

Optimización de Operaciones Mediante la Técnica SMED en una Empresa de Envases Metálicos

Operations Optimization using SMED Technique in a Can Manufacturer

De la Fuente Aragón MV¹, Alonso Manzanedo M, Hontoria Hernández E

Abstract This paper presents the analysis and diagnosis made for the different lines of production in a can manufacturer. The application of Lean techniques, especially SMED to reduce setup times (e.g. tool change and format settings) has allowed the adaptation of the limited capacity of the can manufacturer to customers demand. As a result highlights the increased flexibility of production in combination with a system of incentives encouraging flexibility and performance of workers. The involvement of managers will complement the results with active policies in other areas (marketing, purchasing, logistics management, etc.).

Resumen En este trabajo se presenta el análisis y diagnóstico realizado para las diferentes líneas de producción de una empresa de envases metálicos. La aplicación de técnicas Lean, concretamente el SMED para la reducción de tiempos de parada (principalmente en cambio de herramientas y ajustes de formato), ha permitido la adaptación de su limitada capacidad a la demanda de los clientes. Como resultado se destaca el incremento de flexibilidad de producción en combinación con un sistema de incentivos favoreciendo la flexibilidad y el desempeño de los trabajadores. La implicación de la dirección de la empresa complementará los resultados obtenidos con políticas activas en otras áreas (gestión comercial, de compras, logística, etc.)

Keywords: productivity analysis, SMED, setup time.

¹ M^a Victoria de la Fuente Aragón (✉)

Grupo Gestión e Ingeniería de Organización (GIO). ETSII, Campus Muralla del Mar,
C/ Dr. Fleming, s/n, 30202 Cartagena, Spain
e-mail: marivi.fuente@upct.es

Palabras clave: estudio de productividad, SMED, tiempo de cambio de partida

1.1 Introducción

AC es la tercera empresa por nivel de facturación en España en la producción y venta de envases metálicos. La implicación de la dirección en la aplicación de técnicas de Lean Manufacturing son pasos en el camino adecuado para continuar arañando cuota de mercado a su principal competidor (MV S.A.), que es el actual líder del mercado nacional y la tercera compañía europea del sector.

AC ha realizado, durante la última década, un proceso continuado de integración vertical y horizontal, que unido a una orientada política de ventas, ha permitido incrementar en un 1000% la facturación de la empresa desde el año 90 hasta la actualidad.

El contacto de la empresa AC con el equipo de trabajo de la UPCT, para poder continuar en este proceso de mejora continua, conlleva el análisis y diagnóstico de las líneas de producción de envases metálicos, con el objetivo de seleccionar y aplicar métodos de mejora, principalmente orientados a la reducción de tiempos en cambios de herramienta y ajustes de formato, como medida para mantener la competitividad de la empresa AC dentro del sector de los envases metálicos.

1.2 Estudio de productividad

Durante el estudio realizado sobre el proceso productivo de la fabricación de botes, el equipo de trabajo encontró una serie de cuellos de botella que limitan la capacidad productiva de las plantas de la empresa AC. Como se muestra en la tabla 1.1, para el centro de trabajo AC1000, la capacidad nominal viene determinada por el proceso de soldadura (35.898 botes/hora).

Las diferencias encontradas en la capacidad productiva de las diferentes máquinas, ha permitido la detección de un cuello botella la línea de fabricación analizada, que está asociado al bajo aprovechamiento de la línea detectado. Por ello se decidió hacer un estudio centrado en pérdidas de productividad, para identificar los factores que limitan el aprovechamiento de este conjunto de máquinas. Éstos son:

- **AVERIAS:** fallos o roturas que provocan la parada de un equipo.
- **CAMBIOS DE FOMATO y AJUSTES:** para la adaptación de máquinas o líneas completas al futuro formato de trabajo.
- **INCIDENCIAS y tiempos muertos:** provocan la parada de la línea durante breves momentos, debido a ajustes menores, falta de material, etc.
- **MATERIAL:** paradas en la línea provocadas debidas a la falta de calidad del material, generan dificultades y paradas en las máquinas.
- **PERSONAL:** situación en que la línea se encuentra desatendida por el operario.

La identificación de estas cinco categorías de pérdidas (durante el periodo de observación en el estudio), permitió realizar una estimación económica (tabla 1.2) de estas paradas y su repercusión en la economía de la empresa.

Tabla 1.1 Análisis de la línea de fabricación AC1000

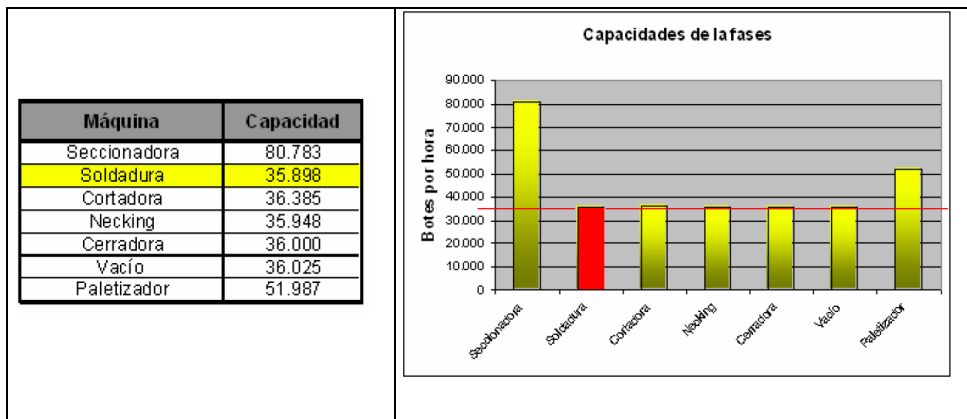


Tabla 1.2 Resultados obtenidos de la toma de datos en el Estudio de Productividad

Categoría	Pérdida anual (€)	Pérdida (%)
Cambios y ajustes	74.419,27	54,80%
Avería	31.271,56	23,03%
Incidencias	17.888,94	13,17%
Material	8.493,87	6,25%
Personal	3.720,13	2,74%
TOTAL	135.793,77	100%

Como se puede ver en la tabla 1.2, la estimación de las pérdidas anuales (2.568.941€) ha sido calculada teniendo en cuenta las horas imputadas en el sistema (referente a máquina parada) y según el grado de actividad mensual.

Como conclusión de este diagnóstico de productividad, identificado el cuello de botella de cada línea de fabricación de la empresa AC, la línea de actuación está orientada a la disminución de la mayor categoría de pérdidas (Cambios y Ajustes – 54,8%), derivadas principalmente de la variación de formato de bote a fabricar. Por ello, entre las técnicas Lean, se seleccionó la técnica SMED para intentar optimizar el proceso productivo.

1.2 Técnica del Lean Management: SMED

La técnica del SMED, aplicada a la preparación de equipos, máquinas o líneas de producción durante las actividades de cambio de modelo o producto, durante la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo, puede llevar a reducir hasta en un 60% los tiempos de parada programada de máquina (Shingo, 1990; Van Goubergen & Van Landeghem, 2002; Llorens et al., 2005; Davood, 2010).

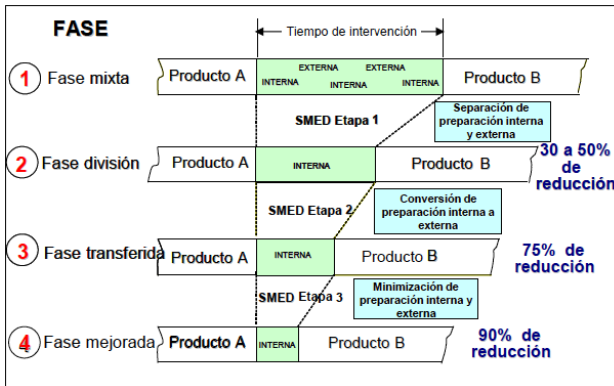


Fig. 1.1 Fases de SMED (Davood, 2010)

El sistema SMED es un método probado que puede dar grandes resultados en una situación donde una máquina está involucrada en el proceso. El seguimiento de las tres etapas (Fig.1.1) es sencillo, y aunque no siempre será posible alcanzar los resultados (%) indicados, si se reducirán de forma ostensible los tiempos de intervención. Para la empresa AC, la adaptación de estas tres fases de mejora (sección 1.2.1) conduce a un menor tiempo de preparación de máquinas, reduciéndose de modo que las líneas de producción tendrán una mayor disponibilidad, podrán trabajar con lotes más pequeños y asegurarán tiempos de entrega de producto menores. A continuación se describe cómo se desarrollan las fases del SMED en el centro de trabajo AC1000.

1.2.1 Fases de la aplicación de SMED en AC1000

1. *Toma de videos de los cambios de utillajes* por cambios de formato a fabricar en todas las máquinas de las 8 líneas de producción de envases de tres piezas del centro AC1000.
2. *Análisis de videos:* desglose de las actividades a realizar con sus respectivos tiempos, eliminación de tiempos improductivos, y reparto equitativo de la carga durante el cambio (ver figura 1.2.).

3. *Realización de gamas*: desmontar, montar y ajuste de máquinas.
4. Establecer *secuencia lógica de operaciones* en base al cambio de formato a realizar.

1.2.2 Resultados obtenidos

Tal como se puede apreciar en la figura 1.2, existe un claro desequilibrio entre la carga bruta y neta de los cuatro trabajadores de la línea. Los trabajadores que más carga de trabajo tienen son los que menos tiempo pierden, por lo que un reparto equitativo de las cargas (reasignando tareas y eliminando aquellas operaciones sin valor) favorecerá la reducción del tiempo o duración del cambio.

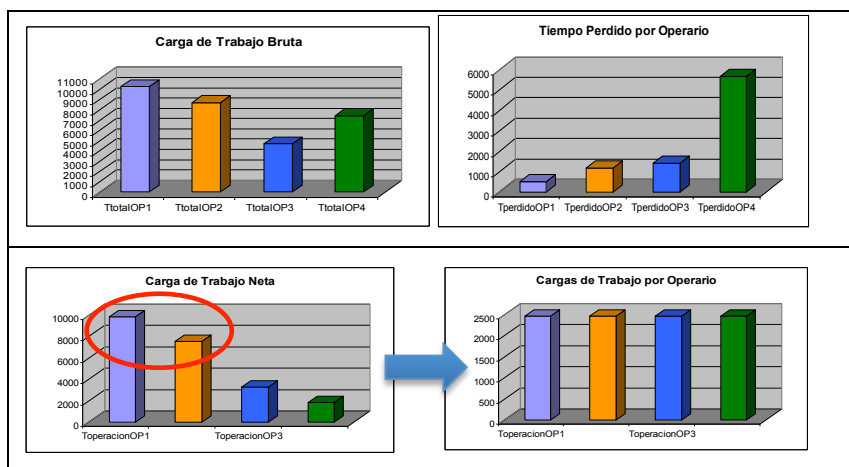


Fig. 1.2 Carga de trabajo de los cuatro operarios de la línea de fabricación

Mediante los diagramas de operaciones (cursogramas analíticos) para cada uno de los cuatro operarios (fases 2, 3 y 4) y la comparación de los resultados (tiempos de carga para cada operario), se obtienen los siguientes ahorros para la reasignación de tareas establecida (tabla 1.3):

Tabla 1.3 Comparativa entre la situación actual y la mejora propuesta

Situación Actual		Situación de Mejora		Ahorros					
Nº operarios:	4	Nº operarios:	4	Nº operarios:	4	0%			
Duración Cambio To:	10296	2:51:36	Duración Cambio To:	5084	1:24:36	Ahorro To:	5212	1:27:00	50,62%
Tiempo Perdido (x4):	8707	2:25:12	Tiempo Perdido:	0	0	Ahorro Tp:	-		
Tiempo Normal:	121,72	2:01:48	Tiempo Normal:	68,77	1:09:00	Ahorro Tn:	52,95	0:52:57	43,50%
Tiempo Óptimo:	91,29	1:31:12	Tiempo Óptimo:	51,58	0:51:36	Ahorro Top:	39,71	0:39:43	43,50%

Realizado el análisis, los pasos necesarios para la puesta en marcha de las mejoras:

1. Convocar al equipo de mecánicos para explicar la nueva organización de tareas.

2. Una vez explicada la nueva organización, hacer una prueba piloto del nuevo método. Para ello se volverá a grabar en vídeo.
3. Análisis del vídeo para analizar los posibles problemas que hayan surgido y solucionarlos.
4. Definición del método y tiempo definitivo.
5. Documentación del método (gamas de montaje). Seguimiento.

Como mejoras técnicas que faciliten el desempeño de las nuevas tareas:

- Emplear herramientas neumáticas o eléctricas.
- Reducir la tornillería de los utillajes.
- Estandarizar piezas, tales como estrellas de paso.
- Operaciones realizadas en máquina parada que se puedan hacer en máquina en marcha.

Ante la cantidad de tiempo perdida por los operarios 3 y 4, el equipo de trabajo planteó una nueva solución a la empresa AC, de modo que se reducía el nº de operarios en la línea de fabricación (tabla 1.4):

Tabla 1.4 Comparativa entre la situación actual y la mejora propuesta con solo 2 operarios

Situación Actual		Situación de Mejora		Ahorros		
Nº operarios:	4	Nº operarios:	2	Nº operarios:	2	0%
Duración Cambio To:	10296 2:51:36	Duración Cambio To:	10371 2:52:52	Ahorro To:	-75 0:01:15	-0,73%
Tiempo Perdido (x4):	8707 2:25:12	Tiempo Perdido (x2):	377 0	Ahorro Tp:	8330 2:18:50	95,67%
Tiempo Normal:	121,72 2:01:48	Tiempo Normal (5%):	148,1 2:28:09	Ahorro Tn:	-26,38 0:26:23	-21,67%
Tiempo Optimo:	91,29 1:31:12	Tiempo Optimo:	111,07 1:51:08	Ahorro Top:	-19,78 0:19:47	-21,67%

Con esta solución se conseguían los siguiente beneficios:

- Liberar a 2 operarios para que realicen otros cambios o labores.
- Incrementar la flexibilidad del equipo de mecánicos y nivelar el número de operarios en el turno.
- Racionalizar la carga de trabajo, incrementado el tiempo de valor añadido y minimizando en un 95,67% el tiempo perdido.
- Si se compara el tiempo normal con el tiempo obtenido en el vídeo se observa gran reducción de tiempo pasando de 2:51:36 a 2:28:09 en cada ciclo.

Tabla 1.5 Comparativa entre las mejoras propuestas

COMPARATIVA DE SITUACIONES			
4 Operarios		2 Operarios	
Duración Cambio:	1,413 h	Duración Cambio:	2,881 h
Nº operarios:	4 op	Nº operarios:	2 op
Coste hora:	30,08 €/h	Coste hora:	30,08 €/h
Coste Total:	170,01 €	Coste Total:	173,32 €
AHORROS			
Ahorro conseguido = 173,32 - 170,01 = 3,31 €. Es un ahorro del 2%.			
Ahora bien, si la línea 5 ha cambiado, aproximadamente, 132 veces en el año 09 obtenemos un ahorro de (3,31€*132) 436,92 €			

Comparando las dos soluciones propuestas a la empresa AC, se observa que se consigue un ahorro del 2% en el coste del cambio si éste se realiza entre 4 operarios en lugar de entre 2 operarios y el ahorro en tiempo (comparando entre ambos valores obtenidos) de un 104%, obteniendo mayor disponibilidad de la línea y operarios.

1.3 Recomendaciones de actuación para AC

Las técnicas SMED (cambio rápido de herramientas-máquinas) reducen drásticamente el tiempo de preparación, diseñando procedimientos correctos y más eficientes, mejorando útiles, reduciendo las operaciones con la máquina parada. Es de vital importancia el reducir los cambios de máquinas, para hacer rentables los lotes de fabricación pequeños.

Las propuestas para conseguirlo son las siguientes:

- a- Crear un procedimiento estándar de cambio de máquina para poder asignar un tiempo estándar y que se opere siempre de la misma manera.
- b- Crear un sistema avisador para que el técnico de calidad esté justo a tiempo en la línea en la que se está produciendo el cambio.
- c- Unificar útiles y herramientas.
- d- Hacer todas las tareas que sea posible durante máquina en marcha.
- e- Capacitar a los operarios como mecánicos y no depender tanto del mantenimiento.
- f- Para cada dimensión de alturas, diámetros, etc., contar un útiles de precisión como plantillas y topes que agilicen las tareas de ajuste.

El bajo rendimientos de las máquinas son una consecuencia del deficiente cambio de formato y metodología de ajuste, por lo que mejorando la preparación de la línea teniendo un inicio y un fin claramente definido y que las paradas de la máquina, terminada la preparación, sean provocadas por averías no como consecuencia de un mal ajuste de las máquinas.

Y por último, la Implantación de un sistema de control de la productividad. Además de diseñar procesos y útiles para mejorar los procesos productivos, se deben diseñar herramientas que nos permitan controlar que esos medios se están utilizando correctamente. Esta herramienta es el control de la productividad en las preparaciones y cuando la máquina está en marcha (los operarios de la línea son los que deben solucionar estos problemas), para comprobar que los operarios realizan su trabajo correctamente. Conocida la productividad a partir de su control, se debería establecer un Sistema de Incentivos.

1.4 Conclusiones

AC es una empresa cuyos procesos dependen del alto grado de aprovechamiento (ocupación) de las líneas de fabricación. La consecución de una alta productividad en el estudio llevado a cabo depende de una variable (la capacidad nominal de la línea de producción) y el análisis de las causas que influyen en sus desviaciones. El estudio realizado con la captura de la actividad (tiempos activos e inactivos de la maquinaria), registrando momentos y causas de la interrupción ha permitido a la empresa AC reducir tiempos de máquinas paradas con motivo de la realización de cambios y ajustes de formatos permitiendo tener mayor capacidad de adaptar sus líneas de fabricación a la demanda de los clientes. Líneas claras de actuación que la dirección de la empresa debe complementar con políticas adecuadas y alineadas con la gestión comercial, de compras gestión logística y del resto de procesos de soporte.

Los resultados del proyecto ejecutado (incremento de la flexibilidad de producción) se verán plenamente desarrollados si además se establece el compromiso de la dirección de AC de implementar un sistema de incentivos basado en el desempeño de los trabajadores, el aumento de la disponibilidad de las líneas y la flexibilidad de los trabajadores.

1.5 Bibliografía

- Davood S (2010) SMED (Single Minute Exchange of Dies) Or Quick Changeover. Consultado noviembre 2010, <http://wizact.persianguig.com/document/SMED>
- Llorens FJ, Molina LM, Verdú AJ (2005) Flexibility of manufacturing systems, strategic change and performance. *International Journal of Production Economics*, 98(3): 274-302
- Shingo S (1990) Una revolución en la producción: El sistema SMED. *Tecnologías de Gerencia y Producción*
- Van Goubergen D, Van Landeghem H (2002) Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 18:205-220