

DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS DE ALISTAMIENTO APLICANDO SMED EN EL PROCESO DE EMPAQUE TIPO PLEGADIZAS EN UNA EMPRESA DE ARTES GRÁFICAS

Reduction of alteration times applying SMED in a graphic arts company

Yeny del Carmen Ortiz Sandoval¹
yeny.ortiz00@usc.edu.co

María Fernanda Collazos Chaparro¹
Maria.collazos04@usc.edu.co

John Alexander Masso Alzate¹
John.mass00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial (1)

Resumen

El presente artículo se realizó en una empresa de artes gráficas ubicada en el municipio de Yumbo, la cual se analiza los tiempos de inactividad en la operación de las máquinas, durante el proceso de fabricación de empaques tipo plegadiza, y cuyos clientes más importantes son multinacionales del sector alimenticio, aseo personal, y farmacéutico. Por tanto una vez se detecta que el 80% de esta improductividad corresponde al tiempo de transición entre la producción de un lote y el siguiente; se propone reducir estos tiempos, los cuales se denominarán “tiempos de alistamiento” aplicando la herramienta SMED, que consiste en convertir los procesos internos (actividades que se deben realizar cuando la maquinaria no está en funcionamiento), a procesos externos que concierne a todas las operaciones ejecutadas con la maquinaria en funcionamiento, esto con la idea de reducir los tiempos de alistamiento.

Los procesos en los que aplicó esta herramienta fueron: (1) impresión, (2) troquelado y (3) pegado dando como resultado una eficiencia en promedio del 30%, en 1.03 meses de ejecución, equivalente en pesos colombianos a un ahorro aproximado de \$72.272.000, siendo un proyecto económicamente viable y rentable para la empresa.

Palabras Clave: SMED; Industria Empaques Plegadizas; Impresión; Troquelado; Pegado.

Abstract

Applied research that analyzes the inactivity time in the machines operation, during the manufacturing process of folding type packaging, in a graphic arts company located in the municipality of Yumbo and whose most important customers are food industry, personal hygiene and pharmacist multinationals. Therefore once it is detected that 80% of this unproductivity corresponds to the transition time between the production of one lot and the next; it is proposed to reduce these times, which will be called "enlistment times" by applying the SMED tool, which consists in converting the internal processes (activities that must be carried out when the machinery is not in operation), to external processes that concern all the operations executed with the machinery in operation, this with the idea of reducing the times of enlistment.

The processes in which the tool was applied were: (1) printing, (2) die cutting and (3) gluing, resulting in 30% average efficiency, in 1.03 months of execution, equivalent in Colombian pesos to an approximate saving of \$ 72.272.000, being an economically viable and profitable project for the company

Keywords: SMED; folding packaging industry; printing; die cutting; gluing.

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación aplicada es sobre la implementación de Single-Minute Exchange of Die (SMED), es decir, reducción de tiempos muertos a un dígito de minuto, en una compañía dedicada al sector de las artes gráficas, enfocada a grandes proyectos integrales de reconocidas empresas a nivel nacional e internacional. Su proceso generalmente consta de: diseño, impresión, troquelado, pegado, producto terminado, donde sus clientes manejan un nivel alto de exigencia en la calidad y terminado de sus productos, por lo que cada proceso es rigurosamente supervisado a fin de entregar una producción con los estándares de calidad, cumpliendo los plazos de entrega. Entre sus clientes más representativos se encuentran las empresas: UL Colombia, Quala, Colombina, entre otros.

SMED consiste en convertir la mayoría de procesos internos, en externos con la idea de reducir los tiempos de transición entre la producción de un lote y la siguiente; para efectos del presente, se define internos como aquellas cosas que deben hacerse cuando la maquinaria no está en funcionamiento, y externos aquellas operaciones ejecutadas con la maquinaria en pleno funcionamiento (Del vigo García & Villanueva Castrillón, 2009)

La empresa en la que se desarrolló el presente proyecto produce dos tipos de empaque, micro-canal y plegadizas; se escogió hacer el análisis sobre el empaque tipo plegadiza, ya que tiene una participación del 80% de la producción. Los procesos que se realizan para este tipo de producto son los siguientes: (1) diseño gráfico que tarda en promedio 60 minutos, (2) impresión que dura aproximadamente 2 horas, (3) troquelado con duración promedio de 1,5 horas y (4) el proceso de pegado que tarda aproximadamente 3 horas, según datos reportados por la empresa.

Para los procesos de impresión, troquelado y pegado se requiere realizar alistamiento de las máquinas, cada vez que se realiza un lote de producción diferente. En el caso de la máquina impresora se elaboran actividades como cambio de planchas, mantillas, tintas, rodillos, etc. Para la máquina troqueladora las actividades son montaje de despicator, ramas, cambio de troquel, cuchillas, etc y en la máquina pegadora las actividades que se realizan son lavado del gomero, cambio de bandas, realizar rótulos, etc.

Además, a los tiempos de alistamiento, los procesos de impresión, troquelado y pegado presentan unos tiempos de parada ocasionados por factores como: (1) desprendimiento de esmalte del material, (2) planitud del material, (3) cambio de secuencia, (5) problemas equipos periféricos, (6) sin material de empaque, etc. Los cuales son generados por calidad del material, maquinaria y personal administrativo.

En ese sentido se presentaron los siguientes cuestionamientos: ¿Cómo disminuir los tiempos de alistamiento en una empresa de artes gráficas?; ¿Qué ventajas tendría la aplicación de la herramienta SMED en el proceso de alistamiento en una empresa de artes gráficas? ¿Cuál sería el impacto si se disminuyen los tiempos de alistamiento?. Dado lo anterior, se propuso disminuir los tiempos de alistamiento en la empresa de artes gráficas bajo estudio, ubicada en Acopi Yumbo, mediante la aplicación de la herramienta SMED, lo que permitió realizar una medición de tiempos inicial para establecer los intervalos que existían en la transición de una estación de trabajo a la siguiente. Luego se implementó la metodología SMED en el proceso de alistamiento para la mejora continua en la empresa de artes gráficas y por último se cuantificó el impacto en la reducción de tiempos de alistamiento, estableciendo un comparativo que permitió evidenciar la optimización del proceso productivo.

Para cumplir estos objetivos, se hace necesario hablar sobre SMED, que de acuerdo a lo que afirma: Del vigo Garcia & Villanueva Castrillon (2009) “es una herramienta de mejora que permite reducir los tiempos de cambio de alistamiento de forma considerable, lo que se traduce en un aumento de flexibilidad, productividad y eficiencia. Sin embargo, la implantación de esta herramienta requiere un periodo de formación en el que se aprende a distinguir entre los diferentes tipos de operaciones, a tener la capacidad de transformar operaciones internas en externas y a resolver los problemas que esto plantea, entre otras situaciones”

Por otro lado, se le llama o denomina “tiempo de alistamiento” a toda aquella transición que sucede de un proceso a otro en una línea de producción, también incluye el cambio de moldes o matrices en el caso de litográficas, o básicamente los cambios que suceden entre lote y lote de producción (piezas fabricadas). La meta de esta técnica es la disminución de esperas y con esto poder cumplir objetivos a cada vez tiempos más precisos e impulsar la calidad del servicio que se ofrece en la compañía. Shingo, S. (1985). Al igual que se le llamará procesos internos a todos aquellos que se realizan mientras la maquinaria se encuentra apagada o en no-funcionamiento, lo que se traduce en configuraciones, limpiezas, reparaciones, reemplazo de partes, entre otros; los procesos externos serán todos aquellos que se realizan durante el

funcionamiento de las operaciones, es precisamente el objetivo del SMED, convertir la mayor cantidad de procesos internos a externos con el fin de lograr una disminución dramática en los tiempos de alistamiento Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007).

Cabe destacar que este tipo de acciones han sido probadas en diferentes empresas del mismo sector y se ha obtenido un gran promedio de disminuciones de tiempo cercano al 45%, lo cual es un porcentaje bastante alto teniendo en cuenta que se habla de máquinas que producen ganancias por minuto. En este sentido, como afirma Gil García, Sanz Angulo, & De Benito Marin, (2012) “la metodología consigue obtener porcentajes de reducción elevados empleando sólo los recursos esenciales y, al mismo tiempo, facilita una formación práctica de los empleados: durante los días que dura la intervención los integrantes del equipo se “sumergen” y se “identifican” con el problema de cambio de utillaje que estudiar, y aplican los conceptos teóricos en el taller sobre un caso real”.

Toyota es el pionero del Lean Manufacturing, siendo el primero en usar el SMED para lograr reducir el tiempo de alistamiento de una prensa de 1000 toneladas de 4 horas a tan solo 3 minutos

En la ciudad de Santiago de Cali, se realizó una investigación para implementar SMED con el fin de reducir los tiempos de alistamiento y limpieza en las líneas de producción de 3 máquinas para la farmacéutica GENFAR, logrando una reducción de tiempos del 50%. García, E. (2013).

De igual forma, en la Universidad San Buenaventura de la misma ciudad se realizó un proyecto de implementación de SMED en una empresa de artes gráficas Silva (2013) que afirma “la eficiencia promedio del sistema productivo en términos de alistamiento se incrementó en un 17.02% frente al valor inicial, mientras que los sobrecostos por este concepto se redujeron en promedio lo cual representa un ahorro promedio mensual de \$6.231.432”, (P.98), en dicha empresa.

A nivel internacional, más precisamente en Ecuador, en la región de Ambato, Aldás Salazar., et al. (2016), Desarrollaron un Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED), con el propósito de reducir los tiempos de alistamiento en la fase de montaje de la manufactura de calzado, logrando un porcentaje de eficiencia de casi el 50%, ya que los procesos de montaje de calzado redujeron de 1,12 min/par a 0,53 min/par.

Por último, en Europa se realizó una evaluación de implementación de SMED en grandes empresas españolas donde se logró una reducción de tiempos de alistamiento entre el 37% y el 66%. (Gil García, et al. 2012)

En conclusión, el sistema SMED propone algo muy simple pero cuidadoso y constante: convertir la mayor cantidad posible de preparaciones internas en externas, ya que, lógicamente, esto conlleva a una potencial reducción de tiempos, sin mencionar el control del desperdicio, el ahorro en mantenimiento y la satisfacción del cliente por cumplimiento de tiempos. “Una prensa de troquelar grande o una máquina grande de colada a presión tendrán muchas posiciones de fijación en sus cuatro costados. Las operaciones de preparación de tales máquinas ocuparán mucho tiempo al operario. Pero, si se procede a aplicar a tales máquinas operaciones en paralelo por dos personas, pueden eliminarse movimientos inútiles y reducirse así el tiempo de preparación.” (Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. 2013), en este caso, se alcanzó una mejora de al menos un 50% con relación a los datos iniciales.

2. METODOLOGÍA

Para lograr lo planteado, lo primero que se hizo fue realizar una visita al área de producción de la empresa para que a través de la observación, entrevistas a los operarios, y mediciones de tiempos de procesos se pudiera caracterizar el proceso productivo identificando cada detalle del mismo. Lo cual nos permitió establecer los intervalos que existían en la transición de una estación de trabajo a la siguiente.

Luego de visitar el área de producción se encuentra que entre los procesos de impresión, troquelado y pegado hay un intervalo de tiempo que no corresponde al proceso productivo denotándose tiempos internos: como lavado de gomero, cambio de rodillos, troqueles, planchas, tintas; los cuales no han sido estandarizados u optimizados. Lo que quiere decir que los alistamientos no están siendo llevados a cabo con eficiencia, reportando un porcentaje de pérdidas hacia la empresa.

Por último, se elaboró un diagrama de causa y efecto el cual determinó que la mano de obra y la metodología fueron las variables que afectaban el proceso de fabricación de empaques plegadizos causando baja productividad.

Por lo tanto, la metodología que se utilizó para el desarrollo de este proyecto fue SMED, la cual tuvo tres fases principales. (1) Medición tiempos iniciales, (2) implementación SMED, (3) medición tiempos finales. Dichas fases fueron primordiales para: el diagnóstico del problema que presentaba la compañía, el plan, la ejecución, la toma de resultados finales y estandarización de cada uno de los procesos de la empresa empaques plegadizos.

Cabe anotar, que la metodología SMED se divide en cuatro etapas las cuales son: (1) estudio de la operación de cambio, (2) separar actividades internas y externas, (3) convertir actividades internas en externas, (4) perfeccionar el proceso de actividades. Las cuales están muy relacionadas con las fases desarrolladas en este proyecto y que se detallan a continuación.

2.1. Medición de tiempos iniciales.

En la primera fase, se realizó una medición a 4600 órdenes de producción durante los meses de enero a julio del 2018, con base a la información suministrada por la empresa, donde se obtuvo un tiempo promedio de alistamiento en impresión del 27.3%, troquelado del 10.2% y pegado del 22.3%, respectivamente del tiempo total de cada proceso.

Posteriormente, se hizo un chequeo general de los procesos de impresión, troquelado y pegado para determinar las causas de los desperdicios en tiempo, esta actividad fue realizada teniendo en cuenta los reportes que elaboran los operarios. Donde se evidenció tiempos perdidos por desplazamientos innecesarios, materiales defectuosos, falta de herramientas, etc.

2.2. Implementación Metodología SMED

En la segunda fase, se registraron los cambios que se requerían como herramientas de control y supervisión necesarios en una metodología SMED, estos cambios se enfocaron a actualización de herramientas (ver figura 04) y planificación del programa de producción ya que se evidenció que esta área era un factor clave en la implementación.

Después se inició con la capacitación al personal para los cambios a implementar, la cual estuvo a cargo de un capacitador externo contratado por la compañía. Luego se dio inicio a la ejecución SMED donde se creó un equipo multidisciplinar entre los operarios y ayudantes de cada proceso y el área de mantenimiento, además de acuerdo con la tabla 01 se establecieron que actividades se podían asignar a qué áreas de apoyo, para reducir los tiempos de alistamiento.

Dicha implementación tomó siete semanas para proceder con la última fase.

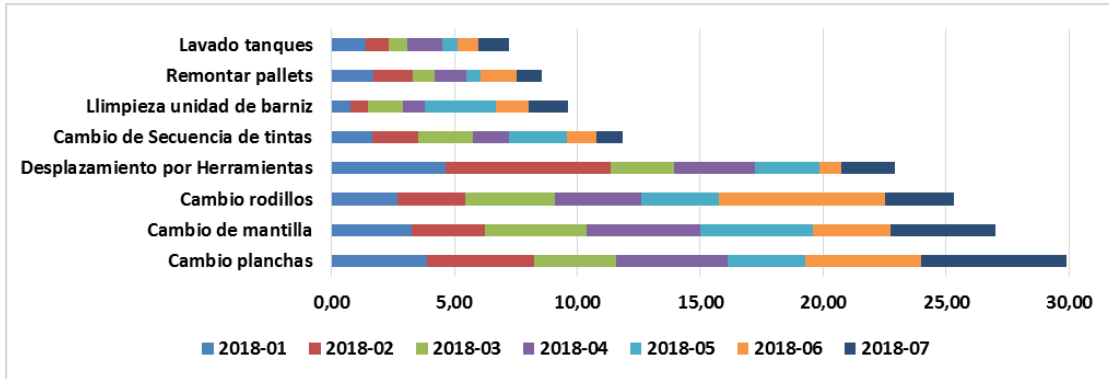
2.3. Medición tiempos Finales

La tercera fase, fue tomar nuevas mediciones (posteriores a la implementación) la cual se realizó a las 1180 órdenes de producción fabricadas de enero a febrero de 2019 para cuantificar el impacto de las mejoras en tiempo y dinero.

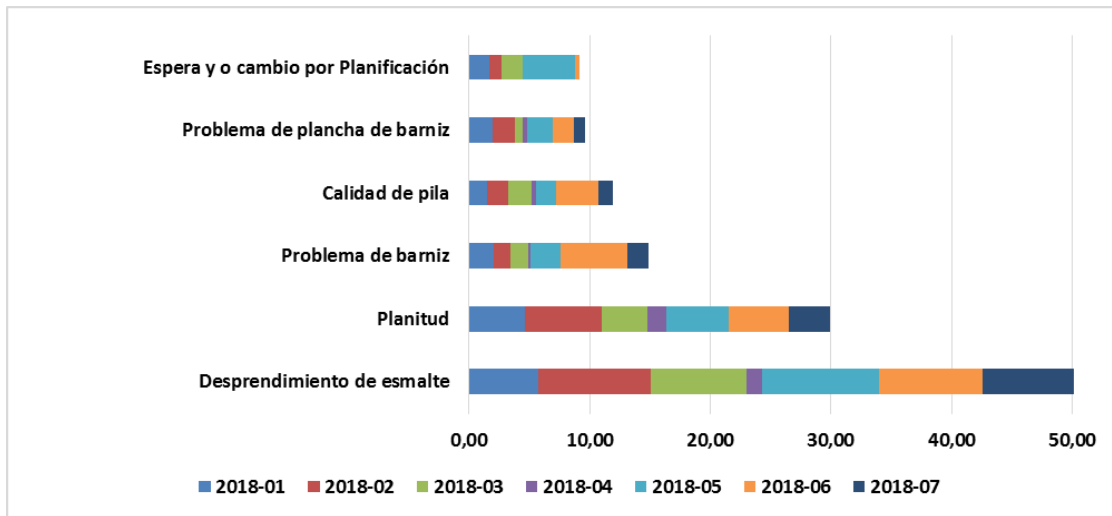
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los siguientes gráficos se puede evidenciar las principales causales que está afectando los tiempos de alistamientos y generando paradas en cada uno de los procesos.

Gráfico 1. (a) Horas Alistamiento Impresora 2012; (b) Horas inactividad Impresora 2012



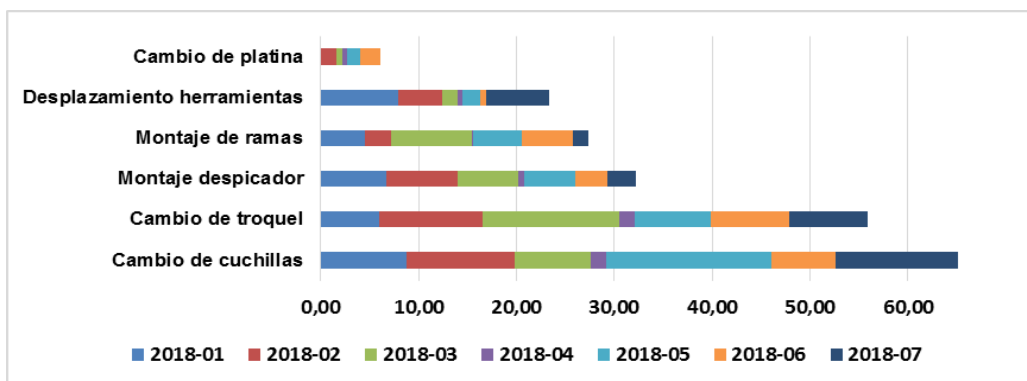
(a)



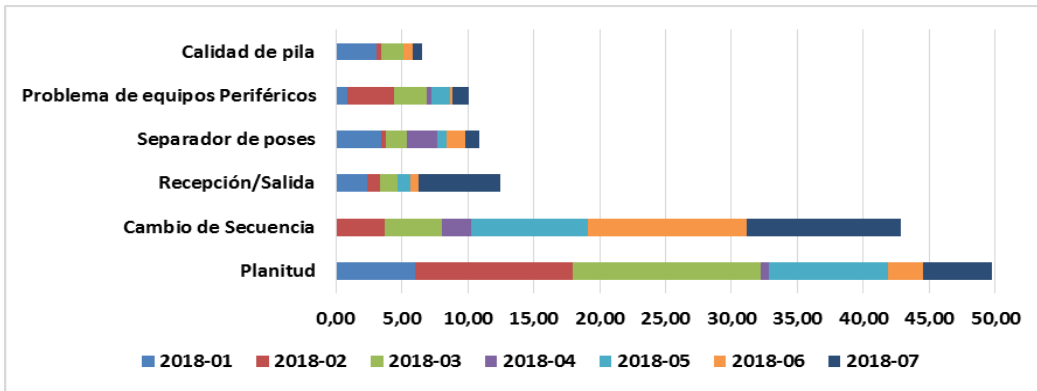
(b)

El gráfico 1, (a) muestra que operaciones como cambio de planchas, mantillas, rodillos, desplazamiento por herramientas, etc. Han aumentado el tiempo de alistamiento de la impresora; además, a esto se le suma paradas de la máquina gráfico 1, (b) por factores como desprendimiento de esmalte, planitud del material, problemas de barniz, etc. Que están generando improductividad en el proceso de impresión.

Gráfico 2. (a) Horas Alistamiento Troqueladora Sprint; (b) Horas inactividad Troqueladora Sprint



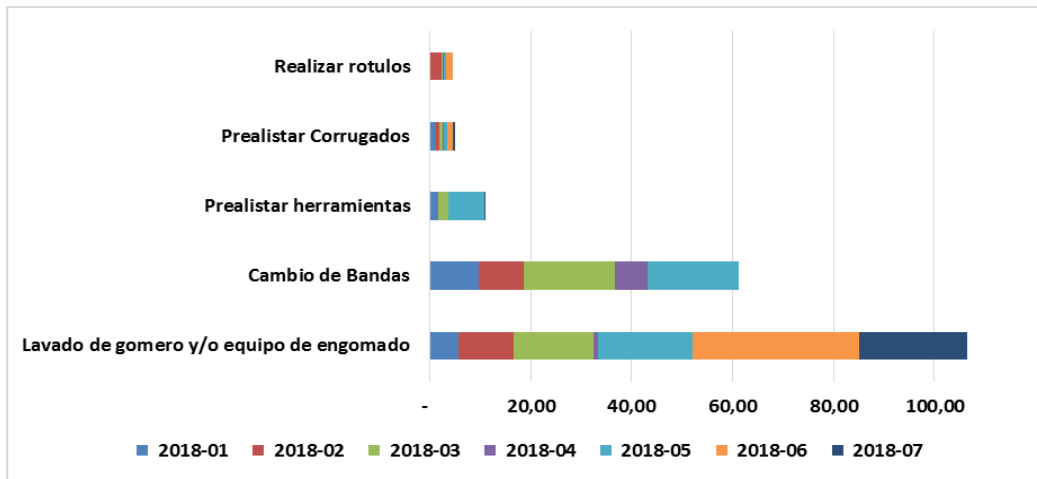
(a)



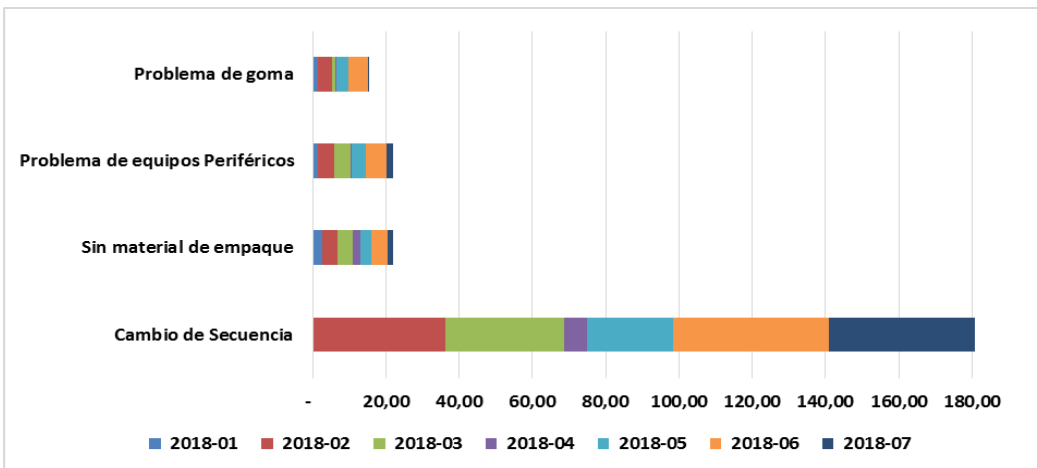
(b)

En el gráfico 2, (a) se muestra las operaciones que afectan los alistamientos de la máquina troqueladora como cambio de cuchillas, troquel, montaje de despicator, etc. Ya que, se están perdiendo más horas de lo debido. Además, el grafico 2 (b), refleja las horas que la máquina esta parada por factores como planitud del material, cambio de secuencia, problemas en la recepción y salida del alimentador.

Figura 3 (a) Horas alistamiento pegadora Vi.; (b) Horas inactividad pegadora vi.



(a)



(b)

La figura 3(a) muestra las operaciones de alistamiento en el proceso de pegado como lavado de gomero, cambio de bandas, prelistamiento de herramientas, corrugados, etc. Las cuales han aumentado más de lo normal. Adicional, en el

gráfico 3(b) se muestra las horas de parada de la pegadora ocasionadas por factores como cambio de secuencia, sin material de empaque, etc. El cambio de secuencia es generado por el área de programación, lo cual indica que la máquina invierte más tiempo en alistamiento porque no existe una secuencia correcta de los productos que deben pegar.

Luego se realizó un formato para cambios internos y externos de cada uno de los procesos donde se tuvo en cuenta variables como desplazamientos, actividades y herramientas. En la Tabla 1, se muestra los principales factores de cada proceso.

Tabla 1. Horas actividades internas- externas

Responsable	Máquina	Actividad	Antes	
			Int.	Ext.
Ayudante Impresora	Impresora	Prealistar planchas, tintas y mantillas	0,83	
		Prealistar estibas		0,5
		Remontar bancos		0,5
		Desplazamiento por herramientas	0,17	
Operario/ Ayudante Imp.		Montaje de Planchas/ mantillas	0,75	
Operario/ Ayudante	Troqueladora	Montaje despigadores/ ramas	1	
Operario		Cambio de Cuchillas	0,33	
Ayudante		Traer troqueles y despigadores		0,25
		Desplazamiento por herramientas	0,15	
Ayudante	Pegadora	Prealistar corrugados	0,58	
		Realizar rótulos	0,33	
		Prealistar herramientas para cambio	0,5	
Operario /Ayudante		Lavado gomero	0,75	
Total horas			5,39	1,25

Fuente: Elaboración Propia

En la anterior tabla se muestra en horas las principales actividades que se realizan en cada una de las máquinas cuando estas se encuentran detenidas en cada turno de 8 horas. Lo cual arrojó que hay que mejorar y/o disminuir estos tiempos.

Figura 04. Actualización de herramientas: (a) caja de herramientas; (b) mesa para montaje rápido; (c) demarcación estibas



De acuerdo con la figura 04, se evidencia algunas mejoras realizadas en cada uno de los procesos para disminuir los

tiempos de desplazamiento y alistamiento.

Además, como se visualiza en la tabla 2, después de haber adquirido nuevas metodologías y herramientas las actividades internas pasan del 81% al 26%

Tabla 2. Horas actividades internas – externas mejoradas.

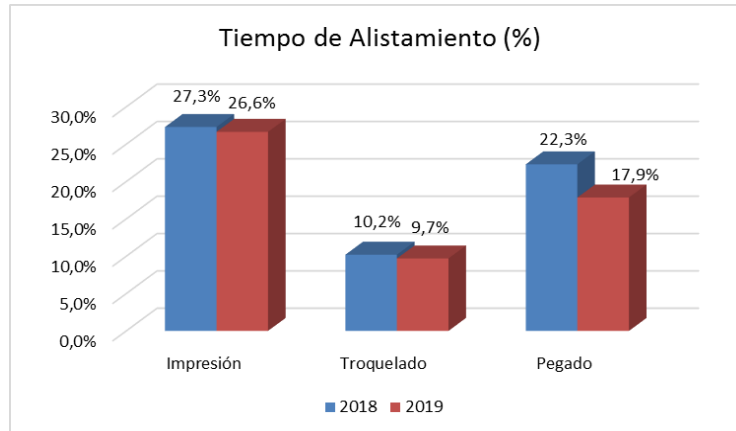
Responsable	Máquina	Actividad	Antes		Después		Mejora Realizada
			Int.	Ext.	Int.	Ext.	
Ayudante Impresora	Impresora	Prealistar planchas, tintas y mantillas	0,83			0,83	Se le asignó esta labor a un patinador del área de impresión.
		Prealistar estibas		0,5		0,5	
		Remontar bancos		0,5		0,5	
		Desplazamiento por herramientas	0,17			0,017	Se instaló caja de herramientas en cada máquina
Operario/ Ayudante Imp.		Montaje de Planchas/ mantillas	0,75		0,75		
Operario/ Ayudante	Troqueladora	Montaje despigadores/ ramas	1			1	Se le asignó esta labor al área de Troqueles
Operario		Cambio de Cuchillas	0,33		0,33		
Ayudante		Traer troqueles y despigadores		0,25		0,05	Se adecuaron mesas con los troqueles y despigadores cerca a la máquina
		Desplazamiento por herramientas	0,15			0,017	Se instaló caja de herramientas en cada máquina
Ayudante	Pegadora	Prealistar corrugados	0,58			0,58	Se le asignó esta labor a un patinador del área de pegado
		Realizar rótulos	0,33			0,33	
		Prealistar herramientas para cambio	0,5			0,5	Se prealista cuando la máquina está en tiraje. Adicional se ubicó una estantería en cada área
Operario /Ayudante		Lavado gomero	0,75		0,42		Se adquiere nueva herramienta (manguera) para que sea más rápido
Total horas			5,39	1,25	1,5	4,32	
Porcentaje (%)			81%	19%	26%	74%	

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 05 se muestra el porcentaje de reducción en tiempo entre las mediciones iniciales tomadas entre enero y julio del 2018 y las mediciones finales entre enero y febrero del 2019.

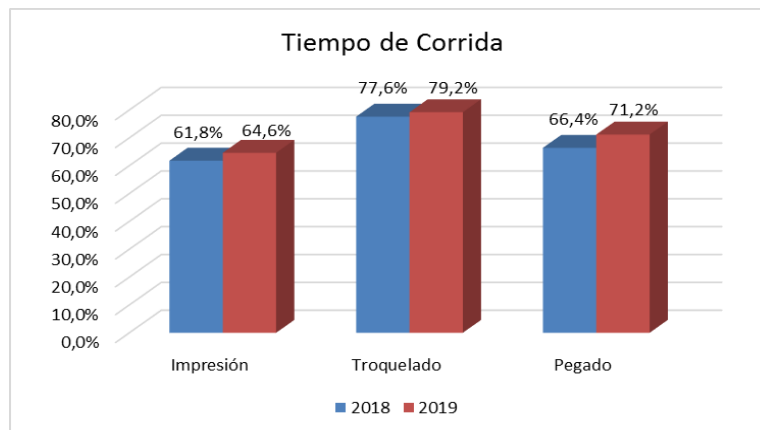
Además, para los procesos de troquelado y pegado se realizó una mejora con la programación de los artículos a producir. En el caso de troquelado, se planificó por referencias que utilizaran el mismo troquel. Para pegado se tuvo en cuenta programar baches por tipo de pega (Lineal, fondo automático y cuatro puntas), lo cual incidió significativamente en la reducción de alistamiento y aumentó el tiempo de corrida de las máquinas (Impresora en un 2.8%, troqueladora 1.6% y pegadora en un 4.8%) respecto al periodo de enero a julio del 2018. Como se muestra en la figura 06.

Figura 05. Porcentaje reducción tiempo alistamiento.



Esta reducción en tiempo de alistamiento para cada proceso se logró, adquiriendo nuevas herramientas y metodologías de trabajo como se muestra en la Tabla 2.

Figura 06. Porcentaje tiempo de corrida.



Por otra parte, teniendo en cuenta el incremento en tiempo de corrida se realizó el análisis financiero de la recuperación de la inversión en la metodología SMED calculando el ahorro en horas en tiempo de alistamiento por el costo de la hora /máquina de cada proceso; ya que estas horas se van a utilizar directamente para producir. Adicional, como resultado nos dio que el retorno de la inversión se obtiene en 1.03 meses. Como se puede observar en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Análisis financiero. Valores en horas y miles de pesos.

Tiempo muerto ahorrado Imp (h)	77
Tiempo muerto ahorrado Troq (h)	95
Tiempo muerto ahorrado Peg (h)	143

T.COP

INVERSIÓN SMED	37.000
----------------	--------

AHORRO (\$)	72.272
-------------	--------

Ahorro tpo muerto Imp (\$)	30.877
----------------------------	--------

Ahorro tpo muerto Troq (\$)	28.636
Ahorro tpo muerto Peg (\$)	12.759

Tabla 4. Periodo de retorno. Días y valores en miles de pesos

Mes	Enero	Febrero	Total
Número días trabajados	26	24	50
Ahorro mensual obtenido (\$)	37.581	34.691	72.272

Tasa de interés Marzo	4,25%
-----------------------	-------

Periodo (meses)	0	1	2
	-37000	37.581	34.691
Flujo de caja descontado	-37000	36.049	31.920

Periodo de retorno descontado (meses)	1	0,03
---------------------------------------	---	------

Periodo de retorno descontado (meses)	1,03
---------------------------------------	------

La tabla 4, muestra que, a partir de los días trabajados en el presente año, se halló la proporción del ahorro para enero y febrero mediante el flujo de caja descontado el cual tiene en cuenta la tasa de interés. ("Boletín Indicadores Económicos", 2019)

4. DISCUSIÓN

Una vez se realizó el análisis de los lotes de producción se determinó las causales que generaban los tiempos muertos de alistamiento, logrando definir las acciones correctivas y poner en marcha el plan de acción óptimo para cada máquina, con la ejecución de cada uno de los colaboradores implicados en el proceso productivo, donde la constante capacitación fue de vital importancia para la ejecución y el logro de los resultados esperados. Estas capacitaciones se realizaron en la empresa en cuestión, al personal involucrado en el proceso, las cuales estuvieron a cargo de un capacitador contratado por la compañía, durante siete semanas.

La demanda de clientes y la necesidad de mejorar la productividad de la empresa de empaques plegadizas, para ser más competitiva en un mercado que exige flexibilidad y tiempos de entrega menores a 30 días; generó la implementación de una metodología que maneja técnicas y herramientas para alistamientos rápidos en los procesos de impresión, troquelado y pegado dando como resultado una reducción de tiempo del 30%, en dos meses de ejecución.

La implementación de la herramienta SMED es de fácil aplicación y poca inversión, generando optimización de los procesos y por consiguiente mejores resultados económicos para la empresa en cuestión. Sin embargo, se hace necesario la revisión y el análisis continuo de los tiempos de alistamiento, así como el estudio y combinación de otras herramientas del Lean Manufacturing, con el fin de obtener más oportunidades de mejora en la reducción de tiempos y costos de la empresa, generando a la misma, ventajas competitivas y de calidad.

5. CONCLUSIONES

El trabajo en equipo entre los operarios de cada uno de los procesos y el personal de mantenimiento incidió en gran porcentaje para el desarrollo de la metodología SMED, además se debe considerar que el adquirir herramientas e implementar nuevas metodologías de trabajo ayudó a obtener muy buenos resultados. En el caso de impresión se redujo el montaje de 1.21 h a 0.9 h, en troquelado de 1.8 h a 1.1 h y en pegado de 2.17 h a 1.6 h; logrando una eficiencia en

promedio del 30% para todos los procesos de la línea empaques plegadizas., con valores cercanos a los logrados en la implementación de SMED en grandes empresas españolas que obtuvo una reducción de tiempos de alistamiento entre el 37% y el 66%. Gil García, et al. (2012)

Se hizo importante reducir los tiempos de alistamiento internos a externos con el fin de lograr una mayor optimización de la productividad, logrando una reducción en los tiempos internos de alistamiento en un 32% durante dos meses de la ejecución del proyecto el cual se asemejó al estudio realizado en la ciudad de Santiago de Cali en la farmacéutica GENFAR quien logró una reducción de tiempos del 50% en un tiempo de ejecución de 6 meses. García, E. (2013).

En la implementación de la herramienta SMED se observa una reducción monetaria en el transcurso de 1.03 meses en costos de operación de este proceso en \$72.272.000 COP en contraste con la inversión de \$37.000.000 COP, siendo un proyecto económicamente viable que recupera y supera la inversión de los cuales han transcurrido dos meses de ejecución.

REFERENCIAS

- Aldas Salazar, D., Reyes Vásquez, J., Collante Vargas, S., & Vilema Endara, W. (2017). Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED). *Ojeando La Agenda*, No. 47(ISSN 1989-6794). Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6007593>
- Arrieta Posada, J. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. *TECNURA*, 20, 139-148.
- Ballesteros Silva, P. (2008). algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas Colombianas. *Universidad Tecnológica De Pereira: Scientia Et Technica*, 38(Año XVI), 223-228.
- Braglia M, Frosolini M, Gallo M (2016) Enhancing SMED: changeover out of machine evaluation technique to implement the duplication strategy "Boletín Indicadores Económicos". (08 de abril de 2019). Obtenido de Fuente: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/bie.pdf>
- Del vigo Garcia & Villanueva Castrillon, 2009. Reducción de tiempos de fabricación con el sistema SMED. *Revista tecnica industrial*. Retrieved from: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-2364-reduccion-tiempos-fabricacion-sistema-smed.aspx>
- Hung-da, W. (2007). A Web based Kabam system for job dispatching, tracking, and performance monitoring. *The international Journal of advance Manufacturing Technology*. Vol 38, 9-10 .
- Tejeda, A. S. (2011). Productions Systems improvements with Lean Manufacturing. *CIENCIA Y SOCIEDAD*, 280-310.
- Faccio M (2013) Setup time reduction: SMED-balancing integrated model for manufacturing systems with automated transfer. *International Journal of Engineering and Technology* 5(5):4075–4084.
- García, E. (2013). Implementación de la metodología SMED para la reducción de tiempos de alistamiento y limpieza en las líneas de producción 921-1, 921-2 y 921-3 de una planta farmacéutica de la ciudad de Cali (Tesis de pregrado). Universidad San Buenaventura, Cali.
- Gil García, M., Sanz Angulo, P., & De Benito Marin, J. (2012). Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED. *Revista Técnica Industrial*, 46-54.
- González, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales herramientas. *Revista Panorama Administrativo*, (Año 1 No.2), 93. Retrieved from <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/raites/article/view/77>
- Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean manufacturing [Manufactura Esbelta]. Madrid: Fundación EOI.
- Hung-da, W. (2007). A Web based Kabam system for job dispatching, tracking, and performance monitoring. *The international Journal of advance Manufacturing Technology*. Vol 38, 9-10 .
- Itoi Cortes, Y; Calderon Tobar,K (2016) Aplicación de la Metodología Smed a Línea de Producción de Envase de Productos Cosméticos en Henkel Colombiana S.A.S. Repositorio académico Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://hdl.handle.net/11349/3137>
- Melton, T. (2005). The Benefits Of Lean Manufacturing What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research And Design*, 83, 662-673.
- Moreno Martín, M. (2010). Filosofía Lean aplicada a la Ingeniería del Software (Master). UNIVERSIDAD D SEVILLA.
- Ohno, T. (1988). Just-in-time for Today and Tomorrow. Cambridge: Productivity Press

- Ortega, F. (2008). ¿Qué es SMED?. Retrieved from <http://lean-esp.blogspot.com/2008/10/qu-es-smed.html?m=1>
- Pedraza, L. (2010). Mejoramiento productivo aplicando herramientas de manufactura esbelta*. Revista Soluciones de Postgrado EIA, 5, pp.175-190.
- Rada Alprecht, R. E., & Rodríguez Zurita, M. D. (2002). Implementación de la metodología de mejora 5s en una empresa litográfica (Bachelor's thesis)
- Rivera Cadavid, L. (2013). Justificación conceptual de un modelo de implementación de Lean Manufacturing. Revista Heurística Universidad Del Valle, (Vol, 15. 2008). Retrieved from <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/6139>
- S. Willis Lozada, "Diseño de un modelo de mejora para la reducción del tiempo de producción de una empresa gráfica con el uso de herramientas del Lean Manufacturing," Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2017.Repositorio académico UPC, Peru.
- Shingo, S. (1985). A revolution in manufacturing: The SMED system. Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut: Productivity press
- Shingo, S. (1990). Una revolución en la producción. Sistema SMED. Productivity Press
- Sifuentes Samatelo, A(2017). Mejora de la productividad en una empresa de empaques flexibles aplicando la herramienta Single Minute Exchange of Die (SMED). Tesis de grado Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Lima Peru,
- Silva, O. (2013). Incremento de la efectividad operacional en una empresa de artes gráficas. Tesis de grado Universidad San Buenaventura de Cali-Colombia.
- Stadnicka D (2015) Setup analysis: combining SMED with other tools. Management and Production Engineering Review 6(1):36–50.
- Tejeda, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Retrieved from <http://repositoriobiblioteca.intec.edu.do/handle/123456789/1364>
- Tejeda, A. S. (2011). Productions Systems improvements with Lean Manufacturing. CIENCIA Y SOCIEDAD, 280-310.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. México, D.F: Limusa.
- Womack, J. P. and Jones, D.T., (2005), Lean Solutions, Free Press, New York, NY
- Yonque, García, Raez, J, M, L. (2002). KAIZEN O LA MEJORA CONTINUA. Industrial Data, (5(1)), p. 62-65 Liogr.