actividades que conforman el proceso de configuración de la máquina thiele. Para observar el diagrama completo se recomienda ver el anexo 6.

<b>OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)</b>										
<b>EMPRESA:</b>		<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>		<b>ESTUDIO N°:</b>		<b>HOJA N°:</b>				
Pinturas CÓNDROR S.A.		2		02						
<b>DEPARTAMENTOS:</b>		<b>ANALISTA:</b>		<b>MÁQUINA:</b>		<b>FECHA:</b>				
Proyectos & Producción		Santiago Cruz E.		Thiele						
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
1	Envasar última unidad y apagar envasadora	4"		●					1	
2	Traer herramientas (llave, espátula, destornillador)	52"	10		●				1	
3	Mover boquilla	04"		●					1	
4	Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	02"		●					1	
5	Mover boquilla	05"		●					1	
6	Ajustar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	07"		●					1	

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)										
EMPRESA:		NÚMERO DE OPERARIOS:		ESTUDIO N°:		HOJA N°:				
Pinturas CÓNDOR S.A.		2		02						
DEPARTAMENTOS:		ANALISTA:		MÁQUINA:		FECHA:				
Proyectos & Producción		Santiago Cruz E.		Thiele						
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
7	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	16"							1	
8	Girar y mover boquilla	03"		●					1	
9	Colocar ducto de drenaje en boquilla	12"		●					1	
10	Girar manivela para ajustar riel principal de boquilla	11"		●					1	
11	Colocar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	31"		●					1	
12	Ajustar presión de la envasadora	02"		●					1	
13	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	02"		●					1	
14	Quitar filtro (chuspa) de la tubería y depositarlo en un recipiente	23"		●					1, 2	
15	Encender el lavado automático	03"		●					1	
16	Encender bomba y bombear agua	02"		●					1	
17	Lavar tolva y tuberías			●					1	El tiempo depende del producto
18	Quitar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	16"		●					1	

**Tabla 8.** Actividades y tiempos de configuración en la máquina thiele.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

	○	⇒	□	▽	D	TOTAL DE ACTIVIDADES
<i>Operación</i>	91					<b>118</b>
<i>Transporte</i>		17				
<i>Inspección</i>			7			
<i>Almacenamiento</i>				0		
<i>Demora</i>					3	
<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>19 minutos 43 segundos</b>					

**Tabla 9.** Resumen de actividades y tiempos del proceso de configuración.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

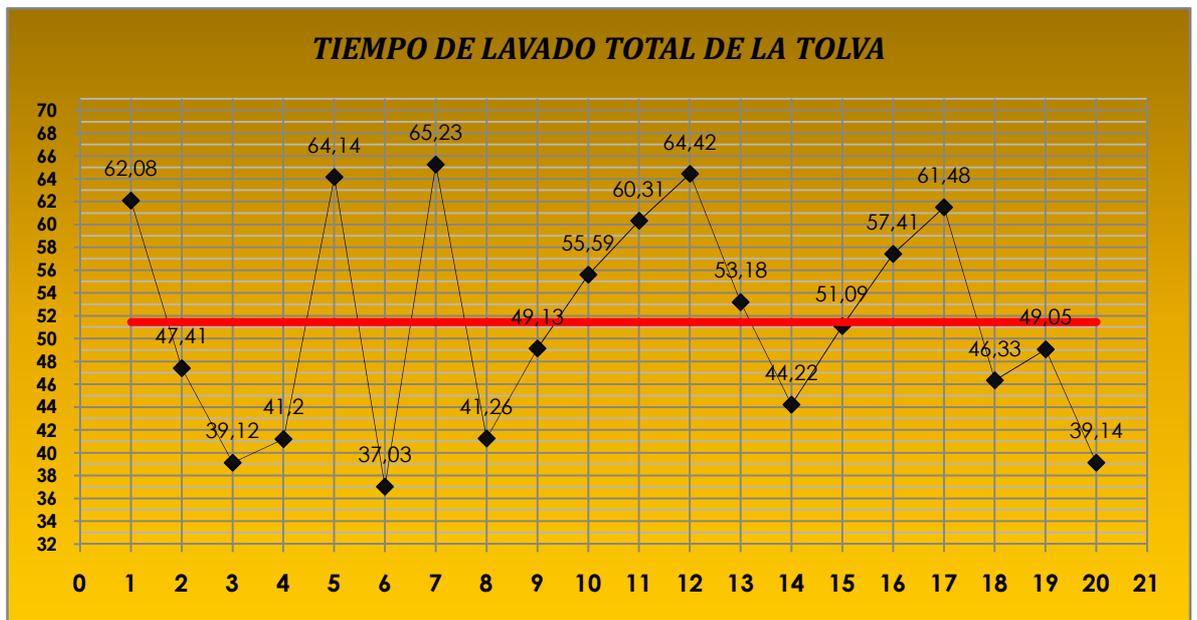
Para conseguir el listado de operaciones de configuración, se hizo preciso tomar tiempos de varios cambios de configuración, datos que se pueden apreciar en las figuras 13, 14 y 15 en donde es notoria la gran dispersión entre datos; lo que nos confirma que no existe un estándar en el tiempo de configuración.



**Figura 13.** Diagrama de dispersión de los tiempos de configuración.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

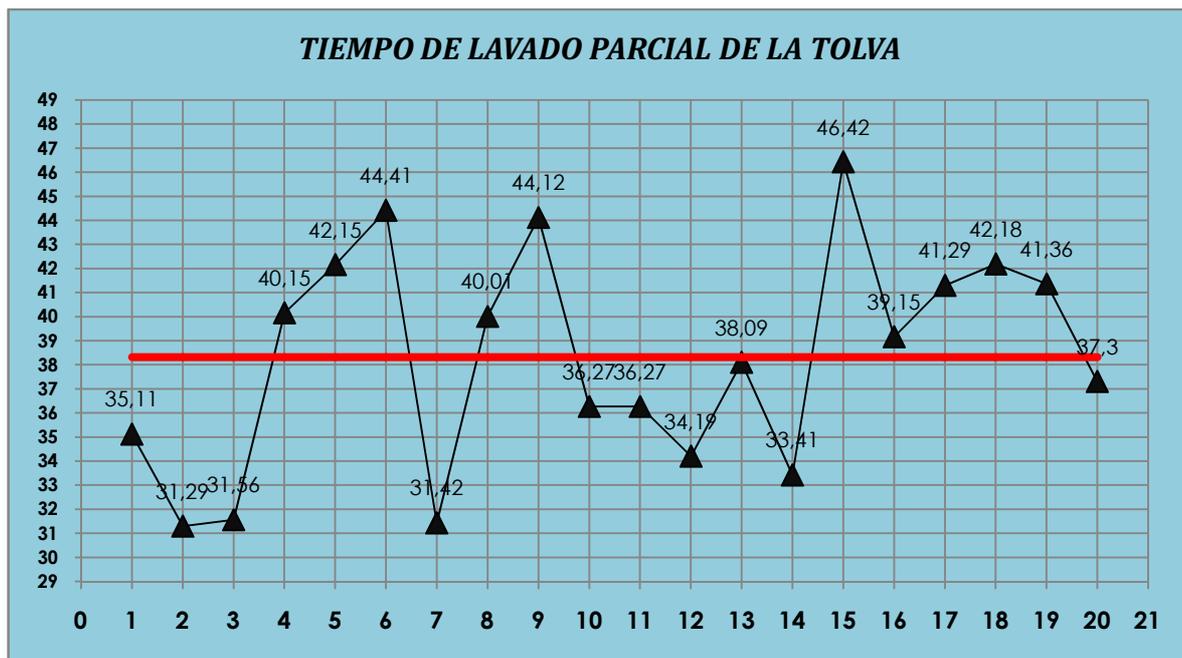
**Elaboración:** Santiago Cruz E.



**Figura 14.** Diagrama de dispersión del tiempo de lavado total de la tolva.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.



**Figura 15.** Diagrama de dispersión del tiempo de lavado parcial de la tolva.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Dentro del reconocimiento y del listado de las actividades de configuración se distinguieron básicamente tres tipos de tiempos, los mismos que se enuncian a lo largo de todo el proyecto por lo que resulta apropiado aclarar a qué se refieren cada uno.

1. **Tiempo de configuración:** Es el tiempo que se cronometró sin tomar en cuenta el lavado de la tolva, es decir es el tiempo destinado a configurar la envasadora, realizando ajustes, pruebas de envasado, preparaciones, chequeos, etc.
2. **Tiempo de configuración con lavado total de la tolva:** Este es el tiempo resultado de la suma del tiempo de configuración más el tiempo que le toma al operador lavar completamente la tolva cuando se trata de productos de diferente tonalidad. En nuestro caso tenemos que:

**Tiempo de configuración con lavado total de la tolva**

$$= 19'43'' + 51'44''$$

**Tiempo de configuración con lavado total de la tolva = 71'27''**

Este tiempo se evidencia cuando el anterior lote envasado fue de un producto que no es compatible en tonalidad con el nuevo producto a envasarse (por ej. lote anterior = rojo; lote nuevo = blanco).

Al no lavar adecuadamente la tolva y las tuberías se pueden tener problemas en la calidad del producto; esto al presentarse restos de pintura del lote anterior o cambiar el tono del producto en el nuevo lote.

- 3. Tiempo de configuración con lavado parcial de la tolva:** Este es el tiempo resultado de la suma del tiempo de configuración más el tiempo que le toma al operador lavar la tolva pero no de una forma íntegra, esto se produce cuando son productos de similar tonalidad. En nuestro caso tenemos que:

**Tiempo de configuración con lavado total de la tolva**

$$= \text{Tiempo de configuración} + \text{Tiempo de lavado de la tolva}$$

**Tiempo de configuración con lavado total de la tolva**

$$= 19'43'' + 38'31''$$

**Tiempo de configuración con lavado total de la tolva = 58'14''**

A continuación se muestra la tabla de resumen con los tres tipos de tiempos obtenidos en el proceso de configuración. Para los tiempos de configuración con lavado total y parcial de la tolva, el primer tiempo corresponde al tiempo de lavado de la tolva y el segundo a la suma del tiempo de configuración más el lavado de la tolva.

**TABLA DE RESUMEN**

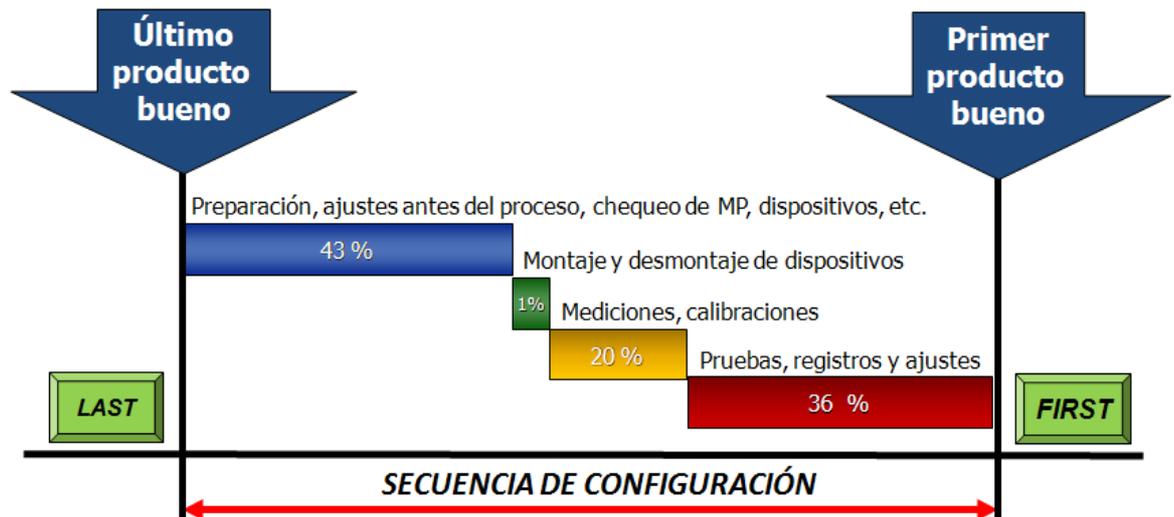
<b>TOTAL</b>	Tiempo de configuración	<b>19'43"</b>		<i>Sin lavado de tolva (Solo ajustes mecánicos, pruebas, etc.)</i>
	Tiempo de configuración con lavado total de la tolva	51'44"	71'27"	<i>Productos de diferente tonalidad</i>
	Tiempo de configuración con lavado parcial de la tolva	38'31"	58'14"	<i>Productos de similar tonalidad</i>
	<b>TOTAL OPERACIONES DE CONFIGURACIÓN</b>	<b>118</b>		

**Tabla 10.** Resumen de los tiempos de configuración en la máquina thiele.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Los procedimientos de configuración son usualmente de gran variedad. Pero de todas maneras, si estos procedimientos se analizan desde un punto de vista diferente se puede observar que las operaciones se encuentran asociadas dentro de cuatro grupos como se distinguen en la figura 16.



**Figura 16.** Secuencia de actividades de configuración en la máquina thiele.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

- **Preparación, ajustes antes del proceso y chequeo de materia prima, dispositivos, herramientas, etc.**

En este paso se asegura que todas las partes y herramientas estén donde deben estar y que funcionen apropiadamente. También se incluye el tiempo empleado en la limpieza de la máquina.

- **Montaje y desmontaje de dispositivos.**

Esto incluye el desmontaje de las partes y herramientas usadas en el proceso y el montaje de las necesidades para el próximo pedido.

- **Mediciones y calibraciones.**

Se refiere a las operaciones como comprobaciones, lecturas de presión, de funcionamiento, etc.

- **Pruebas, registros y ajustes varios.**

En este paso se hacen operaciones para ajustar las condiciones necesarias para el envasado del producto. Si se hace un buen trabajo en las mediciones y calibraciones, este paso se facilita. El tiempo en esto

depende de la habilidad del operario, la gran dificultad en la preparación y el ajuste correcto del equipo. A esto se incluye el tiempo que se ocupa en pruebas que realiza el operador hasta obtener el primer producto bueno.

Observando el gráfico anterior, se puede apreciar que al fragmentar el tiempo parcial de configuración se obtiene un porcentaje significativo destinado a la preparación, ajustes y chequeos antes del proceso y otro porcentaje es consignado a la realización de pruebas, registros y otros ajustes; lo que nos da una visión de una mejora significativa dentro del SMED si se ataca a estos dos grandes porcentajes. Como punto importante se debe destacar que en esta parte de la implantación del SMED aún no se encuentran bien diferenciadas las operaciones internas y externas.

Con base en la información recabada en las observaciones y en el estudio de actividades y tiempos se puede concluir de la situación inicial lo siguiente:

- No hay un procedimiento estandarizado para realizar el cambio de configuración, cada operario tiene su propio método de trabajo.
- La configuración es realizada por un operario, mismo que es responsable del envasado.
- Las actividades que se realizan para el cambio de configuración entre los diversos productos y presentaciones son similares, las variaciones son debidas principalmente a la presión del aire, al funcionamiento de las bombas de doble diafragma o a las actividades innecesarias que realizan los operarios.
- No se cuenta con herramientas propias para realizar las configuraciones.
- Ciertas actividades duran demasiado. No hay control del tiempo.
- El número de operaciones es muy alto.
- Las actividades de preparación no han sido adecuadamente evaluadas y estudiadas.
- En la fase productiva, el tiempo de envasado depende de la agilidad a la que trabaje el operario.

- Debido a que no hay un proceso de preparación previo al cambio, se invierte tiempo en la búsqueda de herramientas y se efectúan desplazamientos innecesarios.
- No se cuenta con un plan de mantenimiento que garantice el trabajo eficiente de las máquinas, ya que el área de mantenimiento está dedicada específicamente a corregir y reparar las fallas que la máquina presenta turno tras turno.

Siguiendo la implantación de la metodología SMED y una vez seleccionado el equipo, se trabajó con ellos en la inducción del proyecto, en la cual se trató claramente los siguientes puntos:

- La técnica SMED.
- Objetivos y beneficios.
- Planning del proyecto.
- Evaluación de la situación inicial.
- Definición de objetivos.
- Identificación del cambio.

Al mostrar cuál era la situación actual y cuál iba a ser la esencia del proyecto, se procedió a cuantificar el objetivo que como equipo se pretendía alcanzar, acordando en reducir el tiempo de configuración en la máquina envasadora thiele y termoencogible en un 50% al ejecutar el sistema SMED, objetivo que se plasmó en la identificación del cambio. (Ver anexo 7)

De esta forma, y a medida que el equipo iba colaborando, hacían suyas las propuestas y los logros, por lo que en su momento son quienes mejor defienden el nuevo método de trabajo.

### **2.6.2. PRIMERA ETAPA: Identificación y clasificación de operaciones internas y externas.**

La primera etapa consistió en identificar cuáles eran operaciones internas y cuáles externas de todas aquellas actividades pertenecientes al proceso de envasado y recolectadas en la etapa preliminar.

Dentro del proyecto, esta etapa fue la más sencilla (sin desmerecer su importancia), ya que simplemente se debieron separar aquellas operaciones que se realizan con la máquina en marcha de aquellas que se realizan con la máquina detenida.

El significado que representa el cumplimiento de esta fase radica en que en análisis posteriores pueda que existan ciertas actividades u operaciones que perfectamente se puedan realizar antes de parar la máquina o que no necesariamente se tenga que detener la misma, y para que aquello se cumpla se debe conocer qué tipo de operación es.

En cuanto a la presentación de la identificación y clasificación de operaciones se utilizó un formato en el cual se especifica el tipo de actividad, su tiempo de duración, el responsable de realizar dicha actividad y alguna observación que se quiera acotar.

En la tabla 11 se muestran algunas de las actividades internas y externas que conforman el proceso de configuración de la máquina thiele. Para observar el diagrama completo se recomienda ver el anexo 8.

## ***SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS***

***EMPRESA:***

***NÚMERO DE OPERARIOS:***

***ESTUDIO N°:***

***HOJA N°:***

Pinturas CÓNDROR S.A.		2		03				
<b>DEPARTAMENTOS:</b>		<b>ANALISTA:</b>		<b>MÁQUINA:</b>		<b>FECHA:</b>		
Proyectos & Producción		Santiago Cruz E.		Thiele				
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
1	Envasar última unidad y apagar envasadora	4''		X		4''	1	
2	Traer herramientas (llave, espátula, destornillador)	52''	X		52''		1	
3	Mover boquilla	04''	X		04''		1	
4	Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	02''	X		02''		1	
5	Mover boquilla	05''	X		05''		1	
6	Ajustar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	07''	X		07''		1	
7	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	16''	X		16''		1	
8	Girar y mover boquilla	03''	X		03''		1	
9	Colocar ducto de drenaje en boquilla	12''	X		12''		1	
10	Girar manivela para ajustar riel principal de boquilla	11''	X		11''		1	
11	Colocar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	31''	X		31''		1	
12	Ajustar presión de la envasadora	02''	X		02''		1	
13	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	02''	X		02''		1	
14	Quitar filtro (chuspa) de la tubería y depositarlo en un recipiente	23''	X		23''		1, 2	
15	Encender el lavado automático	03''		X		03''	1	

<b>SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS</b>								
<b>EMPRESA:</b>		<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>		<b>ESTUDIO N°:</b>		<b>HOJA N°:</b>		
Pinturas CÓNDOR S.A.		2		03				
<b>DEPARTAMENTOS:</b>		<b>ANALISTA:</b>		<b>MÁQUINA:</b>		<b>FECHA:</b>		
Proyectos & Producción		Santiago Cruz E.		Thiele				
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
16	Encender bomba y bombear agua	02"		X		02"	1	

**Tabla 11.** Clasificación de actividades internas y externas.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

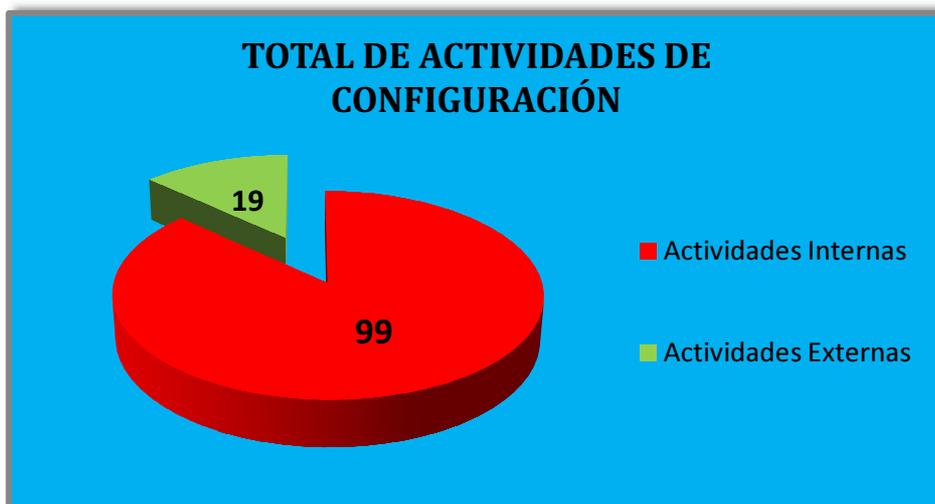
Es así que, fruto de la aplicación de esta etapa se obtuvieron los siguientes resultados:

<b>TABLA DE RESUMEN DE TIEMPOS Y OPERACIONES</b>		
Tiempo Total	19'43"	
Total Operaciones	118	
Operaciones	Operaciones Internas	99
	Operaciones Externas	19
Tiempos Parciales	Operaciones Internas	18'22"
	Operaciones Externas	1'21"

**Tabla 12.** Resumen de tiempos y operaciones internas y externas.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.



**Figura 17.** Total de actividades internas y externas en la máquina thiele.  
**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.  
**Elaboración:** Santiago Cruz E.



**Figura 18.** Tiempos de actividades internas y externas.  
**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.  
**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Según el análisis correspondiente, se encontró que el 84% de las actividades son realizadas mientras la máquina está detenida, es decir, son operaciones internas, y un 16% son actividades externas, y a priori se puede indicar que la mayoría del tiempo de configuración es improductivo tanto para la máquina como para el proceso.

### **2.6.3. SEGUNDA ETAPA: Segregación de operaciones internas y externas.**

En primera instancia se puede pensar que todas las operaciones que se realizan durante la configuración son necesarias, pero a través de la observación constante de las actividades se percató que son muchos los movimientos innecesarios que se efectúan; por lo que en esta etapa se procedió a eliminar las actividades que no eran necesarias y a redefinir aquellas que no se estaban realizando bien.

Algunas operaciones consideradas como internas se diría que no hacen parte del proceso de configuración, ya que son actividades de apoyo por lo que podrían ser realizadas por otro operador (operación en paralelo) o en diferentes momentos para evitar paros en la producción. Un claro ejemplo de esto es la colocación de tapas en el puesto de trabajo y la ubicación de los cartones en la termoencogible; actividades que las podría efectuar el estibador mientras los packs de envases aún no salen de la termo.

Para descartar actividades innecesarias, se tuvo que aplicar un tamiz de preguntas y el análisis respectivo por parte del autor.

Las preguntas que se consideraron para eliminar pequeñas pérdidas de tiempo fueron:

- ❖ ¿Qué preparaciones se necesitan hacer por adelantado?
- ❖ ¿Qué herramientas se deben tener a la mano?
- ❖ ¿Están las herramientas en buenas condiciones?

En cambio, para reducir operaciones o mejorarlas fue preciso preguntarse:

- ❖ ¿Es necesaria la tarea? ¿Puede eliminarse?
- ❖ ¿Es apropiado el procedimiento actual?, ¿Es difícil?
- ❖ ¿Puede cambiarse el orden?, ¿Pueden hacerse de forma simultánea?
- ❖ ¿Es adecuado el número de personas?

Al tratar de mejorar tiempos siempre se tuvo en cuenta lo siguiente:

- ❖ Que no se busquen materiales o herramientas.
- ❖ No mover cosas innecesariamente, establecer el área de trabajo y el área de almacenaje de forma apropiada.

Para eliminar ciertos ajustes, fue necesario analizar y aplicar lo siguiente:

- ❖ Muchos ajustes pueden ser ejecutados sin prueba y error, sólo los ajustes inevitables deben permanecer.
- ❖ Para eliminar ajustes se debe analizar su propósito, métodos actuales y eficacia.
- ❖ Identificar porqué los ajustes son necesarios.
- ❖ Considerar alternativas y mejoras que eliminarán la necesidad de hacer ajustes.

Para aquellos ajustes inevitables que por su naturaleza no pudieron ser segregados del proceso, se optó por adoptar varias estrategias:

- ❖ Establecer un procedimiento estándar para ejecutar los ajustes.
- ❖ Mejorar y/o incrementar las destrezas de los trabajadores practicando los procedimientos estándar.

Con la reestructuración de actividades se logró pasar de 99 a 77 operaciones internas, disminuyendo así las operaciones que se hacen con la máquina detenida; además se pasó de 19 a 14 operaciones externas, eliminando entre otras, actividades que corresponden al movimiento y ajuste de la boquilla, rieles, tornillo, realización de pruebas de envasado, etc. En el anexo 9 se muestra el resultado de la segregación de operaciones.

#### **2.6.4. TERCERA ETAPA: Conversión de operaciones internas en externas. Mejora y seguimiento de acciones.**

La teoría del SMED precisa que la conversión de operaciones internas en externas es fundamental para lograr la reducción drástica de los tiempos de configuración, pero también enuncia que la realización de esta fase depende mucho, como en nuestro caso particular, del proceso productivo que se ejecute, para que puedan o no ser convertidas en operaciones externas.

Si revisamos las actividades que se efectúan en la configuración (ver anexo 6) y además nos basamos en las observaciones realizadas, nos damos cuenta que resulta imposible ejecutar tal conversión, ya que el set up de la envasadora debe hacerse necesariamente con la máquina detenida (operación interna).

La razón para tal afirmación es que el operador encargado de la configuración es el mismo encargado del envasado y por tanto debe terminar de configurar la máquina para proceder a envasar. Otra de las razones es que la máquina debe quedar a punto para que al iniciar el envasado no existan paros debido a que no se la configuró completamente. Los otros dos operarios durante ese tiempo se encuentran realizando otras actividades o simplemente no tienen la capacitación para realizar una configuración completa.

En definitiva, la conversión de actividades no fue aplicable al proyecto, por lo que para esta etapa el total de operaciones permanece invariable tal como se muestra en la tabla 13. Para observar el diagrama completo se recomienda ver el anexo 10.

## NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	04	
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
1	Envasar última unidad y apagar envasadora	04"		X		04"	1	
2	Traer herramientas (llave, espátula, destornillador)	05"	X		05"		1	
3	Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	03"	X		03"		1	
4	Mover boquilla	05"	X		05"		1	
5	Ajustar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	07"	X		07"		1	
6	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	16"	X		16"		1	
7	Colocar ducto de drenaje en boquilla	09"	X		09"		1	
8	Girar manivela para ajustar riel principal de boquilla	11"	X		11"		1	
9	Colocar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	31"	X		31"		1	
10	Ajustar presión de la envasadora	02"	X		02"		1	
11	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	05"	X		02"		1	
12	Quitar filtro (chuspa) de la tubería y depositarlo en un recipiente	23"	X		23"		1, 2	
13	Encender el lavado automático	01"		X		01"	1	

<b>NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN</b>								
<b>EMPRESA:</b>		<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>		<b>ESTUDIO N°:</b>		<b>HOJA N°:</b>		
Pinturas CÓNDOR S.A.		2		04				
<b>DEPARTAMENTOS:</b>		<b>ANALISTA:</b>		<b>MÁQUINA:</b>		<b>FECHA:</b>		
Proyectos & Producción		Santiago Cruz E.		Thiele				
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
14	Encender bomba y bombear agua	03"		X		03"	1	
15	Lavar tolva y tuberías			X			1	El tiempo depende del producto

**Tabla 13.** Actividades y tiempos para el nuevo proceso de configuración.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

<b>TABLA DE RESUMEN DE TIEMPOS Y OPERACIONES</b>		
Tiempo Total	14'52"	
Total Operaciones	91	
Operaciones	Operaciones Internas	77
	Operaciones Externas	14
Tiempos Parciales	Operaciones Internas	14'01"
	Operaciones Externas	51"

**Tabla 14.** Resumen de tiempos y operaciones del nuevo proceso de configuración

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

#### **2.6.4.1. Mejoras del sistema SMED.**

Como se enunció, la tercera etapa no fue ejecutada tal cual dice la teoría, sin embargo las mejoras y el seguimiento de las mismas si fueron efectuadas y las técnicas utilizadas para lograr tales mejoras fueron: la estandarización de operaciones y la técnica de implementar operaciones en paralelo. Resulta congruente también precisar que las operaciones que no se pueden convertir en externas deben ser controladas continuamente.

En lo que respecta a la estandarización de operaciones, ésta se efectuó conjuntamente con los operarios de ambos turnos y que están encargados del proceso de envasado a través de una charla y exposición del proceso final y por supuesto de la práctica de este estándar en la máquina misma.

Por su parte, las operaciones, tales como configurar partes de la termoencogible, ir a traer las tapas para los envases, verificar el peso de los envases llenos o el de controlar la termoencogible llevan asociados trabajos extras que al ser efectuados por una sola persona adicionarían una mayor duración al tiempo de configuración. Las operaciones en paralelo ayudan mucho a acelerar este tipo de trabajos, y según algunos autores, con dos personas, una operación que lleva doce minutos no será completada en seis, sino quizá, en cuatro minutos, gracias a los ahorros de movimiento que se obtienen.

Es así que al implementar operaciones en paralelo, un operador, ya sea calificado o no, puede resultar de mucha ayuda al envasador, sin olvidar que al realizar las operaciones en paralelo se debe tener muy en cuenta la seguridad laboral, por lo que se les recomendó que una vez completadas sus operaciones de configuración de inmediato se lo hagan conocer a su compañero.

Lo interesante de las operaciones en paralelo es que las actividades a realizar son simples y la asistencia del segundo operador es sólo durante unos pocos minutos, por lo que perfectamente la ayuda puede ser proporcionada por alguien que aproveche el tiempo vacío entre operaciones o algún operador que tenga un relativo conocimiento de la termoencogible. Con un poco de inventiva, pueden encontrarse muchos métodos para efectuar las operaciones en paralelo.

Adicionando un beneficio extra cabe mencionar que incluso en el caso de que las operaciones de configuración no cambien, las operaciones en paralelo disminuirán el tiempo de configuración considerablemente.

Dentro de esta fase y con el apoyo del Departamento de Mantenimiento se pudieron realizar mejoras físicas en la envasadora, las mismas que ayudaron a que los operarios se sientan más cómodos en sus puestos de trabajo y a la vez permitieron que las fallas que venían presentándose con frecuencia en la máquina se vean reducidas significativamente.

Estas pequeñas mejoras siempre fueron encaminadas a satisfacer los requerimientos de los operarios y al final no requirieron de mayor inversión. Dentro de estas mejoras citaríamos también a la limpieza del área de trabajo y a la ubicación adecuada de los materiales que necesitaban los operarios para desarrollar sus labores. (Ver anexo 11)

Sin duda, la mejora más significativa fue el retiro de una máquina envasadora brasileña que se encontraba junto a la máquina thiele, que además de no estar en funcionamiento causaba constantes molestias por impedir la movilidad de los operarios e imposibilitar la colocación de materiales cerca del área de trabajo. En las siguientes figuras se pueden observar el “antes” del proyecto y cómo eran dispuestos los pallets y materiales para el envasado y además como es visible la falta de espacio para que los operarios puedan desplazarse cómodamente (Ver figuras 19 y 20).

Mientras que en la figura 21 se aprecia el “después” de la mejora física, es decir luego de retirar la máquina brasileña.



**Figura 19.** Máquina thiele antes de la mejora.



**Figura 20.** Máquina thiele antes de la mejora.

**Fuente:** Fotografías tomadas en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.



**Figura 21.** Máquina thiele después de la mejora.

**Fuente:** Fotografías tomadas en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

Una de las mejoras que en primera instancia parecía algo banal, desencadenó en el mejor ejemplo de lo que trata el SMED: con una pequeña mejora obtener un gran resultado. Esto sobrevino simplemente al mover el láser que permite la entrada de los envases llenos a la termoencogible y que antes del SMED se debía ubicar en la tapa del envase un adhesivo blanco para que el haz del láser se refleje en el mismo y permita la entrada de los envases a la termoencogible. La nueva ubicación del láser fue al costado de los envases en donde se reflejaba de mejor manera la luz. Con ello se logró el ahorro significativo de adhesivos que se colocaban en las tapas inútilmente y aparte de ello el ahorro de un operario, el cual se encargaba de colocar esos adhesivos; de esta manera se redujo el número de operarios de cuatro a tres.



**Figura 22.** Adhesivos blancos ubicados en las tapas de los envases.

**Fuente:** Fotografías tomadas en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

Uno de los problemas que los operarios tenían al momento de prepararse para realizar la configuración de la máquina era el de no contar con herramientas adecuadas y propias para sus labores; es así que se logró la adquisición de un juego de herramientas y la construcción de un cancel para el resguardo de las mismas; el cual además se colocó en un lugar más asequible para el operario, lo que aminoró la distancia y facilitó el orden en el puesto de trabajo.



**Figura 23.** Cancel construido para el resguardo de herramientas.

**Fuente:** Fotografías tomadas en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

Cabe recalcar que las mejoras siempre estuvieron encaminadas a tratar de reducir el tiempo, los desplazamientos, el desperdicio de material y sobre todo a crear un ambiente seguro y confortable para los operarios, ya que ellos se fijaban únicamente en las innovaciones realizadas en sus puestos de trabajo, es decir los cambios visuales en su entorno. Por ello al desarrollar las mejoras físicas, los operarios observaron las mismas y se sintieron motivados para trabajar, porque consideraron que sus peticiones fueron escuchadas.

Finalmente, y una vez efectuada la capacitación y las mejoras físicas, estuvimos listos para empezar a observar los resultados de la implantación del proyecto. Para ello, nuevamente se hizo necesario un estudio de tiempos con el fin de conocer qué porcentaje de tiempo logramos alcanzar al implementar el sistema SMED. Esta vez, los operarios se sintieron menos presionados y se mostraron más desprendidos al realizar sus actividades, lo que permitió tener una media de los tiempos de configuración en el lapso de dos semanas.

Luego de perfeccionar las actividades individuales con las técnicas antes descritas, el tiempo de preparación se redujo en comparación con el tiempo anterior a la aplicación del SMED, las tablas 15 y 16, muestra las reducciones de tiempo alcanzadas al estandarizar las operaciones, ejecutar las operaciones en paralelo y efectuar algunas mejoras físicas. Cabe resaltar que al efectuar las operaciones en paralelo, cada operador tiene su propio tiempo de trabajo, así como también sus propias operaciones internas y externas.

La mejora de tiempo que se obtuvo al implantar el sistema smed resulta del tiempo que dedica el operador 1 a la configuración de la máquina (09'45"), ya que como se puede apreciar en las siguientes tablas, es el mayor tiempo de configuración entre el operador 1 y el operador 2.

<b>TABLA DE RESUMEN DE TIEMPOS Y OPERACIONES</b>		
Tiempo Total	09'45"	
Total Operaciones	68	
Operaciones	Operaciones Internas	54
	Operaciones Externas	14
Tiempos Parciales	Operaciones Internas	08'54"
	Operaciones Externas	51"

**Tabla 15.** Resumen de tiempos y operaciones del nuevo proceso de configuración en la máquina thiele para el operador 1.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

<b>TABLA DE RESUMEN DE TIEMPOS Y OPERACIONES</b>		
Tiempo Total	05'30"	
Total Operaciones	24	
Operaciones	Operaciones Internas	24
	Operaciones Externas	0
Tiempos Parciales	Operaciones Internas	05'30"
	Operaciones Externas	0

**Tabla 16.** Resumen de tiempos y operaciones del nuevo proceso de configuración en la máquina thiele para el operador 2.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Todas estas etapas culminan con la elaboración y difusión de un procedimiento estándar para el cambio adecuado de configuración y así mantener el sistema SMED. Procedimiento que se expondrá más detalladamente en capítulo VI.

#### **2.6.4.2. Mantenimiento y seguimiento de las acciones.**

Para que en este proyecto de mejora continua los resultados perduren en el tiempo, es imprescindible que se lo siga ejecutando y el seguimiento se lo efectúe cabalmente. Es recomendable además que los Departamentos de Proyectos y Producción, con el apoyo de la organización, sean quienes se responsabilicen de llevar a cabo estas indicaciones.

Como en este proyecto se encuentran implicadas otras áreas de la empresa y se consumen o pueden consumirse recursos, gastos, tiempo, dedicación, etc. es necesario, como compromiso de la organización, el hacer un seguimiento de las acciones implantadas y de los resultados obtenidos.

Como se dijo anteriormente, según se vayan realizando mejoras o reajustes al sistema, deben también actualizarse el estándar de procesos y su procedimiento estándar de configuración para conseguir que tanto la estandarización como los resultados no se pierdan.

Finalmente, resulta acertado recordar que la causa más frecuente para que este tipo de proyectos no alcancen los objetivos preestablecidos, es que los altos mandos no le dediquen la atención necesaria y por consiguiente no deleguen a una persona para que se encargue de hacer cumplir el proyecto y darle el respectivo seguimiento.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS.

#### 3.1. RESULTADOS OBTENIDOS.

Gracias al trabajo metódico de toma de tiempos, más un seguimiento constante de las técnicas SMED en cada cambio, pronto fue posible alcanzar el resultado que se esperaba obtener: reducir el tiempo de configuración a la mitad.

A continuación se muestra el tiempo final obtenido que se requiere para configurar la envasadora semiautomática thiele; tiempo que es fruto de la implantación del sistema SMED.

<b>TOTAL</b>	<i>Tiempo de configuración</i>	9'45"	<i>Sin lavado de tolva</i>	
	<i>Tiempo de configuración con lavado total de la tolva</i>	39'16"	<i>Productos diferente tonalidad</i>	
	<i>Tiempo de configuración con lavado parcial de la tolva</i>	29'11"	<i>Productos similar tonalidad</i>	
	<i>Lavado total de la tolva</i>	29'31"		
	<i>Lavado parcial de la tolva</i>	19'26"		
	<i>Actividades Internas</i>	77	14'01"	<b>TIEMPO</b>
	<i>Actividades Externas</i>	14	51"	
	<b>TOTAL OPERACIONES DE CONFIGURACIÓN</b>	91		

**Tabla 17.** Tiempos obtenidos al implantar el sistema SMED.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

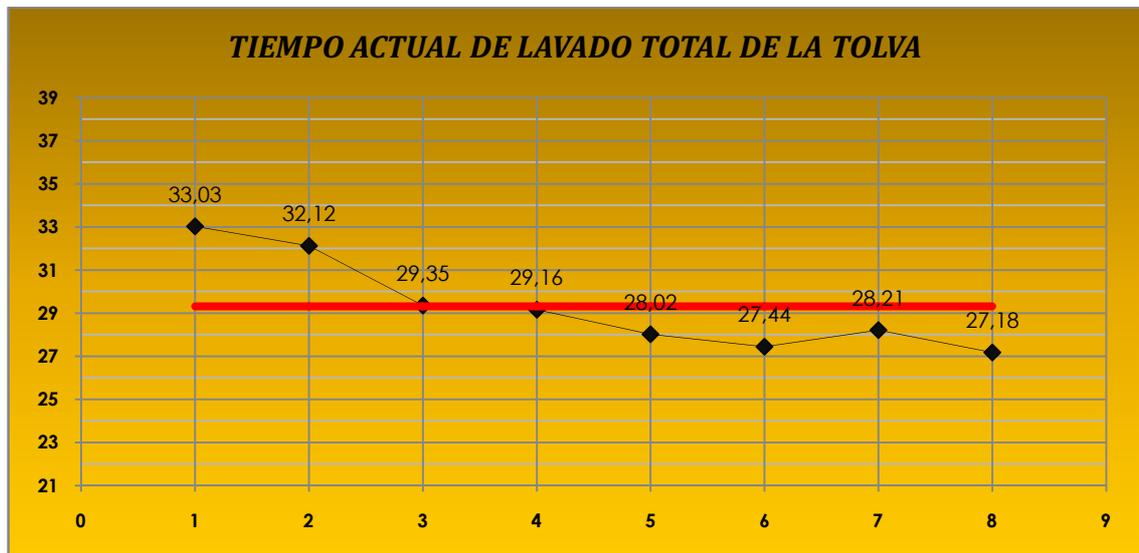
Las diversas muestras que se cronometraron ya no fueron datos tan dispersos como los que encontramos al inicio del proyecto y muy al contrario el proceso actual tiende a ubicarse en el límite central de control.



**Figura 24.** Diagrama de dispersión del tiempo actual de configuración.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

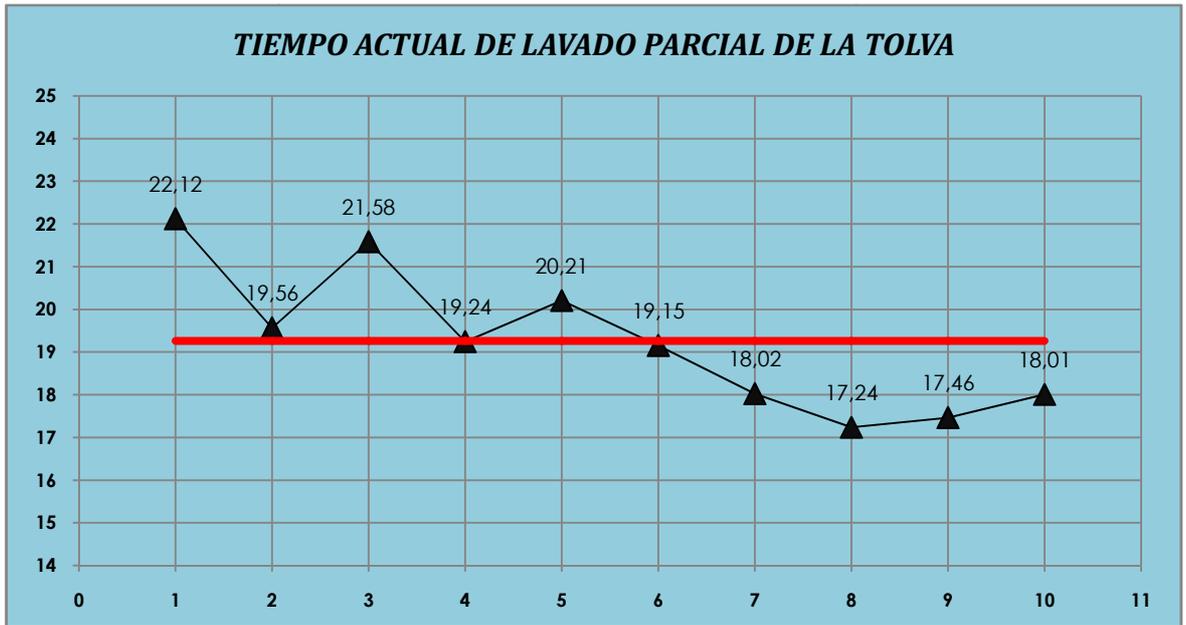
**Elaboración:** Santiago Cruz



**Figura 25.** Diagrama de dispersión del tiempo actual de lavado total de la tolva.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.



**Figura 26.** Diagrama de dispersión del tiempo actual de lavado parcial de la tolva.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Los principales resultados obtenidos, así como sus impactos económicos (que se muestran más adelante), evidencian los logros obtenidos con base en la aplicación de la herramienta SMED y de las mejoras evidenciadas en la envasadora.

Cabe acotar que para el cálculo de los beneficios, se ha tomado como tiempo de configuración principal, al mayor tiempo que le toma al operario configurar la máquina; es decir, al tiempo de configuración con lavado total o exhaustivo de la tolva.

	<i>Promedio configuraciones día</i>	<i>Configuraciones mes</i>	<i>Tiempo configuración</i>	<i>Tiempo total configuración mes (min)</i>	<i>Beneficio tiempo mes (min)</i>
<i>Antes</i>	2	44	71'27"	3 124'	<b>1408'</b>
<i>Después</i>	2	44	39'16"	1 716'	

**Tabla 18.** Beneficio de tiempo obtenido al implantar el sistema SMED.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Con este beneficio de tiempo, procedemos a calcular el beneficio en cuanto a la producción de lotes extras que se pueden fabricar al mes, en base a la producción de la máquina 23:

<i>Beneficio tiempo mes (min)</i>	<i>Producción gal / min</i>	<i>Producción extra mes (gal)</i>	<i>Producción aprox. galones por lote MQ 23</i>	<i>Beneficio mes (lotes)</i>
1408'	19	26 752	898	<b>29</b>

**Tabla 19.** Beneficio teórico de lotes extra al implantar el sistema SMED.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Finalmente, calculamos el beneficio económico que obtendríamos al mes:

<i>Producción extra mes (gal)</i>	<i>Costo por litro</i>	<i>Margen por litro</i>	<i>Beneficio mes (\$)</i>
26 752	\$ 2.50	54 %	<b>\$ 136 696</b>

**Tabla 20.** Beneficio económico teórico al implantar el sistema SMED.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Resulta importante aclarar que los tiempos de configuración que se han obtenido son reales y solamente los impactos tanto en producción como en lo económico son teóricos, ya que por circunstancias de tiempo no se pudo efectuar el seguimiento necesario para comprobar si realmente se está envasando más producto y por consiguiente se está consiguiendo el beneficio teórico que aquí se plantea.

Sin embargo, esta información es posible recabarla del histórico de lotes envasados durante los últimos meses para hacer una comparación con la producción anterior al mes de octubre del 2010, ya que desde finales de este mes se obtuvieron los nuevos tiempos de configuración y con ello el nuevo método de trabajo en la máquina thiele.

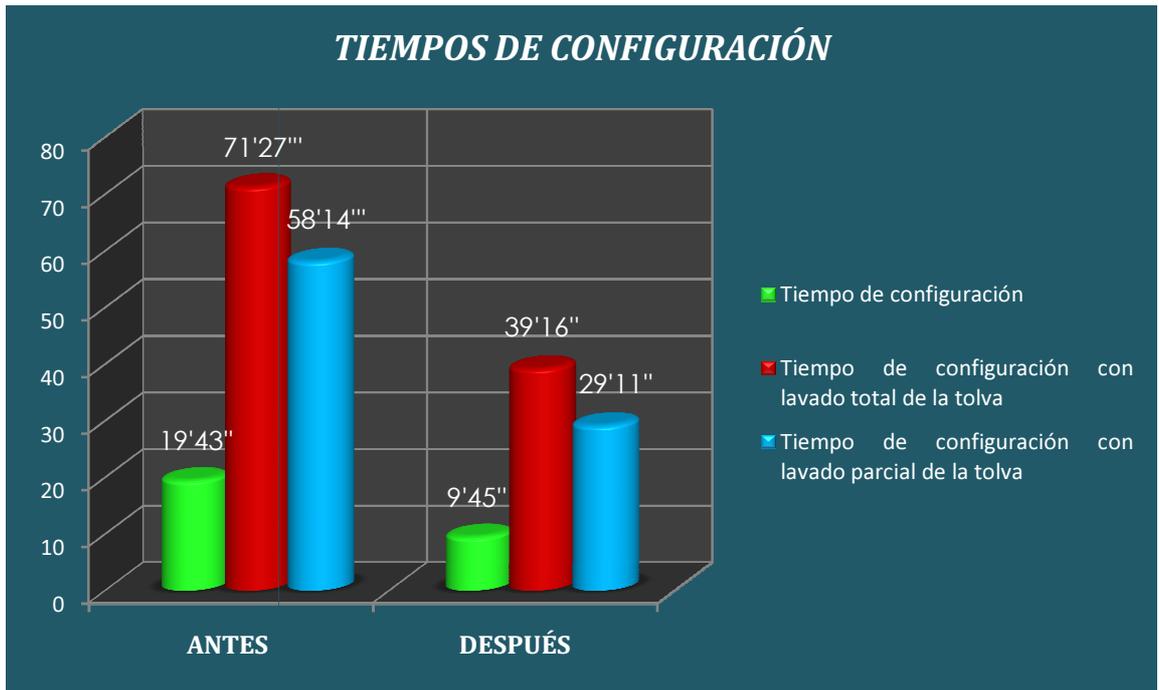
## **CAPÍTULO IV**

### **DISCUSIÓN.**

#### **4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

La implantación del sistema SMED no solo permite reducir el tiempo de configuración, sino que una vez finalizada su ejecución se pueden obtener ventajas en cuanto a flexibilidad y costos.

Con la reestructuración de actividades y las diversas mejoras físicas que se efectuaron, se logró pasar de 99 a 77 operaciones internas, disminuyendo así las operaciones que se hacen con la máquina detenida; además se pasó de 19 a 14 operaciones externas. En consecuencia, de un total de 118 operaciones encontradas al inicio del proyecto, se lograron reducir a 91, consiguiendo con esto una reducción del 22.88%. Antes de la aplicación del sistema, la puesta a punto de la envasadora podía ser culminada por el operador principal en 19'43''; ahora al mismo operador le basta con 9'45" para finalizar dicha operación, esto significa una reducción del 51.36%.



**Figura 27.** Comparación de tiempos anteriores y posteriores al proyecto SMED.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

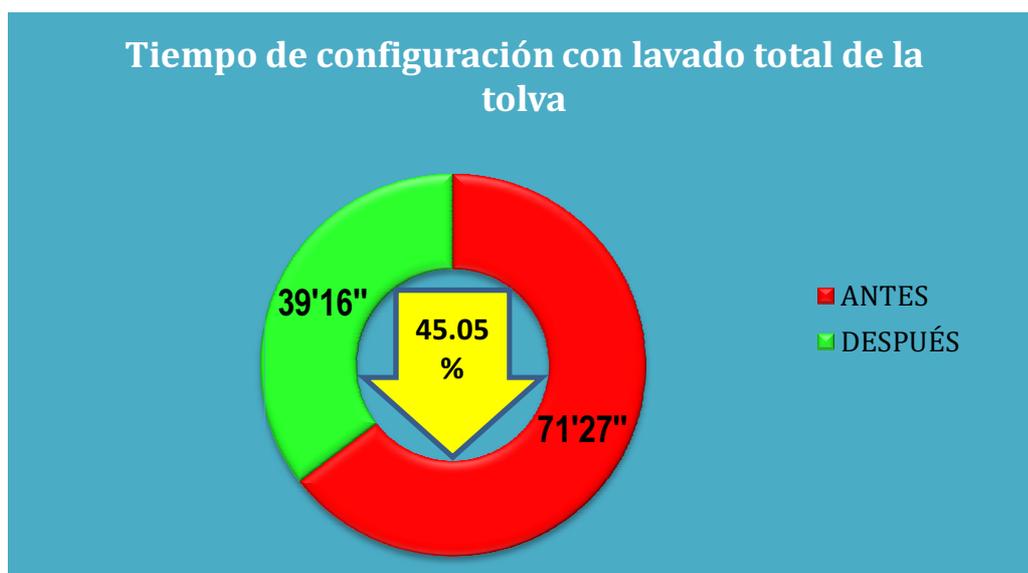
**Elaboración:** Santiago Cruz E.



**Figura 28.** Porcentaje de disminución del tiempo de configuración.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

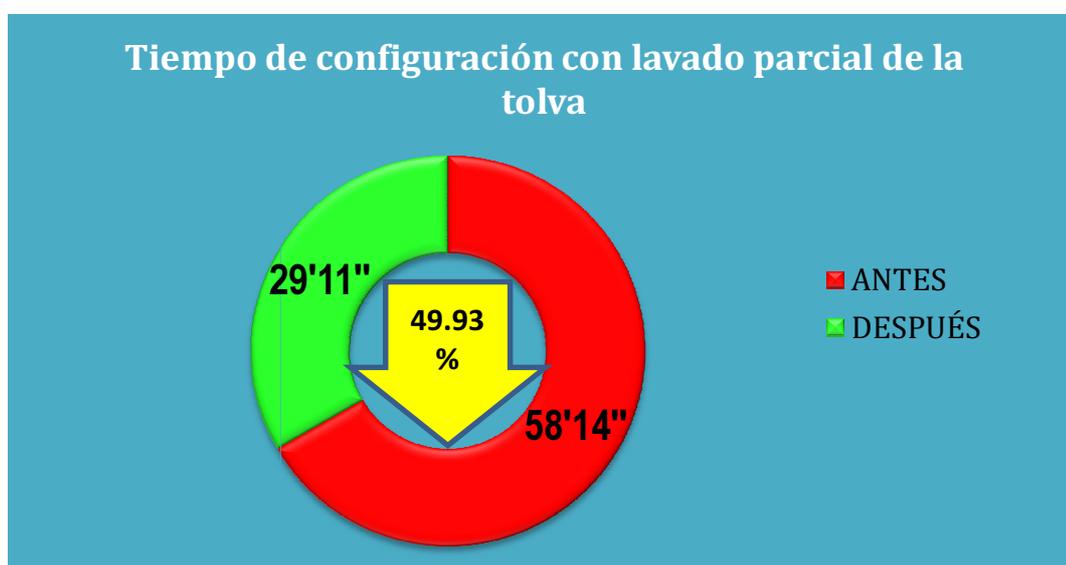
**Elaboración:** Santiago Cruz E.



**Figura 29.** Porcentaje de disminución del tiempo de configuración con lavado total de la tolva en la máquina thiele.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.



**Figura 30.** Porcentaje de disminución del tiempo de configuración con lavado parcial de la tolva en la máquina thiele.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

En la tabla que se presenta a continuación podemos observar la reducción de los diversos tiempos de configuración:

		ANTES	DESPUÉS	Porcentaje de disminución	
<b>TOTAL</b>	Tiempo de configuración	19'43"	9'45"	51,36 %	Sin lavado de tolva
	Tiempo de configuración con lavado total de la tolva	71'27"	39'16"	45,05 %	Productos diferente tonalidad
	Tiempo de configuración con lavado parcial de la tolva	58'14"	29'11"	49,93 %	Productos similar tonalidad
	Lavado total de la tolva	51'44"	29'31"	43,02%	
	Lavado parcial de la tolva	38'31"	19'26"	49,73%	
	Actividades Internas	99	77	22.22 %	
	Actividades Externas	19	14	26.32 %	
	<b>TOTAL OPERACIONES DE CONFIGURACIÓN</b>	118	91	22.88 %	
<b>TIEMPO</b>	Actividades Internas	18'22"	14'01"	23.11%	
	Actividades Externas	1'21"	51"	57.85 %	

**Tabla 21.** Comparativo de tiempos, actividades y porcentajes de disminución de los tiempos de configuración en la máquina thiele.

**Fuente:** Datos recabados en la sección de envasado. Pinturas Cóndor S.A.

**Elaboración:** Santiago Cruz E.

Como notamos, la diferencia entre los tiempos obtenidos al inicio del proyecto con el actual es de alrededor de la mitad, con lo cual se puede apreciar el beneficio alcanzado al aplicar los fundamentos del SMED y además comprobamos que se logró cumplir con el objetivo que se planteó el equipo de trabajo que fue el de reducir el tiempo de configuración en un 50%.

Como beneficio adicional, y no menos importante, se puede señalar que se mejoró la calidad en cuanto a que las condiciones operacionales se regulan con anticipación y se estandarizaron los procedimientos. Como punto extra, la aplicación del SMED facilita y agiliza los cambios en los productos a fabricar, haciendo posible responder rápidamente a la variabilidad en la demanda.

En resumidas palabras, los efectos que produjo la implantación del sistema SMED fueron:

- ❖ El cambio de configuración es más sencillo.
- ❖ Se evitan situaciones de riesgo.
- ❖ Se eliminan errores en el proceso.
- ❖ Mejora la calidad.
- ❖ Simplificación, libertad y mejor limpieza en el área de trabajo.
- ❖ Los operadores y el personal involucrado se sienten motivados al compartir el sentimiento de logro y de éxito.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1. CONCLUSIONES.

- En un proyecto de este tipo, cabe destacar la importancia que tiene el conocimiento por parte de los operarios de los objetivos del proyecto y de la importancia de su intervención en cada una de las fases del mismo para la consecución de los resultados.
- El SMED aumenta la productividad al sacar mayor provecho de los factores humano y máquina en función del tiempo. Al aplicar la técnica se logró reducir el tiempo de configuración de 19'43" a 9'45", es decir, el tiempo se redujo en un 51,36% lo cual significa para la empresa un beneficio de 29 lotes extras en producción, con lo que se está cumpliendo la hipótesis planteada para este proyecto.
- El total de operaciones de configuración pasó de 118 a 91, es decir se consiguió una reducción del 22,88%.
- Los mayores tiempos que se encontraron durante el cambio fueron los dedicados al lavado de la tolva, los mismos que se lograron bajar en un porcentaje significativo. Así tenemos que el tiempo de lavado total de la tolva pasó de 51'44" a 29'31", logrando una reducción del 43,02%. Igual situación con el tiempo de lavado parcial de la tolva que pasó de 38'31" a 19'26" consiguiendo una reducción del 49,73%.
- Con el aumento de la productividad se tiene mayor utilización de la envasadora, es decir, un mayor tiempo de producción y menos tiempo de paro.

- Dentro del área de envasado se realizan diversos movimientos innecesarios, pérdida de tiempo, material, etc. debido a una mala planificación de la producción.
- No solo se aumentó la productividad sino también la flexibilidad, y con ello la empresa genera una ventaja competitiva en cuanto a los tiempos de respuesta al cliente, ya que el programa de producción puede tener variaciones debido a las prioridades que tengan los pedidos de acuerdo al cliente o al volumen, lo que conlleva a realizar cambios de configuración continuos.
- Al implementar el sistema SMED, lo primero que se hizo fue un análisis detallado de las actividades efectuadas para la configuración, luego la clasificación de operaciones internas y externas, eliminación de las innecesarias y reestructurando algunas de las operaciones restantes, para obtener un estándar de actividades y finalmente realizar algunas mejoras en la máquina y en el entorno laboral.
- El uso de la metodología del SMED permitió involucrar de manera participativa a todo el personal que interviene directa e indirectamente en el proceso de envasado en la máquina thiele.
- Se realizaron sensibilizaciones con el fin de culturizar al personal acerca de los cambios efectuados en el método de trabajo.
- La implantación del sistema SMED puede alcanzarse fácilmente y con bajas inversiones; teniendo en cuenta que sólo con la separación de operaciones internas y externas, estandarización de las mismas y la realización de operaciones en paralelo pueden obtenerse las reducciones más significativas. Después de finalizado todo esto, muchas actividades pueden ser mejoradas con la ayuda del personal de mantenimiento, los mismos que están más involucrados con la parte mecánica de la máquina.

- Para el éxito en la implantación del sistema SMED, no es necesario tener personal altamente calificado o con demasiadas habilidades, lo importante es crearles la necesidad de realizar las cosas diferentes e idear formas prácticas y rápidas para ejecutar el trabajo.
- El equipo SMED que participó durante la implantación del sistema se lleva los méritos del ahorro obtenido: sin duda dos cabezas piensan mejor que una y tres mejor.
- La técnica SMED que en un inicio surgió en la industria del automóvil, actualmente tiene aplicación en prácticamente cualquier sector industrial.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

- En esta clase de proyectos resulta fundamental la capacitación al personal involucrado, ya que si no explicamos los fundamentos del nuevo sistema que se desea implantar, si no se realiza la socialización del proyecto con los implicados solo obtendremos confusión y falta de colaboración. Razón por la cual jamás se debe asumir que algo es conocido o comprendido, por lo que se realizará la explicación con palabras claras y entendibles para llegar a comprender el objetivo que queremos alcanzar.
- Para comprobar los beneficios teóricos enunciados en este proyecto, se recomienda efectuar un seguimiento en los lotes envasados antes y después del mes de octubre del 2010. En caso de no coincidir los resultados se debería indagar en qué actividades se está ocupando el ahorro de tiempo obtenido.
- El método de trabajo estándar se convertirá en el habitual, pero aún así debe hacerse un seguimiento, no sólo para detectar desviaciones del método, sino para incrementar la motivación de los trabajadores cuando éstos hayan cumplido con los objetivos del proyecto.

- Dentro del nuevo proceso, recordar a los operadores realizar en forma paralela el precalentamiento de la termoencogible con la preparación previa y diaria de la envasadora. Así también, realizar la configuración entre dos operarios, es decir uno se encargue de configurar la boquilla, presión, bomba volumétrica, banda transportadora y el otro se encargue de configurar la termoencogible.
- El operario debe respetar la nueva instrucción del cambio, esto no quiere decir que no pueda hacer mejoras al proceso, sólo que no debe modificarlo sin previo conocimiento y aprobación de su superior.
- Los supervisores deben comprobar que los tiempos no crezcan sin causa justificada. En el caso que sea así debe determinar las causas y tomar las acciones correctoras necesarias para corregirlas.
- Según se vayan implementando nuevas acciones, debe actualizarse también el cambio para evitar que se pierdan los resultados.
- Lo importante de que se implemente esta metodología es que la empresa tenga la decisión de continuarla y hacer de esta una cultura organizacional, ya que las recomendaciones hechas solo servirán siempre y cuando toda la gente implicada en esto coopere y sea incitada a trabajar en un ambiente de orden, seguridad y limpieza.
- Una recomendación importante es contar con un plan de mantenimiento que garantice el trabajo eficiente de la máquina, ya que el área de mantenimiento está dedicada específicamente a corregir y reparar las fallas que la envasadora y termoencogible presentan turno tras turno.
- Realizar una mejor gestión en la programación de la producción para disminuir las configuraciones. Es decir, tratar de envasar de corrido sólo colores de similar tonalidad para luego realizar una sola configuración para envasar colores de diferente matiz.

- Realizar un estudio de factibilidad conjuntamente con el departamento técnico para la utilización de otro elemento líquido que pueda ser utilizado en lugar del agua para el lavado de la bomba, como por ejemplo el lavado con alcohol. Esto con el fin de agilizar el desprendimiento de pintura residual en las paredes de la bomba, boquilla y tubería.
- Evaluar conjuntamente con mantenimiento, proyectos y producción la propuesta de tener diferentes tuberías y bombas para las diferentes tonalidades en los productos para evitar el lavado exhaustivo de la tolva.
- Continuar con las sensibilizaciones al personal con el fin de recalcar la importancia de seguir ejecutando todas las actividades propuestas en la metodología SMED.
- Al personal de mantenimiento, tener en cuenta las propuestas en cuanto al mejoramiento o arreglo de ciertos dispositivos de la máquina; ya que con esto se busca agilizar y facilitar el trabajo del operario, contribuyendo aún más a la disminución de los tiempos de configuración y al aumento de la productividad. Dentro de esto por ejemplo se encuentra la estandarización de ciertos elementos de sujeción tanto en las bandas transportadoras como en la alimentadora de cartón con la utilización de pernos tipo mariposa.
- Al Departamento de Calidad, revisar constantemente que los insumos tales como plásticos, cartones, tapas y envases cumplan con las especificaciones requeridas, esto con el fin de evitar molestias durante el proceso de envasado por la calidad, grosor, dimensiones, etc. de estos insumos.
- Un tema que quedó pendiente en su realización fue la implementación del programa de las 5 S's, el mismo que algunos autores recomiendan como paso final en la implantación del sistema SMED y que mejoraría enormemente la estética, el aseo, la seguridad y el orden del área.

- A los operarios, utilizar adecuadamente las herramientas suministradas por el Departamento de Proyectos y guardarlas después de su uso en el cancel construido para el efecto; el mismo que deberá estar libre de elementos que no tengan nada que ver con el proceso de envasado. Las herramientas se les entregó a los operarios para evitar que utilicen elementos rústicos para la configuración de la envasadora; los mismos que no deberán estar en ninguna parte del puesto de trabajo y más bien deberán ser eliminados.
- Sin duda, los operarios pasan la mayor parte de su jornada laboral de pie, ya sea envasando, apilando, etiquetando, etc. motivo por el cual me permito sugerir que se realice un profundo estudio ergonómico pero con mejoras que sean visibles; recordando que el operario al estar demasiado tiempo de pie y con tareas que son monótonas y repetitivas puede contraer problemas lumbares, malestar físico, estrés, entre otros y por consiguiente una desmotivación para realizar sus labores. Enmarcado en ello y como una alternativa no tan ingenieril propongo la utilización de reposapiés o alfombras anti estrés que disminuyan los efectos adversos que conlleva realizar actividades de pie por largos períodos de tiempo.
- Al ser este un proyecto de mejora continua, se puede seguir perfeccionando el tiempo obtenido y lograr lo que la teoría del SMED propone, que la configuración se la realice en menos de diez minutos.
- El ahorro de tiempo, la comodidad del operario y las mejoras realizadas en la máquina son palpables dentro del área, por lo que se ha llegado a demostrar el gran beneficio que el sistema SMED brinda al ser implantado; razón por la cual se sugiere implantarlo en las demás envasadoras y por qué no al resto de máquinas del área de producción de Pinturas Cóndor S.A.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA.**

#### **6.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA.**

“Elaboración del procedimiento estándar de configuración para la máquina envasadora thiele”.

#### **6.2. INTRODUCCIÓN.**

Para garantizar que todas las actividades u operaciones necesarias para el cambio de configuración se realicen siempre de la misma manera, ya sea que involucren al factor humano, materiales, maquinaria, etc., conviene emitir un procedimiento estándar de configuración que no es nada más que un documento sistemático que asegurará la repetitividad de las operaciones de configuración y conducirá a la culminación de las mismas de la mejor manera.

Es por ello que la presente propuesta se encamina a la elaboración del procedimiento estándar para configurar la máquina envasadora; valiéndose para el efecto de la información obtenida en el transcurso de la implantación del sistema SMED en la empresa Pinturas Cóndor S.A., principalmente en el área de producción.

Al poner en práctica continuamente este procedimiento, el mismo ayudará a determinar ciertas falencias existentes en dicho proceso, para así poderremediarlas pronta y oportunamente, antes de que se susciten problemas que puedan afectar la productividad del área.

### **6.3. OBJETIVOS.**

#### **6.3.1. OBJETIVO GENERAL.**

- ❖ Aportar a los operadores una guía práctica para asegurar que la configuración de la máquina envasadora thiele sea realizada en forma secuencial y apropiada; ahorrando tiempo de proceso y promoviendo un ambiente seguro de trabajo.

#### **6.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- ❖ Proporcionar un instrumento técnico - administrativo al área de producción y al departamento de proyectos, que norme los procesos de configuración en la máquina envasadora thiele.
- ❖ Estandarizar el proceso y mantener la firmeza en la forma de trabajar con calidad.
- ❖ Proveer información completa y exacta para efectuar el proceso de envasado.
- ❖ Distribuir al personal involucrado de la configuración de la máquina el procedimiento estándar para que sean ellos quienes lo pongan en práctica.
- ❖ Introducir una herramienta sencilla y flexible para el monitoreo del progreso hacia el cumplimiento de los objetivos del sistema SMED.

### **6.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO - TÉCNICA.**

El procedimiento estándar de configuración es un documento que contiene las instrucciones necesarias para llevar a cabo de manera reproducible una operación, es decir comprende la descripción de actividades que han de ejecutarse en la realización de los procesos dentro de una unidad ya sea administrativa, de producción, de servicios, etc.

Dependiendo de las necesidades del área en la que se requiera la utilización de este documento, el manual incluirá las personas que intervienen en el mismo, precisando su responsabilidad y participación.

Los procedimientos estándar suelen contener información, autorizaciones, anexos, detalles de máquinas o equipo de oficina a utilizar y cualquier otro dato que pueda auxiliar al correcto desarrollo de las actividades dentro del área o empresa. En él se encuentra registrada y transmitida sin distorsión la información básica referente al funcionamiento de puestos, unidades, maquinaria, etc., facilitando ciertas labores de control y dando la oportunidad a los empleados y a sus inmediatos superiores de evaluar si la operación se está realizando o no adecuadamente.

La finalidad de esta documentación es el de establecer un registro que organice de manera técnica el cumplimiento de las actividades, a la vez que ayude a asegurar que todo el proceso general se lleve a cabo de forma homogénea y con un ahorro de tiempo significativo.

A parte de ello, el estandarizar un proceso y documentarlo nos ofrece la mejor herramienta de inducción y capacitación para el personal nuevo, ya que se la puede utilizar como una lista de verificación (check list) y con ello se puede asegurar en gran medida la continuidad del proceso.

Es importante notar que ante los beneficios, existe también una desventaja muy significativa y es la que al no hacer una adecuada revisión y actualización del procedimiento, este tiende a volverse obsoleto y perderse por completo.

## **6.5. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.**

A continuación se muestra el procedimiento estándar de configuración para el proceso de envasado en la máquina thiele. (Ver también el anexo 12)



**PINTURAS CÓNDOR S.A.**  
**DEPARTAMENTO DE PROYECTOS**  
**SMED PROJECT**



**PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE CONFIGURACIÓN PARA LA  
MÁQUINA ENVASADORA THIELE.**

**Departamento:** Proyectos / Producción      **Fecha de Emisión:** 2010/10/20

**1. Propósito:**

Establecer los pasos a seguir durante los cambios de configuración en la máquina envasadora thiele con el fin de mantener o mejorar el tiempo de configuración establecido en la implantación del sistema SMED.

**2. Alcance:**

Este procedimiento va dirigido a los operadores de la máquina envasadora thiele y al personal de apoyo asignado por el supervisor de producción para los cambios de configuración.

**3. Normas de Seguridad:**

- Utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado.
- Operar la máquina entre dos personas.
- No dejar herramientas o elementos de limpieza sobre la máquina.
- Antes de la limpieza, verificar que no tenga ningún tipo de energía conectada.
- Cuando las cuchillas de la termoencogible estén operando, no introducir las manos.

**4. Revisiones:**

Este procedimiento será revisado trimestralmente y antes si se cambia alguna condición o algún nuevo requerimiento que afecte al mismo a partir de la fecha de emisión.

## 5. Terminología básica:

**SMED:** Técnica japonesa cuyo objetivo es reducir los tiempos de configuración en las máquinas.

**Tiempo de configuración:** Tiempo requerido para poner a punto o dejar lista a la máquina para producir.

**Operación Interna:** Aquella operación o actividad que se realiza con la máquina detenida.

**Operación Externa:** Aquella operación o actividad que se realiza con la máquina en funcionamiento.

## 6. Anexo:

Sí existe (Estándar de procesos –Anexo 13- ).

## 7. Procedimiento:

### **OPERACIÓN DE LA MÁQUINA THIELE Y SU TERMOENCOGIBLE.**

- Precalentar el horno de 20 a 30 minutos antes de iniciar labores (07:00).
- Verificar que los sistemas eléctrico y de aire comprimido estén disponibles.
- Llenar la tolva con el producto a envasarse.
- Conectar la banda transportadora.
- Verificar la temperatura en la termoencogible y dejarla en automático.
- Realizar pruebas y ajustes de envasado.
- Encender el envasado automático.
- Envasar.
- Cuando se haya terminado, apagar el envasado y detener la banda transportadora.
- Colocar en manual la termoencogible o desconectarla (si fuera el caso).
- Cerrar las válvulas de alimentación de aire.
- Liberar el aire que haya quedado en la envasadora.
- Desconectar el sistema eléctrico.

### **ANTES DE LA CONFIGURACIÓN:**

Preparar el material que se vaya a requerir para el siguiente proceso de envasado; para lo cual el operario encargado de estibar el producto (operario 2) luego de haber terminado su trabajo debe ir a traer los envases, tapas y cartones conjuntamente con el operario encargado de colocar los adhesivos (operario 3), mientras que el operario encargado de envasar (operario 1) debe ir por las herramientas para empezar la configuración.

### **DURANTE LA CONFIGURACIÓN:**

Mientras el operario 1 se encuentre realizando la configuración, los operarios 2 y 3 deben seguir trayendo el material. En el caso de que los 2 operarios ya hayan terminado de traer todo el material, el operario 2 deberá ayudar al operario 1 a configurar la termoencogible y las barras correspondientes a esta sección (operación en paralelo), mientras que el operario 3 deberá imprimir los adhesivos.

### **DESPUÉS DE LA CONFIGURACIÓN:**

Una vez terminada la configuración, el operario 1 deberá limpiar y despejar de su área de trabajo. Mientras tanto el operario 2 deberá preparar su área de trabajo y colocar los pallets respectivos para apilar el producto terminado; y finalmente el operario 3 empezará a colocar los adhesivos en los envases.

### **8. Histórico de cambios y actualizaciones:**

	<b><i>FECHA</i></b>	<b><i>RESPONSABLE</i></b>
<b><i>1.</i></b>		
<b><i>2.</i></b>		
<b><i>3.</i></b>		

<b><i>Elaborado por:</i></b> <i>Santiago Cruz</i>	<b><i>Revisado por:</i></b>	<b><i>Autorizado por:</i></b>
<i>2010/10/20</i>		

## 6.6. DISEÑO ORGANIZACIONAL.



## 6.7. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.

Según se vayan realizando mejoras o reajustes al sistema, deben también actualizarse el estándar de procesos y su procedimiento estándar de configuración para conseguir que tanto la estandarización como los resultados no se pierdan.

Para llevar un adecuado monitoreo del presente trabajo, se debería operar de acuerdo a lo siguiente:

- ❖ Observar las actividades que se están realizando con sus respectivos tiempos y compararlos con el estándar de procesos (Ver anexo 13).
- ❖ Analizar si existe alguna desviación de los tiempos o si los mismos están creciendo sin causa justificada.
- ❖ Organizar y reunir al equipo de trabajo (operarios, jefes, supervisores, etc.) para examinar en detalle los problemas encontrados.
- ❖ Determinar mejoras a efectuar para solucionar dichos problemas.
- ❖ Modificar o actualizar el estándar de procesos.

De la misma manera, para llevar adecuadamente el procedimiento estándar de configuración, se aconseja tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ❖ El procedimiento estándar de configuración deberá estar bajo la responsabilidad de los departamentos de proyectos y producción.
- ❖ Deberá ser distribuido a todos los usuarios a quienes aplique y ser mostrado en el área de aplicación, es decir en el área de envasado de la máquina thiele en un lugar del cual no se moverá.
- ❖ La revisión periódica, actualización o modificación deberá ser autorizada y aprobada por parte de los departamentos responsables.
- ❖ Para la elaboración de nuevos procedimientos, se deberá hacerlos siguiendo el formato estándar aquí mostrado.

## **CAPÍTULO VII**

### **BIBLIOGRAFÍA.**

#### **8.1. TEXTOS CONSULTADOS.**

- Chase – Jacobs – Aquilano. 2004. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Décima edición. México. Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- Niebel - Freivalds. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. Décimo primera edición. México. Grupo editor Alfaomega.
- García Criollo, Roberto. 1998. Estudio del Trabajo - medición del trabajo. Primera edición. México. Editorial McGraw-Hill.
- De Orbegoso Aspillaga Miguel Ignacio. 2002. Reducción de tiempos de preparación en máquinas: un aporte desde la filosofía LEAN. Bogotá. Editorial McGraw-Hill.
- Meyers – Matthew. 1997. Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. Portland, USA. Editorial Productivity Press.
- Tamayo y Tamayo, M. 2001. El proyecto de investigación. Serie: aprender a investigar. Bogotá. Fondo Editorial Universal.
- Maynard H. B. 1960. Manual de Ingeniería de la Producción Industrial. Tercera edición. México. Editorial Reverte.
- Feld William M. 2002. Lean Manufacturing: Herramientas, técnicas y cómo usarlas. New York. Editorial the St. Lucie Press.

- De Leciñana, Jesús Alonso; Ruiz, José María. 1995. Ingeniería de la producción. Primera edición. Editorial Deusto.

## 8.2. INTERNET.

- Sarango Martínez F. 2001. Implantación del sistema SMED en un proceso de impresión flexográfica. [Tesis electrónica].Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral.Abril 03, 2010.
- Paredes Rodríguez F. 2007. Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED. Abril 03, 2010. <http://www.lean-vision.com>
- Asociación de la Industria Navarra AIN. 2003. Abril, 06, 2010. <http://www.navactiva.com>
- BOM Consulting Group. 2009. SMED – Alistamiento rápido de máquinas (lean manufacturing). Abril 03, 2010. <http://www.slideshare.net/bomconsulting/smed-alistamiento-rpido-de-equipos-lean-manufacturing>
- Del Vigo García I., Villanueva Castrillón J. 2009. Reducción de tiempos de fabricación con el sistema SMED. Abril 03, 2010. <http://www.tecnicaindustrial.es/TIAdmin/Numeros/55/40/a40.pdf>
- Grupo Galgano. 2005. Incrementar la eficiencia productiva a través de Lean Manufacturing. Abril 03, 2010. [http://www.grupogalgano.com/lean\\_manufacturing.pdf](http://www.grupogalgano.com/lean_manufacturing.pdf)
- Lean-Sigma. 2009. Lean Manufacturing - Kaizen. Mayo 14, 2010. <http://www.lean-sigma.es/kaizen-mejora-continua.php>
- [www.bbasicsllc.com/leanmanufacturing.htm](http://www.bbasicsllc.com/leanmanufacturing.htm)

### **8.3. OTRAS REFERENCIAS.**

- Apuntes acerca del SMED, archivo propiedad de GPS Consulting Group(Quito).
- Apuntes varios obtenidos del departamento de proyectos en el transcurso de la pasantía.
- Apuntes varios sobre herramientas de decisión para la solución de problemas, autoría del Ing. Gino Zamora Acosta.

## **CAPÍTULO VIII**

### **ANEXOS.**

**ANEXO 1.**

**PLANNING DEL PROYECTO SMED.**

<b>SMED PROJECT</b>	<b>473 horas</b>	<b>14/06/2010</b>	<b>27/08/2010</b>
<b>FASE PRELIMINAR O DE DEFINICIÓN</b>	<b>77 horas</b>	<b>14/06/2010</b>	<b>25/06/2010</b>
Reconocimiento del proceso, máquinas, operarios y demás	6 horas	14/06/2010	14/06/2010
Elaboración de documentos para el proceso	2 horas	14/06/2010	14/06/2010
Toma de tiempos y estudio de las condiciones actuales	64 horas	15/06/2010	24/06/2010
Evaluación de las condiciones actuales y metodología del análisis	2 horas	24/06/2010	24/06/2010
Formación del equipo de trabajo e inducción del mismo	1 hora	25/06/2010	25/06/2010
Definición de objetivos meta	1 hora	25/06/2010	25/06/2010
Registro del cambio	1 hora	25/06/2010	25/06/2010
<b>FASE DE ANÁLISIS</b>	<b>80 horas</b>	<b>28/06/2010</b>	<b>09/07/2010</b>
Análisis de las actividades de preparación por función: Utilización de videos	40 horas	28/06/2010	02/07/2010
Identificación y clasificación de operaciones internas y externas (Etapa 1)	40 horas	05/07/2010	09/07/2010
<b>FASE DE MEJORA Y SEGUIMIENTO</b>	<b>316 horas</b>	<b>12/07/2010</b>	<b>27/08/2010</b>
Alternativas de soluciones	36 horas	12/07/2010	09/08/2010
Segregación de operaciones para reducir tiempo de configuración (Etapa 2)	40 horas	12/07/2010	16/07/2010

Convertir operaciones internas o parte de ellas en operaciones externas (Etapa 3)	80 horas	19/07/2010	30/07/2010
Acciones para el refinamiento de todos los aspectos de preparación	80 horas	02/08/2010	13/08/2010
Verificación de las acciones	80 horas	16/08/2010	27/08/2010

**ANEXO 2.**

**FORMATO DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.**



**ANEXO 3.**

**FORMATO UTILIZADO PARA LA SEPARACIÓN DE OPERACIONES  
INTERNAS Y EXTERNAS.**



**ANEXO 4.**

**CHECK LIST APLICADOS A LOS OPERARIOS ENCARGADOS DEL  
ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE.**

## S M E D P R O J E C T

## CHECK LIST

Turno de: Lenín TipánFecha: 2010/06/14

	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
¿Están disponibles, en su sitio y en condiciones de uso todos los elementos necesarios (herramientas, materiales, MP, etc.)		X	Debe traer sus propias herramientas
¿Se respeta la secuencia de las operaciones?		X	
¿Se utilizan las herramientas, materiales, etc. establecidos?		X	
¿Se tiene un registro de las paradas y ajustes?		X	
¿Se identifican brevemente las fallas en la máquina?	X		
¿Se identifica el primer producto bueno?		X	Se cree que es el primer envase lleno
¿Las condiciones del entorno de trabajo son buenas?		X	
¿Se detecta alguna oportunidad de mejora?	X		
¿Existe algún riesgo para la persona?		X	

Aprobado por: Ing. Estuardo Soto  
Elaborado por: Ego. Santiago Cruz

## S M E D P R O J E C T

## CHECK LIST

Turno de: Marco AguilarFecha: 2010/06/14

	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
¿Están disponibles, en su sitio y en condiciones de uso todos los elementos necesarios (herramientas, materiales, MP, etc.)		X	Debe traer sus propias herramientas
¿Se respeta la secuencia de las operaciones?		X	
¿Se utilizan las herramientas, materiales, etc. establecidos?		X	
¿Se tiene un registro de las paradas y ajustes?		X	
¿Se identifican brevemente las fallas en la máquina?	X		Sólo en ciertas ocasiones les cuesta identificar las fallas
¿Se identifica el primer producto bueno?		X	
¿Las condiciones del entorno de trabajo son buenas?		X	
¿Se detecta alguna oportunidad de mejora?	X		
¿Existe algún riesgo para la persona?		X	

Aprobado por: Ing. Estuardo Soto  
Elaborado por: Ego. Santiago Cruz

**ANEXO 5.**

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA  
MÁQUINA THIELE.**

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	1 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.	
				○	⇒	□	▽	D			
1	Traer utensilios de trabajo (guantes, mandil, casco, etc.)	1'25"	10		●					1, 2, 3	Cuentan con un cancel para sus utensilios
2	Ir a retirar orden de envasado	05"	8		●					2	
3	Esperar por orden de envasado	1'12"							●	2	Existen otras órdenes por entregar
4	Retirar orden de envasado e ir al puesto de trabajo	08"		●						2	
5	Traer envases desde bodega	13'47"	60		●					1, 3	La bodega se encuentra fuera del área de producción
6	Traer herramientas (llave, espátula, destornillador)	52"	10		●					1	Cada turno trae sus propias herramientas
7	Ir al puesto de trabajo	05"	10		●					1	
8	Esperar que se desocupe la impresora	1'28"							●	2	Existen otros códigos por imprimirse
9	Imprimir adhesivos para envases	5'04"		●						2	
10	Llevar adhesivos al puesto de trabajo	32"	8		●					2	
11	Preparar envases y puesto de trabajo	1'02"		●						3	
12	Colocar adhesivos en envases (*)	260'		●						3	Tarea continua durante todo el envasado

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	2 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
13	Imprimir adhesivos para packs de envases	4'41"		●					2	
14	Enrollar y llevar adhesivos para packs a puesto de trabajo	1'45"	9		●				2	
15	Colocar adhesivos en puesto de trabajo	16"		●					2	Son colgados en un alambre
16	Verificar que coincidan los adhesivos de envases y de packs con los ya impresos	38"						●	3	
17	Mover boquilla	04"		●					1	
18	Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	02"		●					1	
19	Mover boquilla	04"		●					1	
20	Ajustar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	02"		●					1	
21	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	16"		●					1	
22	Girar y mover boquilla	03"		●					1	
23	Colocar ducto de drenaje en boquilla	08"		●					1	
24	Girar manivela para ajustar riel principal de boquilla	11"		●					1	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	3 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
25	Colocar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	25"			●				1	
26	Traer cartones de bodega	12'36"	45		●				1, 2	
27	Doblar cartones	31"		●					2	Lo hacen para que no se traben en la máquina
28	Colocar cartones en compartimento de la máquina	07"	2		●				2	
29	Ajustar presión de la envasadora	02"		●					1	
30	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	02"		●					1	
31	Quitar filtro (chuspa) de la tubería y depositarlo en un recipiente	23"		●					1	Se trata del filtro del lote anterior
32	Encender el lavado automático	03"		●					1	
33	Encender bomba y bombear agua	02"		●					1	
34	Lavar tolva y tuberías	32'01"		●					1	
35	Quitar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	16"		●					1	
36	Apagar el lavado automático	04"		●					1	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	4 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
37	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	13"		●					1	
38	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	09"		●					1	
39	Quitar ducto de drenaje	03"		●					1	
40	Colocar envases en banda transportadora	03"	2		●				1	
41	Llevar envases a termo para configuración	12"	3		●				1	
42	Aflojar tuerca de barra en la termo	06"		●					1	
43	Mover barras de la jaula en la termo	02"		●					1	
44	Colocar envases en jaula de la termo	05"		●					1	
45	Ajustar tuerca de barra en termo	06"		●					1	
46	Aflojar y ajustar sección 1 de riel de entrada a termo	07"		●					1	
47	Aflojar tuerca de sección 2 de riel de entrada a termo	08"		●					1	
48	Empujar sección 2 de riel de entrada a termo	04"		●					1	
49	Pruebas con un envase	02"		●					1	
50	Empujar sección 2 de riel de entrada a termo	08"		●					1	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	5 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
51	Ajustar tuerca de sección 2 de riel de entrada a termo	05"		●					1	
52	Aflojar manijas (2) de brazo de detención de envases	03"		●					1	
53	Mover brazo de detención de envases	04"		●					1	
54	Ajustar manijas (2) de brazo de detención de envases	08"		●					1	
55	Pruebas con un envase	06"					●		1	
56	Aflojar manija en curva de entrada de envases a termo	03"		●					1	
57	Traer pallets	33"	4				●		2	
58	Acomodar pallets en puesto de trabajo	18"					●		2	
59	Mover riel	01"		●					1	
60	Ajustar manija en curva de entrada de envases a termo	03"		●					1	
61	Aflojar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	02"		●					1	
62	Aflojar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	01"		●					1	
63	Mover riel posterior en la banda transportadora	02"		●					1	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	6 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
64	Ajustar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	02"		●					1	
65	Mover riel posterior en la banda transportadora	01"		●					1	
66	Ajustar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	04"		●					1	
67	Aflojar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	01"		●					1	
68	Mover riel posterior en la banda transportadora	01"		●					1	
69	Ajustar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	03"		●					1	
70	Aflojar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	02"		●					1	
71	Mover riel delantera en la banda transportadora	02"		●					1	
72	Aflojar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	02"		●					1	
73	Mover riel delantera en la banda transportadora	09"		●					1	
74	Ajustar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	01"		●					1	
75	Mover riel delantera en la banda transportadora	01"		●					1	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	7 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
76	Ajustar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	03"		●					1	
77	Aflojar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	03"		●					1	
78	Mover riel delantera en la banda transportadora	01"		●					1	
79	Ajustar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	03"		●					1	
80	Girar manivela para bajar tapador de envases	13"		●					1	
81	Pasar un envase por el tapador para comprobar su funcionamiento	09"						●	1	
82	Ubicar envases en la banda transportadora para ser envasados	05"		●					1	
83	Hacer ajustes en manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	07"		●					1	
84	Hacer ajustes en manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	05"		●					1	
85	Girar manivela para bajar riel principal de boquilla	33"		●					1	
86	Aflojar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	09"		●					1	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	8 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
87	Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con envase	04"		●					1	
88	Ajustar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	06"		●					1	
89	Aflojar perilla superior de riel secundaria de boquilla	02"		●					1	
90	Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con envase	03"		●					1	
91	Ajustar perillas superiores de riel secundaria de boquilla	06"		●					1	
92	Ajustar presión de envasado	02"		●					1	
93	Ajustar tornillo en la parte superior de la boquilla	11"		●					1	
94	Encender envasado manual y envasar	04"		●					1	
95	Apagar envasado manual	01"		●					1	
96	Ajustar el tapador de envases	02"		●					1	
97	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	2	●					1	
98	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	02"		●					1	
99	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	2	●					1	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	9 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
100	Ajustar presión de envasado	01"		●					1	
101	Encender envasado manual y envasar	05"		●					1	
102	Apagar envasado manual	01"		●					1	
103	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	2		●				1	
104	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	02"		●					1	
105	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	2		●				1	
106	Setear controles de la termoencogible	17"		●					1	
107	Ajustar presión de envasado	01"		●					1	
108	Encender envasado automático y envasar	07"		●					1	
109	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	18"	3		●				2	
110	Pesar envase en la balanza	11"							2	Para controlar la cantidad de producto envasado
111	Depositar envase pesado en banda transportadora	03"			●				2	
112	Ajustar presión de envasado	01"		●					1	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	10 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
113	Apagar envasado automático	01"		●					1	
114	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	2		●				1	
115	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	02"		●					1	
116	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	2		●				1	
117	Encender envasado automático y envasar	05"		●					1	
118	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	18"	3		●				2	
119	Pesar envase en la balanza	06"				●			2	
120	Depositar envase pesado en banda transportadora	02"			●				2	
121	Apagar envasado automático	01"		●					1	
122	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	2		●				1	
123	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	01"		●					1	
124	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	2		●				1	
125	Encender envasado automático	01"		●					1	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	11 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.	
				○	⇒	□	▽	D			
126	Envasar	272'56"		●						1	Se tomó en cuenta sólo el tiempo en envasar todo el lote
127	Esperar hasta tener envases con adhesivos	11'							●	1	El envasador debe esperar hasta que el OP 3 coloque los adhesivos
128	Esperar hasta que se llene la tolva	6'							●	1	La presión y la bomba no permiten que se llene pronto la tolva
129	Colocar adhesivos en packs	9'19"		●						2	Es una actividad que se realiza durante todo el envasado
130	Acomodar packs en pallets	254'48"		●						2	Es una actividad que se realiza durante todo el envasado

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	3	01	12 de 13
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.	
				○	⇒	□	▽	D			
131	Esperar hasta que se empaquen envases	5´								2	El apilador debe esperar hasta que salgan los packs de la termo
132	Realizar ajustes en termoencogible	1´23”		●						1	
133	Ir a traer plástico de bodega	12´36”			●					1	
134	Cambiar plástico (superior/inferior) en termoencogible	9´53”		●						1, 2	Esta actividad se la realiza cada 2 o 3 lotes
135	Doblar cartones	3´10”		●						2	Durante el envasado, el envasador o el apilador deben estar pendientes de ello
136	Colocar cartones en compartimento de la máquina	2´35”	2		●					2	
137	Contabilizar envases	1´54”		●						2	
138	Llevar orden de envasado al coordinador	22”	6		●					2	

## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL ENVASADO EN LA MÁQUINA THIELE

<b>EMPRESA:</b>		<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>		<b>ESTUDIO N°:</b>		<b>HOJA N°:</b>				
Pinturas CÓNDOR S.A.		3		01		1 de 13				
<b>DEPARTAMENTOS:</b>		<b>ANALISTA:</b>		<b>MÁQUINA:</b>		<b>FECHA:</b>				
Proyectos & Producción		Santiago Cruz E.		Thiele						
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
139	Llevar pallets junto a banda transportadora principal	2'47"	4		●				2	
140	Llevar material sobrante a bodega	8'06"	80		●				3	
141	Limpiar puesto de trabajo	6'29"		●					1, 2, 3	Con ello termina el ciclo de envasado (1 lote)
		932'1468"	285							

**ANEXO 6.**

**DIAGRAMA DE OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN  
EN LA MÁQUINA THIELE.**

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	02	1 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)										
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
1	Envasar última unidad y apagar envasadora	4"		●					1	
2	Traer herramientas (llave, espátula, destornillador)	52"	10		●				1	
3	Mover boquilla	04"		●					1	
4	Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	02"		●					1	
5	Mover boquilla	05"		●					1	
6	Ajustar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	07"		●					1	
7	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	16"		●					1	
8	Girar y mover boquilla	03"		●					1	
9	Colocar ducto de drenaje en boquilla	12"		●					1	
10	Girar manivela para ajustar riel principal de boquilla	11"		●					1	
11	Colocar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	31"		●					1	
12	Ajustar presión de la envasadora	02"		●					1	
13	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	02"		●					1	
14	Quitar filtro (chuspa) de la tubería y depositarlo en un recipiente	23"		●					1, 2	

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	02	2 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
15	Encender el lavado automático	03"		●					1	
16	Encender bomba y bombear agua	02"		●					1	
17	Lavar tolva y tuberías			●					1	El tiempo depende del producto
18	Quitar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	16"		●					1	
19	Apagar el lavado automático	04"		●					1	
20	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	13"		●					1	
21	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	08"		●					1	
22	Quitar ducto de drenaje	03"		●					1	
23	Colocar envases en banda transportadora	03"	1						1	
24	Llevar envases a termo para configuración	12"	4						1	
25	Aflojar tuerca de barra en la termo	06"		●					1	
26	Mover barras de la jaula en la termo	02"		●					1	
27	Colocar envases en jaula de la termo	05"		●					1	
28	Ajustar tuerca de barra en termo	06"		●					1	

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	02	3 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
29	Aflojar y ajustar sección 1 de riel de entrada a termo	07"		●					1	
30	Aflojar tuerca de sección 2 de riel de entrada a termo	08"		●					1	
31	Empujar sección 2 de riel de entrada a termo	04"		●					1	
32	Realizar pruebas con un envase	02"					●		1	
33	Empujar sección 2 de riel de entrada a termo	08"		●					1	
34	Ajustar tuerca de sección 2 de riel de entrada a termo	05"		●					1	
35	Aflojar manijas (2) de brazo de detención de envases	03"		●					1	
36	Mover brazo de detención de envases	04"		●					1	
37	Ajustar manijas (2) de brazo de detención de envases	08"		●					1	
38	Realizar pruebas con un envase	06"					●		1	
39	Aflojar manija en curva de entrada de envases a termo	03"		●					1	
40	Mover riel	01"		●					1	
41	Ajustar manija en curva de entrada de envases a termo	03"		●					1	

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDROR S.A.	2	02	4 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)											
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.	
				○	⇒	□	▽	D			
42	Aflojar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	02"		●						1	
43	Aflojar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	01"		●						1	
44	Mover riel posterior en la banda transportadora	02"		●						1	
45	Ajustar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	02"		●						1	
46	Mover riel posterior en la banda transportadora	01"		●						1	
47	Ajustar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	04"		●						1	
48	Aflojar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	01"		●						1	
49	Mover riel posterior en la banda transportadora	01"		●						1	
50	Ajustar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	03"		●						1	
51	Aflojar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	02"		●						1	
52	Mover riel delantera en la banda transportadora	02"		●						1	
53	Aflojar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	02"		●						1	

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	02	5 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)										
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
54	Mover riel delantera en la banda transportadora	09"		●					1	
55	Ajustar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	01"		●					1	
56	Mover riel delantera en la banda transportadora	01"		●					1	
57	Ajustar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	03"		●					1	
58	Aflojar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	03"		●					1	
59	Mover riel delantera en la banda transportadora	01"		●					1	
60	Ajustar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	03"		●					1	
61	Girar manivela para bajar tapador de envases	13"		●					1	
62	Pasar un envase por el tapador para comprobar su funcionamiento	09"						●	1	
63	Ubicar envases en la banda transportadora para ser envasados	05"		●					1	
64	Hacer ajustes en manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	07"		●					1	
65	Hacer ajustes en manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	05"		●					1	

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	02	6 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
66	Girar manivela para bajar riel principal de boquilla	33"		●					1	
67	Aflojar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	09"		●					1	
68	Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con envase	04"		●					1	
69	Ajustar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	06"		●					1	
70	Aflojar perilla superior de riel secundaria de boquilla	02"		●					1	
71	Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con envase	03"		●					1	
72	Ajustar perillas superiores de riel secundaria de boquilla	06"		●					1	
73	Ajustar presión de envasado	02"		●					1	
74	Ajustar tornillo en la parte superior de la boquilla	11"		●					1	
75	Encender envasado manual y envasar	09"		●					1	
76	Apagar envasado manual	01"		●					1	
77	Ajustar tapador de envases	03"		●					1	

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	02	7 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
78	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	2		●				1	
79	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	01"		●					1	
80	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	2		●				1	
81	Encender envasado manual y envasar	07"		●					1	
82	Realizar pruebas de envasado	05"					●		1	
83	Apagar envasado manual	01"		●					1	
84	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	2		●				1	
85	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	01"		●					1	
86	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	2		●				1	
87	Encender envasado manual y envasar	07"		●					1	
88	Ajustar presión de envasado	02"		●					1	
89	Realizar pruebas de envasado	04"					●		1	
90	Completar contenido de pintura en envases de prueba	07"						●	1	
91	Retirar tapas de envases en mesa de trabajo adjunta	12"						●	1	
92	Ir a traer tapas	1'10"	15		●				1, 2	

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	02	8 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
93	Colocar tapas en envases llenos (de prueba)	03"		●					1	
94	Acomodar tapas dentro de cartones en mesa de trabajo adjunta	1'48"						●	1, 2	
95	Ir a traer más tapas	58"	15		●				1, 2	
96	Colocar tapas junto a mesa de trabajo	13"	0.5		●				1, 2	
97	Colocarse guantes para envasar	32"		●					1	
98	Ajustes en la boquilla	26"		●					1	
99	Setear controles de la termoencogible	27"		●					1	
100	Doblar cartones	03"		●					1, 2	
101	Colocar cartones en compartimento de la máquina	19"	2		●				1, 2	
102	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	18"	2		●				2	
103	Pesar envase en la balanza	11"						●	2	
104	Depositarse envase pesado en banda transportadora	04"	2		●				2	
105	Aflojar y mover sensores ópticos en termo	1'47"		●					1	
106	Encender envasado automático y envasar	07"		●					1	

## OPERACIONES Y TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN (SMED PROJECT)

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	02	9 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	Distancia (m)	SÍMBOLOS					Operario	Observ.
				○	⇒	□	▽	D		
107	Apagar envasado automático	01"		●					1	
108	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	16"	2		●				2	
109	Pesar envase en la balanza	11"				●			2	
110	Depositar envase pesado en banda transportadora	03"	2		●				2	
111	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	2		●				1	
112	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	01"		●					1	
113	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	2		●				1	
114	Encender envasado automático y envasar	05"		●					1	
115	Apagar envasado automático	01"		●					1	
116	Controlar manualmente termo hasta ajustarla	23"		●					1, 2	
117	Realizar ajustes varios	58"		●					1	
118	Envasar el primer producto bueno	2"		●					1	
		3'1003"	67,5	91	17	7	0	3		

**ANEXO 7.**  
**IDENTIFICACIÓN DEL CAMBIO.**



**PINTURAS CÓNDROR S.A.**

**DEPARTAMENTO DE PROYECTOS**

**IDENTIFICACIÓN DEL CAMBIO**

**S M E D P R O J E C T**

<b>OBJETIVOS:</b>  Reducir el tiempo de configuración en la máquina envasadora THIELE y termoencogible en un 50% al ejecutar el sistema SMED	<b>DURACIÓN ACTUAL:</b>	19'43'' 71'27'' 58'14''
	<b>DURACIÓN FINAL:</b>	

**DESCRIPCIÓN:**  
  
El proceso actual de configuración de la máquina envasadora presenta una gran oportunidad de mejora al momento de efectuarse el sistema SMED

**SMED PROJECT TEAM:**  
  
Departamento de Mantenimiento, Operadores de línea (Producción), Supervisores, Santiago Cruz

**COORDINADOR DEL PROYECTO:**  
  
*Ing. Estuardo Soto*

**Nota:** Constancia de esta identificación del cambio se adjunta el registro de capacitación efectuado el 2010/06/24.

*Aprobado por: Ing. Estuardo Soto  
Elaborado por: Egdo. Santiago Cruz*

**ANEXO 8.**

**SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS.**

## SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	03	1 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
1	Envasar última unidad y apagar envasadora	4"		X		4"	1	
2	Traer herramientas (llave, espátula, destornillador)	52"	X		52"		1	
3	Mover boquilla	04"	X		04"		1	
4	Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	02"	X		02"		1	
5	Mover boquilla	05"	X		05"		1	
6	Ajustar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	07"	X		07"		1	
7	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	16"	X		16"		1	
8	Girar y mover boquilla	03"	X		03"		1	
9	Colocar ducto de drenaje en boquilla	12"	X		12"		1	
10	Girar manivela para ajustar riel principal de boquilla	11"	X		11"		1	
11	Colocar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	31"	X		31"		1	
12	Ajustar presión de la envasadora	02"	X		02"		1	
13	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	02"	X		02"		1	
14	Quitar filtro (chuspa) de la tubería y depositarlo en un recipiente	23"	X		23"		1, 2	

## SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	03	2 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
15	Encender el lavado automático	03"		X		03"	1	
16	Encender bomba y bombear agua	02"		X		02"	1	
17	Lavar tolva y tuberías			X			1	El tiempo depende del producto
18	Quitar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	16"		X		16"	1	
19	Apagar el lavado automático	04"		X		04"	1	
20	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	13"	X		13"		1	
21	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	08"	X		08"		1	
22	Quitar ducto de drenaje	03"	X		03"		1	
23	Colocar envases en banda transportadora	03"	X		03"		1	
24	Llevar envases a termo para configuración	12"	X		12"		1	
25	Aflojar tuerca de barra en la termo	06"	X		06"		1	
26	Mover barras de la jaula en la termo	02"	X		02"		1	
27	Colocar envases en jaula de la termo	05"	X		05"		1	
28	Ajustar tuerca de barra en termo	06"	X		06"		1	

## SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	03	3 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
29	Aflojar y ajustar sección 1 de riel de entrada a termo	07"	X		07"		1	
30	Aflojar tuerca de sección 2 de riel de entrada a termo	08"	X		08"		1	
31	Empujar sección 2 de riel de entrada a termo	04"	X		04"		1	
32	Realizar pruebas con un envase	02"	X		02"		1	
33	Empujar sección 2 de riel de entrada a termo	08"	X		08"		1	
34	Ajustar tuerca de sección 2 de riel de entrada a termo	05"	X		05"		1	
35	Aflojar manijas (2) de brazo de detención de envases	03"	X		03"		1	
36	Mover brazo de detención de envases	04"	X		04"		1	
37	Ajustar manijas (2) de brazo de detención de envases	08"	X		08"		1	
38	Realizar pruebas con un envase	06"	X		06"		1	
39	Aflojar manija en curva de entrada de envases a termo	03"	X		03"		1	
40	Mover riel	01"	X		01"		1	
41	Ajustar manija en curva de entrada de envases a termo	03"	X		03"		1	

## SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	03	4 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
42	Aflojar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	02"	<b>X</b>		02"		1	
43	Aflojar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	01"	<b>X</b>		01"		1	
44	Mover riel posterior en la banda transportadora	02"	<b>X</b>		02"		1	
45	Ajustar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	02"	<b>X</b>		02"		1	
46	Mover riel posterior en la banda transportadora	01"	<b>X</b>		01"		1	
47	Ajustar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	04"	<b>X</b>		04"		1	
48	Aflojar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	01"	<b>X</b>		01"		1	
49	Mover riel posterior en la banda transportadora	01"	<b>X</b>		01"		1	
50	Ajustar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	03"	<b>X</b>		03"		1	
51	Aflojar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	02"	<b>X</b>		02"		1	
52	Mover riel delantera en la banda transportadora	02"	<b>X</b>		02"		1	
53	Aflojar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	02"	<b>X</b>		02"		1	

## SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

<b>EMPRESA:</b>		<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>		<b>ESTUDIO N°:</b>		<b>HOJA N°:</b>		
Pinturas CÓNDOR S.A.		2		03		5 de 9		
<b>DEPARTAMENTOS:</b>		<b>ANALISTA:</b>		<b>MÁQUINA:</b>		<b>FECHA:</b>		
Proyectos & Producción		Santiago Cruz E.		Thiele				
N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
54	Mover riel delantera en la banda transportadora	09"	X		09"		1	
55	Ajustar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	01"	X		01"		1	
56	Mover riel delantera en la banda transportadora	01"	X		01"		1	
57	Ajustar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	03"	X		03"		1	
58	Aflojar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	03"	X		03"		1	
59	Mover riel delantera en la banda transportadora	01"	X		01"		1	
60	Ajustar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	03"	X		03"		1	
61	Girar manivela para bajar tapador de envases	13"	X		13"		1	
62	Pasar un envase por el tapador para comprobar su funcionamiento	09"	X		09"		1	
63	Ubicar envases en la banda transportadora para ser envasados	05"	X		05"		1	
64	Hacer ajustes en manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	07"	X		07"		1	
65	Hacer ajustes en manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	05"	X		05"		1	

## SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	03	6 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
66	Girar manivela para bajar riel principal de boquilla	33"	<b>X</b>		33"		1	
67	Aflojar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	09"	<b>X</b>		09"		1	
68	Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con envase	04"	<b>X</b>		04"		1	
69	Ajustar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	06"	<b>X</b>		06"		1	
70	Aflojar perilla superior de riel secundaria de boquilla	02"	<b>X</b>		02"		1	
71	Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con envase	03"	<b>X</b>		03"		1	
72	Ajustar perillas superiores de riel secundaria de boquilla	06"	<b>X</b>		06"		1	
73	Ajustar presión de envasado	02"	<b>X</b>		02"		1	
74	Ajustar tornillo en la parte superior de la boquilla	11"	<b>X</b>		11"		1	
75	Encender envasado manual y envasar	09"		<b>X</b>		09"	1	
76	Apagar envasado manual	01"		<b>X</b>		01"	1	
77	Ajustar tapador de envases	03"	<b>X</b>		03"		1	

## SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	03	7 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
78	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	X		03"		1	
79	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	01"	X		01"		1	
80	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	X		03"		1	
81	Encender envasado manual y envasar	07"		X		07"	1	
82	Realizar pruebas de envasado	05"		X		05"	1	
83	Apagar envasado manual	01"		X		01"	1	
84	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	X		03"		1	
85	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	01"	X		01"		1	
86	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	X		03"		1	
87	Encender envasado manual y envasar	07"		X		07"	1	
88	Ajustar presión de envasado	02"		X		02"	1	
89	Realizar pruebas de envasado	04"		X		04"	1	
90	Completar contenido de pintura en envases de prueba	07"	X		07"		1	
91	Retirar tapas de envases en mesa de trabajo adjunta	12"	X		12"		1	

## SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	03	8 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
92	Ir a traer tapas	1'10"	X		1'10"		1, 2	
93	Colocar tapas en envases llenos (de prueba)	03"	X		03"		1	
94	Acomodar tapas dentro de cartones en mesa de trabajo adjunta	1'48"	X		1'48"		1, 2	
95	Ir a traer más tapas	58"	X		58"		1, 2	
96	Colocar tapas junto a mesa de trabajo	13"	X		13"		1, 2	
97	Colocarse guantes para envasar	32"	X		32"		1	
98	Ajustes en la boquilla	26"	X		26"		1	
99	Setear controles de la termoencogible	27"	X		27"		1	
100	Doblar cartones	03"	X		03"		1, 2	
101	Colocar cartones en compartimento de la máquina	19"	X		19"		1, 2	
102	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	18"	X		18"		2	
103	Pesar envase en la balanza	11"	X		11"		2	
104	Depositar envase pesado en banda transportadora	04"	X		04"		2	
105	Aflojar y mover sensores ópticos en termo	1'47"	X		1'47"		1	
106	Encender envasado automático y envasar	07"		X		07"	1	

## SEPARACIÓN DE OPERACIONES INTERNAS Y EXTERNAS

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	03	9 de 9
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
107	Apagar envasado automático	01"		X		01"	1	
108	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	16"	X		16"		2	
109	Pesar envase en la balanza	11"	X		11"		2	
110	Depositar envase pesado en banda transportadora	03"	X		03"		2	
111	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	X		03"		1	
112	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	01"	X		01"		1	
113	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	X		03"		1	
114	Encender envasado automático y envasar	05"		X		05"	1	
115	Apagar envasado automático	01"		X		01"	1	
116	Controlar manualmente termo hasta ajustarla	23"	X		23"		1, 2	
117	Realizar ajustes varios	58"	X		58"		1	
118	Envasar el primer producto bueno	2"		X		2"	1	
		3'1003"	99	19	3'922"	81"		
		19'43"			18'22"	1'21"		

**ANEXO 9.**  
**SEGREGACIÓN DE OPERACIONES.**

## SEGREGACIÓN DE OPERACIONES

Nº	PROCESOS	OPERACIÓN		TIEMPO	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
		INTERNA	EXTERNA			
1	Envasar última unidad y apagar envasado		X	04"	OP 1	
2	Traer herramientas (llave de media, espátula pequeña, destornillador)	X		52"	OP 1	
3	Mover boquilla	X		04"	OP 1	
4	Aflojar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	X		02"	OP 1	
5	Mover boquilla	X		05"	OP 1	
6	Ajustar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	X		07"	OP 1	
7	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	X		16"	OP 1	
8	Girar y mover boquilla	X		03"	OP 1	
9	Colocar ducto de drenaje en boquilla	X		12"	OP 1	
10	Girar manivela para ajustar riel principal de boquilla	X		11"	OP 1	
11	Colocar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	X		31"	OP 1	
12	Ajustar presión la envasadora	X		02"	OP 1	
13	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	X		02"	OP 1	
14	Quitar filtro (chuspa) de tubería y depositarlo en un recipiente	X		23"	OP 1 - OP 2	
15	Encender el lavado automático		X	03"	OP 1	
16	Encender bomba y bombear agua		X	02"	OP 1	
17	Lavar tolva y tuberías		X		OP 1	Depende del producto
18	Quitar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje		X	16"	OP 1	
19	Apagar el lavado automático		X	04"	OP 1	
20	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	X		13"	OP 1	
21	Ajustar tornillo de bomba volumétrica	X		08"	OP 1	
22	Quitar ducto de drenaje	X		03"	OP 1	
23	Colocar envases en banda transportadora	X		03"	OP 1	
24	Llevar envases a termo para configuración	X		12"	OP 1	
25	Aflojar tuerca de barra en termo	X		06"	OP 1	
26	Mover barras de la jaula en termo	X		02"	OP 1	
27	Colocar envases en jaula de termo	X		05"	OP 1	
28	Ajustar tuerca de barra en termo	X		06"	OP 1	
29	Aflojar y ajustar sección 1 de riel de entrada a termo	X		07"	OP 1	
30	Aflojar tuerca de sección 2 de riel de entrada a termo	X		08"	OP 1	
31	Empujar sección 2 de riel de entrada a termo	X		04"	OP 1	
32	Realizar pruebas con un envase	X		02"	OP 1	
33	Empujar sección 2 de riel de entrada a termo	X		08"	OP 1	
34	Ajustar tuerca de sección 2 de riel de entrada a termo	X		05"	OP 1	
35	Aflojar manijas (2) de brazo de detención de envases	X		03"	OP 1	
36	Mover brazo de detención de envases	X		04"	OP 1	
37	Ajustar manijas (2) de brazo de detención de envases	X		08"	OP 1	
38	Realizar pruebas con un envase	X		06"	OP 1	
39	Aflojar manija en curva de entrada de envases a termo	X		03"	OP 1	
40	Mover riel	X		01"	OP 1	
41	Ajustar manija en curva de entrada de envases a termo	X		03"	OP 1	
42	Aflojar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	X		02"	OP 1	
43	Aflojar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	X		01"	OP 1	
44	Mover riel posterior en la banda transportadora	X		02"	OP 1	
45	Ajustar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	X		02"	OP 1	
46	Mover riel posterior en la banda transportadora	X		01"	OP 1	
47	Ajustar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	X		04"	OP 1	
48	Aflojar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	X		01"	OP 1	
49	Mover riel posterior en la banda transportadora	X		01"	OP 1	
50	Ajustar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	X		03"	OP 1	

51	Aflojar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	X		02"	OP 1	
52	Mover riel delantera en la banda transportadora	X		02"	OP 1	
53	Aflojar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	X		02"	OP 1	
54	Mover riel delantera en la banda transportadora	X		09"	OP 1	
55	Ajustar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	X		01"	OP 1	
56	Mover riel delantera en la banda transportadora	X		01"	OP 1	
57	Ajustar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	X		03"	OP 1	
58	Aflojar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	X		03"	OP 1	
59	Mover riel delantera en la banda transportadora	X		01"	OP 1	
60	Ajustar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	X		03"	OP 1	
61	Girar manivela para bajar tapador de envases	X		13"	OP 1	
62	Pasar un envase por el tapador para comprobar su funcionamiento	X		09"	OP 1	
63	Ubicar envases en banda transportadora para ser envasados	X		05"	OP 1	
64	Hacer ajustes en manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	X		07"	OP 1	
65	Hacer ajustes en manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	X		05"	OP 1	
66	Girar manivela para bajar riel principal de boquilla	X		33"	OP 1	
67	Aflojar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	X		09"	OP 1	
68	Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con envase	X		04"	OP 1	
69	Ajustar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	X		06"	OP 1	
70	Aflojar perilla superior de riel secundaria de boquilla	X		02"	OP 1	
71	Mover boquilla hasta cuadrar con envase	X		03"	OP 1	
72	Ajustar perillas superiores de riel secundaria de boquilla	X		06"	OP 1	
73	Ajustar presión de envasado	X		02"	OP 1	
74	Ajustar tornillo en parte superior de boquilla	X		11"	OP 1	
75	Encender envasado manual y envasar		X	09"	OP 1	
76	Apagar envasado manual		X	01"	OP 1	
77	Ajustar tapador de envases	X		03"	OP 1	
78	Ir a la parte posterior de la envasadora	X		03"	OP 1	
79	Ajustar tornillo de bomba volumétrica	X		01"	OP 1	
80	Ir a la parte delantera de la envasadora	X		03"	OP 1	
81	Encender envasado manual y envasar		X	07"	OP 1	
82	Realizar pruebas de envasado		X	05"	OP 1	
83	Apagar envasado manual		X	01"	OP 1	
84	Ir a la parte posterior de la envasadora	X		03"	OP 1	
85	Ajustar tornillo de bomba volumétrica	X		01"	OP 1	
86	Ir a la parte delantera de la envasadora	X		03"	OP 1	
87	Encender envasado manual y envasar		X	07"	OP 1	
88	Ajustar presión de envasado		X	02"	OP 1	
89	Realizar pruebas de envasado		X	04"	OP 1	
90	Completar contenido de pintura en envases de prueba	X		07"	OP 1	
91	Retirar tapas de envases en mesa de trabajo adjunta	X		12"	OP 1	
92	Ir a traer tapas	X		1' 10"	OP 1 - OP 2	
93	Colocar tapas en envases llenos (de prueba)	X		03"	OP 1	
94	Acomodar tapas dentro de cartones en mesa de trabajo adjunta	X		1' 48"	OP 1 - OP 2	
95	Ir a traer más tapas	X		58"	OP 1 - OP 2	
96	Colocar tapas junto a mesa de trabajo	X		13"	OP 1 - OP 2	
97	Colocarse guantes para envasar	X		32"	OP 1	
98	Ajustes en la boquilla	X		26"	OP 1	
99	Setear controles de la termoencogible	X		27"	OP 1	
100	Doblar cartones	X		03"	OP 1 - OP 2	

101	Colocar cartones en compartimento de la máquina	X		19"	OP 1 - OP 2	
102	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	X		18"	OP 2	
103	Pesar envase en la balanza	X		11"	OP 2	
104	Depositar envase pesado en banda transportadora	X		04"	OP 2	
105	Aflojar y mover sensores ópticos en termo	X		1' 47"	OP 1	
106	Encender envasado automático y envasar		X	07"	OP 1	
107	Apagar envasado automático		X	01"	OP 1	
108	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	X		16"	OP 2	
109	Pesar envase en la balanza	X		11"	OP 2	
110	Depositar envase pesado en banda transportadora	X		03"	OP 2	
111	Ir a la parte posterior de la envasadora	X		03"	OP 1	
112	Ajustar tornillo de bomba volumétrica	X		01"	OP 1	
113	Ir a la parte delantera de la envasadora	X		03"	OP 1	
114	Encender envasado automático y envasar		X	05"	OP 1	
115	Apagar envasado automático		X	01"	OP 1	
116	Controlar manualmente termo hasta ajustarla	X		23"	OP 1 - OP 2	
117	Realizar ajustes varios	X		58"	OP 1	
118	Envasar el primer producto bueno		X	02"	OP 1	

**ANEXO 10.**  
**NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN.**

## NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	04	1 de 7
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
1	Envasar última unidad y apagar envasadora	04"		X		04"	1	
2	Traer herramientas (llave, espátula, destornillador)	05"	X		05"		1	
3	Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	03"	X		03"		1	
4	Mover boquilla	05"	X		05"		1	
5	Ajustar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	07"	X		07"		1	
6	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	16"	X		16"		1	
7	Colocar ducto de drenaje en boquilla	09"	X		09"		1	
8	Girar manivela para ajustar riel principal de boquilla	11"	X		11"		1	
9	Colocar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	31"	X		31"		1	
10	Ajustar presión de la envasadora	02"	X		02"		1	
11	Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	05"	X		02"		1	
12	Quitar filtro (chuspa) de la tubería y depositarlo en un recipiente	23"	X		23"		1, 2	
13	Encender el lavado automático	01"		X		01"	1	

## NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	04	2 de 7
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
14	Encender bomba y bombear agua	03"		X		03"	1	
15	Lavar tolva y tuberías			X			1	El tiempo depende del producto
16	Quitar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	16"		X		16"	1	
17	Apagar el lavado automático	01"		X		01"	1	
18	Girar manivela para elevar riel principal de boquilla	15"	X		15"		1	
19	Quitar ducto de drenaje	05"	X		05"		1	
20	Llevar envases a termo para configuración	07"	X		07"		2	
21	Aflojar tuerca de barra en la termo	06"	X		06"		2	
22	Mover barras de la jaula en la termo	02"	X		02"		2	
23	Colocar envases en jaula de la termo	05"	X		05"		2	
24	Ajustar tuerca de barra en termo	06"	X		06"		2	
25	Aflojar y ajustar sección 1 de riel de entrada a termo	07"	X		07"		2	
26	Realizar pruebas con un envase	02"	X		02"		2	

## NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	04	3 de 7
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
27	Aflojar manijas (2) de brazo de detención de envases	03"	X		03"		2	
28	Mover brazo de detención de envases	04"	X		04"		2	
29	Ajustar manijas (2) de brazo de detención de envases	08"	X		08"		2	
30	Realizar pruebas con un envase	05"	X		05"		2	
31	Aflojar manija en curva de entrada de envases a termo	03"	X		03"		2	
32	Mover riel	01"	X		01"		2	
33	Aflojar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	02"	X		02"		1	
34	Aflojar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	01"	X		01"		1	
35	Mover riel posterior en la banda transportadora	02"	X		02"		1	
36	Ajustar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	02"	X		02"		1	
37	Mover riel posterior en la banda transportadora	01"	X		01"		1	
38	Ajustar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	04"	X		04"		1	
39	Aflojar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	01"	X		01"		1	

## NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	04	4 de 7
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
40	Mover riel posterior en la banda transportadora	01"	X		01"		1	
41	Ajustar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	03"	X		03"		1	
42	Aflojar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	02"	X		02"		1	
43	Mover riel delantera en la banda transportadora	02"	X		02"		1	
44	Aflojar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	02"	X		02"		1	
45	Mover riel delantera en la banda transportadora	09"	X		09"		1	
46	Ajustar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	01"	X		01"		1	
47	Mover riel delantera en la banda transportadora	01"	X		01"		1	
48	Ajustar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	03"	X		03"		1	
49	Aflojar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	03"	X		03"		1	
50	Mover riel delantera en la banda transportadora	01"	X		01"		1	
51	Ajustar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	03"	X		03"		1	
52	Girar manivela para bajar tapador de envases	23"	X		23"		1	

## NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDROR S.A.	2	04	5 de 7
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
53	Pasar un envase por el tapador para comprobar su funcionamiento	09"	X		09"		1	
54	Ubicar envases en la banda transportadora para ser envasados	05"	X		05"		1	
55	Girar manivela para bajar riel principal de boquilla	31"	X		31"		1	
56	Aflojar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	09"	X		09"		1	
57	Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con envase	04"	X		04"		1	
58	Ajustar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	06"	X		06"		1	
59	Ajustar presión de envasado	02"	X		02"		1	
60	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	X		03"		1	
61	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	01"	X		01"		1	
62	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	X		03"		1	
63	Encender envasado manual y envasar	04"		X		04"	1	
64	Ajustar presión de envasado	02"		X		02"	1	
65	Realizar pruebas de envasado	04"		X		04"	1	

## NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDOR S.A.	2	04	6 de 7
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
66	Completar contenido de pintura en envases de prueba	07"	X		07"		1	
67	Ir a traer tapas	1'52"	X		1'52"		2	
68	Colocar tapas en envases llenos (de prueba)	03"	X		03"		1	
69	Acomodar tapas dentro de cartones en mesa de trabajo adjunta	1'48"	X		1'48"		1	
70	Ir a traer más tapas	1'18"	X		1'18"		2	
71	Colocar tapas junto a mesa de trabajo	13"	X		13"		2	
72	Colocarse guantes para envasar	12"	X		12"		1	
73	Setear controles de la termoencogible	27"	X		27"		1	
74	Doblar cartones	07"	X		07"		1	
75	Colocar cartones en compartimento de la máquina	12"	X		12"		1	
76	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	06"	X		06"		2	
77	Pesar envase en la balanza	03"	X		03"		2	
78	Depositar envase pesado en banda transportadora	04"	X		04"		2	
79	Encender envasado automático y envasar	07"		X		07"	1	
80	Apagar envasado automático	01"		X		01"	1	

## NUEVO PROCESO DE CONFIGURACIÓN

<b>EMPRESA:</b>	<b>NÚMERO DE OPERARIOS:</b>	<b>ESTUDIO N°:</b>	<b>HOJA N°:</b>
Pinturas CÓNDROR S.A.	2	04	7 de 7
<b>DEPARTAMENTOS:</b>	<b>ANALISTA:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	<b>FECHA:</b>
Proyectos & Producción	Santiago Cruz E.	Thiele	

N°	ACTIVIDADES	Tiempo	OPERACIÓN		TIEMPO		Operario	Observ.
			Interna	Externa	Interna	Externa		
81	Tomar un envase lleno y llevarlo a la balanza	06"	X		06"		2	
82	Pesar envase en la balanza	03"	X		03"		2	
83	Depositar envase pesado en banda transportadora	04"	X		04"		2	
84	Ir a la parte posterior de la envasadora	03"	X		03"		1	
85	Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	01"	X		01"		1	
86	Ir a la parte delantera de la envasadora	03"	X		03"		1	
87	Encender envasado automático y envasar	05"		X		05"	1	
88	Apagar envasado automático	01"		X		01"	1	
89	Controlar manualmente termo hasta ajustarla	19"	X		19"		2	
90	Realizar ajustes varios	1'14"	X		1'14"		1	
91	Envasar el primer producto bueno	02"		X		02"	1	
		4'652"	77	14	4'601"	51"		
		14'52"			14'01"	51"		

**ANEXO 11.**

**MEJORAS FÍSICAS REALIZADAS EN LA MÁQUINA ENVASADORA  
THIELE Y SU ÁREA DE TRABAJO.**







**ANEXO 12.**  
**PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE CONFIGURACIÓN.**



PINTURAS CÓNDROR S.A.  
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS  
SMED PROJECT



PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE CONFIGURACIÓN  
*Configuración de la máquina envasadora THIELE*

**Departamento:** Proyectos / Producción

**Fecha de Emisión:** 2010/10/20

**Elaborado por:** Santiago Cruz

**Fecha de Revisión:** 2010/10/20

**1. Propósito:**

Establecer los pasos a seguir durante los cambios de configuración en la máquina envasadora thiele con el fin de mantener o mejorar el tiempo de configuración establecido en la implantación del sistema SMED.

**2. Alcance:**

Este procedimiento va dirigido a los operadores de la máquina envasadora thiele y al personal de apoyo asignado por el supervisor de producción para los cambios de configuración.

**3. Normas de Seguridad:**

- Utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado.
- Operar la máquina entre dos personas.
- No dejar herramientas o elementos de limpieza sobre la máquina.
- Antes de la limpieza, verificar que no tenga ningún tipo de energía conectada.
- Cuando las cuchillas de la termoencogible estén operando, no introducir las manos.

#### **4. Revisiones:**

Este procedimiento será revisado trimestralmente y antes si se cambia alguna condición o algún nuevo requerimiento que afecte al mismo a partir de la fecha de emisión.

#### **5. Terminología básica:**

**SMED:** Técnica japonesa cuyo objetivo es reducir los tiempos de configuración en las máquinas.

**Tiempo de configuración:** Tiempo requerido para poner a punto o dejar lista a la máquina para producir.

**Operación Interna:** Aquella operación o actividad que se realiza con la máquina detenida.

**Operación Externa:** Aquella operación o actividad que se realiza con la máquina en funcionamiento.

#### **6. Anexo:**

Sí existe (Estándar de procesos).

#### **7. Procedimiento:**

##### **OPERACIÓN DE LA MÁQUINA ENVASADORA THIELE Y SU TERMOENCOGIBLE.**

- Precalentar el horno de 20 a 30 minutos antes de iniciar labores (07:00).
- Verificar que los sistemas eléctrico y de aire comprimido estén disponibles.
- Llenar la tolva con el producto a envasarse.
- Conectar la banda transportadora.
- Verificar la temperatura en la termoencogible y dejarla en automático.
- Realizar pruebas y ajustes de envasado.
- Encender el envasado automático.
- Envasar.

- Cuando se haya terminado, apagar el envasado y detener la banda transportadora.
- Colocar en manual la termoencogible o desconectarla (si fuera el caso).
- Cerrar las válvulas de alimentación de aire.
- Liberar el aire que haya quedado en la envasadora.
- Desconectar el sistema eléctrico.

### **ANTES DE LA CONFIGURACIÓN:**

Preparar el material que se vaya a requerir para el siguiente proceso de envasado; para lo cual el operario encargado de estibar el producto (operario 2) luego de haber terminado su trabajo debe ir a traer los envases, tapas y cartones conjuntamente con el operario encargado de colocar los adhesivos (operario 3), mientras que el operario encargado de envasar (operario 1) debe ir por las herramientas para empezar la configuración.

### **DURANTE LA CONFIGURACIÓN:**

Mientras el operario 1 se encuentre realizando la configuración, los operarios 2 y 3 deben seguir trayendo el material. En el caso de que los 2 operarios ya hayan terminado de traer todo el material, el operario 2 deberá ayudar al operario 1 a configurar la termoencogible y las barras correspondientes a esta sección (operación en paralelo), mientras que el operario 3 deberá imprimir los adhesivos.

### **DESPUÉS DE LA CONFIGURACIÓN:**

Una vez terminada la configuración, el operario 1 deberá limpiar y despejar de su área de trabajo. Mientras tanto el operario 2 deberá preparar su área de trabajo y colocar los pallets respectivos para apilar el producto terminado; y finalmente el operario 3 empezará a colocar los adhesivos en los envases.

**ANEXO 13.**  
**ESTÁNDAR DE PROCESOS.**  
**(PROCESO ACTUAL DE CONFIGURACIÓN PARA LA MÁQUINA**  
**ENVASADORA THIELE)**

**DIAGRAMA ESTÁNDAR ACTUAL PARA LA CONFIGURACIÓN DE LA MÁQUINA THIELE  
- SMED PROJECT -**

**Pinturas Cóndor S.A.  
Departamentos de Proyectos Y Producción**

**Máquina:** Envasadora semiautomática thiele  
**Objeto del diagrama:** Configurar la máquina envasadora thiele  
**Comienzo del diagrama:** Envasar última unidad y apagar la envasadora  
**Fin del diagrama:** Envasar el primer producto bueno

**Número de operarios:** 2  
**Fecha:**  
**Elaborado por:** Santiago Cruz E.  
**Hoja:** 1 de 13

<b>MÁQUINA ENVASADORA THIELE</b>		<b>TERMOENCOGIBLE CRAMEGNA</b>		<b>OPERARIO # 1</b>		<b>OPERARIO # 2</b>	
<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>
Envasar	<b>0:00:04</b>			Envasar última unidad y apagar envasadora	<b>0:00:04</b>	Realizar actividades inherentes al proceso de envasado anterior	
				Traer herramientas (llave de media, espátula, destornillador)	<b>0:00:05</b>		
Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	<b>0:00:03</b>			Aflojar perilla inferior de la riel secundaria de la boquilla	<b>0:00:03</b>		



Ajustar presión de la envasadora	<b>0:00:02</b>
Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	<b>0:00:05</b>

Colocar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	<b>0:00:31</b>	
Ajustar presión de la envasadora	<b>0:00:02</b>	
Ajustar tornillo de la bomba volumétrica	<b>0:00:05</b>	
Quitar filtro (chuspa) de la tubería y depositarlo en un recipiente	<b>0:00:23</b>	Quitar filtro (chuspa) de la tubería y depositarlo en un recipiente <b>0:00:23</b>

Encender lavado automático	<b>0:00:01</b>	
Encender bomba y bombear agua	<b>0:00:03</b>	
Lavar tolva y tuberías		
Apagar lavado automático	<b>0:00:01</b>	
Girar manivela para elevar	<b>0:00:15</b>	

Encender lavado automático	<b>0:00:01</b>	
Encender bomba y bombear agua	<b>0:00:03</b>	
Lavar tolva y tuberías		
Quitar cartón y paño entre boquilla y ducto de drenaje	<b>0:00:16</b>	
Apagar el lavado automático	<b>0:00:01</b>	
Girar manivela para elevar riel	<b>0:00:15</b>	

riel principal de boquilla				principal de boquilla			
				Quitar ducto de drenaje	<b>0:00:05</b>		
Aflojar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>			Aflojar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>	Llevar envases a termo para configuración	<b>0:00:07</b>
Aflojar manija 3 de la riel posterior en la banda	<b>0:00:01</b>			Aflojar manija 3 de la riel posterior en la banda	<b>0:00:01</b>		
Mover riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>			Mover riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>		
Ajustar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>			Ajustar manija 2 de la riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>		
Mover riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:01</b>	Aflojar tuerca de barra en la termo	<b>0:00:06</b>	Mover riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:01</b>	Aflojar tuerca de barra en la termo	<b>0:00:06</b>
Ajustar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:04</b>			Ajustar manija 3 de la riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:04</b>		
Aflojar manija 1 de la riel posterior en la banda	<b>0:00:01</b>			Aflojar manija 1 de la riel posterior en la banda	<b>0:00:01</b>		

Mover riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:01</b>	Mover barras de la jaula de la termo	<b>0:00:02</b>	Mover riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:01</b>	Mover barras de la jaula de la termo	<b>0:00:02</b>
Ajustar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:03</b>	Colocar envases en jaula de termo	<b>0:00:05</b>	Ajustar manija 1 de la riel posterior en la banda transportadora	<b>0:00:03</b>	Colocar envases en jaula de termo	<b>0:00:05</b>
Aflojar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>			Aflojar manija 2 de la riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>		
Mover riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>	Ajustar tuerca de barra en termo	<b>0:00:06</b>	Mover riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>	Ajustar tuerca de barra en termo	<b>0:00:06</b>
Aflojar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>			Aflojar manija 1 de la riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:02</b>		
Mover riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:09</b>			Mover riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:09</b>		
		Aflojar y ajustar sección 1 de riel de entrada a termo	<b>0:00:07</b>			Aflojar y ajustar sección 1 de riel de entrada a termo	<b>0:00:07</b>
Ajustar manija 1 de la riel delantera en la banda	<b>0:00:01</b>			Ajustar manija 1 de la riel delantera en la banda	<b>0:00:01</b>		
Mover riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:01</b>	Realizar pruebas con un envase	<b>0:00:02</b>	Mover riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:01</b>	Realizar pruebas con un envase	<b>0:00:02</b>
Ajustar manija 2 de la riel	<b>0:00:03</b>			Ajustar manija 2 de la riel	<b>0:00:03</b>		

delantera en la banda transportadora		Aflojar manijas (2) de brazo de detención de envases	<b>0:00:03</b>	delantera en la banda transportadora		Aflojar manijas (2) de brazo de detención de envases	<b>0:00:03</b>
Aflojar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:03</b>	Mover brazo de detención de envases	<b>0:00:04</b>	Aflojar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:03</b>	Mover brazo de detención de envases	<b>0:00:04</b>
Mover riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:01</b>			Mover riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:01</b>		
Ajustar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:03</b>	Ajustar manijas (2) de brazo de detención de envases	<b>0:00:08</b>	Ajustar manija 3 de la riel delantera en la banda transportadora	<b>0:00:03</b>	Ajustar manijas (2) de brazo de detención de envases	<b>0:00:08</b>
Girar manivela para bajar tapador de envases	<b>0:00:23</b>			Girar manivela para bajar tapador de envases	<b>0:00:23</b>		
		Realizar pruebas con un envase	<b>0:00:05</b>			Realizar pruebas con un envase	<b>0:00:05</b>
		Aflojar manija en curva de entrada de envases a termo	<b>0:00:03</b>			Aflojar manija en curva de entrada de envases a termo	<b>0:00:03</b>
		Mover riel	<b>0:00:01</b>			Mover riel	<b>0:00:01</b>

					Ir a traer tapas	<b>0:01:52</b>
Pasar un envase por el tapador para comprobar su funcionamiento	<b>0:00:09</b>			Pasar un envase por el tapador para comprobar su funcionamiento	<b>0:00:09</b>	
				Ubicar envases en banda transportadora para ser envasados	<b>0:00:05</b>	
Girar manivela para bajar riel principal de boquilla	<b>0:00:31</b>			Girar manivela para bajar riel principal de boquilla	<b>0:00:31</b>	
Aflojar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	<b>0:00:09</b>			Aflojar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	<b>0:00:09</b>	
Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con	<b>0:00:04</b>			Mover boquilla en riel secundaria hasta cuadrar con	<b>0:00:04</b>	

envase	
Ajustar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	<b>0:00:06</b>
Ajustar presión de envasado	<b>0:00:02</b>
Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	<b>0:00:01</b>
Encender envasado manual y envasar	<b>0:00:04</b>
Ajustar presión de envasado	<b>0:00:02</b>
Realizar pruebas de envasado	<b>0:00:04</b>

envase	
Ajustar perilla inferior de riel secundaria de boquilla	<b>0:00:06</b>
Ajustar presión de envasado	<b>0:00:02</b>
Ir a la parte posterior de la envasadora	<b>0:00:03</b>
Ajustar el tornillo de la bomba volumétrica	<b>0:00:01</b>
Ir a la parte delantera de la envasadora	<b>0:00:03</b>
Encender envasado manual y envasar	<b>0:00:04</b>
Ajustar presión de envasado	<b>0:00:02</b>
Realizar pruebas de envasado	<b>0:00:04</b>
Completar contenido de pintura en envases de prueba	<b>0:00:07</b>
Colocar tapas en envases	<b>0:00:03</b>

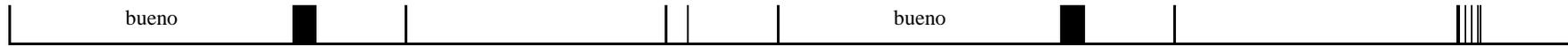


					Colocar tapas junto a mesa de trabajo	<b>0:00:13</b>
					Colocar pallets en el puesto de trabajo	

			Colocarse guantes para envasar	<b>0:00:12</b>	
		<b>0:00:27</b>	Setear controles de la termoencogible	<b>0:00:27</b>	
			Doblar cartones	<b>0:00:07</b>	
		<b>0:00:12</b>	Colocar cartones en compartimento de la máquina	<b>0:00:12</b>	
Encender envasado automático y envasar	<b>0:00:07</b>		Encender envasado automático y envasar	<b>0:00:07</b>	Tomar un envase lleno y
					<b>0:00:06</b>



						<p data-bbox="1541 443 1839 496">Ordenar puesto de trabajo para iniciar la producción</p>	
<p data-bbox="248 1321 517 1350">Envasar el primer producto</p>	<p data-bbox="573 1321 663 1350"><b>0:00:02</b></p>			<p data-bbox="1106 1321 1375 1350">Envasar el primer producto</p>	<p data-bbox="1435 1321 1525 1350"><b>0:00:02</b></p>		



<b>Tiempo de trabajo:</b>	<b>0:05:03</b>	<b>Tiempo de trabajo:</b>	<b>0:01:50</b>	<b>Tiempo de trabajo:</b>	<b>0:09:45</b>	<b>Tiempo de trabajo:</b>	<b>0:05:30</b>
<b>Tiempo muerto:</b>	<b>0:04:42</b>	<b>Tiempo muerto:</b>	<b>0:07:55</b>	<b>Tiempo muerto:</b>	<b>0:00:00</b>	<b>Tiempo muerto:</b>	<b>0:00:43</b>
<b>Tiempo total:</b>	<b>0:09:45</b>	<b>Tiempo total:</b>	<b>0:09:45</b>	<b>Tiempo total:</b>	<b>0:09:45</b>	<b>Tiempo útil no config.:</b>	<b>0:03:32</b>
						<b>Tiempo total:</b>	<b>0:09:45</b>

### SIMBOLOGÍA

-  *Lavado de tolva y tuberías (el tiempo depende si es lavado total o parcial)*
-  *Tiempo de trabajo (el operario ocupa íntegramente este tiempo en la configuración)*
-  *Tiempo muerto (el operario o la máquina no realizan ninguna operación)*
-  *Es un tiempo útil de trabajo pero en labores que no intervienen en la configuración*