

# IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA SMED EN UN PROCESO DE IMPRESIÓN FLEXOGRÁFICA

Freddy Sarango Martínez<sup>1</sup>, Jorge Abad Morán<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Ingeniero Industrial 2001

<sup>2</sup>Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1995, Maestría Inglaterra, Universidad Cranfield, 1997, Maestría Inglaterra, Universidad Umist, 1998. Profesor de ESPOL desde 1998.

## RESUMEN

El presente trabajo consiste en la implantación del Sistema SMED, proveniente de la palabra inglesa "Single-Minute Exchange of Die", en el área de impresión flexográfica de película de polietileno de la empresa Expoplast C.A., teniendo como finalidad utilizar la teoría y técnicas del SMED para realizar las operaciones de cambios de trabajo en menos de diez minutos. Aunque no cada cambio de trabajo en particular pueda literalmente completarse en menos de diez minutos son usualmente posibles dramáticas reducciones de tiempo.

Uno de los problemas que mayormente se presenta en las industrias se relaciona con la producción diversificada en lotes pequeños, lo cual produce frecuentes cambios de trabajo ocasionando una disminución en la capacidad instalada de la fábrica. Este efecto es crítico cuando se trata de un cuello de botella o cuando la línea de producción se encuentra balanceada. La reducción de los tiempos de preparación en maquinarias es la clave para reducir los cuellos de botella, reducir los costes y mejorar la calidad de los productos.

Previo a la aplicación del SMED es necesario hacer un estudio de tiempos, para conocer el estándar actual; y, poder compararlo con el que se va a obtener después del SMED, cuantificando de esta manera uno de los beneficios de esta técnica. Luego de la implantación SMED se medirá su eficacia con la presentación de resultados; y, las respectivas conclusiones y recomendaciones para el óptimo funcionamiento del sistema implantado.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se basa en la implantación del Sistema SMED en el Proceso de Impresión Flexográfico de la Compañía Expoplast C.A., antes de desarrollar los principios SMED en el proceso seleccionado es necesario aplicar un estudio de tiempos con la finalidad de conocer el estándar actual y poderlo comparar con el obtenido una vez implantado el SMED, demostrando los beneficios integrales de éste sistema de mejora continua.

El contenido de la tesis describe los lineamientos seguidos para implantar el Sistema SMED en el proceso de impresión flexográfico perteneciente a la línea de película de polietileno, describiendo de antemano los demás procesos del área de producción. Se inicia con la revisión de los fundamentos teóricos para la aplicación del estudio de tiempos y el SMED en el área de implantación. Luego se continua con el análisis de los resultados obtenidos al realizar el estudio de tiempos e implantar el SMED, comprobando las mejoras alcanzadas. Finalmente, se presenta las conclusiones y las recomendaciones de la tesis.

## CONTENIDO

### 1. ANALISIS DE LA COMPAÑIA EXPOPLAST C.A.

#### 1.1 Reseña histórica

##### 1.1.1 Historia del plástico.

La historia del plástico se remonta a 1862, cuando en la Gran Feria Internacional de Londres, Alexander Parkers mostró su descubrimiento de un material orgánico derivado de la celulosa, que sometido al calor podía ser moldeado de múltiples formas y, una vez enfriado, mantenía la estructura que se le había dado. En 1869, John W. Hyatt, desarrolló el *Celuloide*. Luego, en 1891, Louis Bernigaut, descubrió el *Rayón*. Poco después, en 1900, el científico suizo Jacques E. Brandenberger descubrió la *Viscosa*. Algunos años más tarde, en 1907, un químico neoyorquino, Leo H. Baekeland desarrolló la *Bakelita*. En los años 20, Waldo Semon, de B.F. Goodrich, descubrió el PVC.

En los laboratorios de Dow Chemical, en 1933, Ralph Wiley, desarrolló accidentalmente el *Saran*. Más adelante, en 1938, Roy Plunkett, de Dupont, descubrió el *Teflón*. Por esta misma época, químicos de la Imperial Chemical Industries, E. W. Fawcett y R. O. Gibson, desarrollaron el *Polietileno*. George de Maestral, ingeniero suizo, a partir del Nylon, desarrolló, en 1957, el *Velcro*. (*Tecnología del Plástico, Octubre/Noviembre 1999*).

### 1.1.2 Historia de la Compañía.

El 2 de Abril de 1987, el Grupo Wong adquiere la empresa de plásticos Plantagro S.A. y le cambia el nombre a Proveedorora Agroproinvest C.A. El 18 de Enero de 1993, cambia su razón social a Plásticos de Exportación, Expoplast C.A.; y, en 1998 pasa a formar parte de la Holding Favorita Fruit Co., que nace de la unión entre el Grupo Wong y la institución financiera Británica Commonwealth Development Corporation (CDC). **Manual de Calidad de la Compañía Expoplast C.A., 2000**

Durante Diciembre de 1999 Expoplast C.A., adquiere la certificación ISO 9002 para fabricar y comercializar empaques flexibles y etiquetas autoadhesivas, otorgado por la SGS.

## 1.2 Apreciación Global de la Empresa.

La actividad principal de la Compañía Expoplast C.A., es fabricar y comercializar empaques flexibles y etiquetas autoadhesivas. La empresa está afiliada a la Flexographic Technical Association (FTA) y a la Flexible Packaging Association (FPA) de Estados Unidos de Norteamérica, que le permite mantenerse actualizada con la tecnología y estándares de calidad internacionales. Además a la Cámara de Industrias de Guayaquil y a la Asociación Ecuatoriana del Plástico (ASEPLAS). La empresa Expoplast C. A., produce y comercializa empaques plásticos en monocapa y multicapa, utilizando polietileno de baja y alta densidad, así como etiquetas autoadhesivas, producción dirigida a las empresas del grupo, como a otras empresas de la industria y comercio del Ecuador, con una capacidad instalada para producir, anualmente, 4.000 toneladas métricas de empaques plásticos y 180 toneladas métricas de etiquetas.

La planta industrial se localiza al norte de la ciudad, a la altura del Km. 14,5 de la vía a Daule, en los límites jurisdiccionales de la parroquia Tarqui, al norte de los parques industriales Inmaconsa y El Sauce. Las instalaciones de Expoplast-Favorita Fruit Corp., se componen de dos naves industriales, el bloque administrativo adosado a una de las naves, y áreas para bodega de materiales, estacionamiento y maniobras de carga-descarga. La orientación del emplazamiento industrial está diseñado en dirección Noreste-Suroeste. El área de implantación es de 9.520 m<sup>2</sup>.

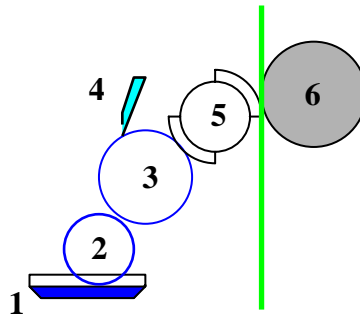
## 1.3 Proceso de Fabricación.

### 1.3.1 Proceso de Extrusión.

El proceso de extrusión es el primero en la fabricación de empaques plásticos a partir del polietileno y es aquí donde ingresa el 100% de la materia prima o resina en forma de gránulos. Los plásticos, debido a su propiedad de ablandarse ante el calor se dividen en dos grupos: Termoplásticos y Termoestables. **Los termoplásticos son los que requieren calor para poder darles una forma, y después de enfriados se les puede volver a calentar y darle otra forma. Los termoestables son los que se ablandan solo una vez por efecto del calor. Si se les aplica calor nuevamente, se descomponen.**

### 1.3.2 Proceso de Impresión.

El proceso flexográfico es un método de impresión directo, que se basa en la transferencia de tinta de un sustrato a otro. En un cilindro metálico se coloca una plancha de caucho o foto polímero (clisé), el cual toma tinta de un rodillo de dosificación (anilox) y la transmite posteriormente a un sustrato. Por cada vuelta que da el rodillo con la plancha, se produce una imagen completa sobre el sustrato. El sistema que utiliza la flexografía para la transferencia de la tinta es relativamente sencillo. A continuación se describe brevemente:



**FIGURA 1.1. SISTEMA DE ENTINTADO EN FLEXOGRAFÍA**

1. *Bandeja*: En ella se encuentra la tinta que deseamos imprimir.
2. *Rodillo de caucho*: Al girar toma tinta de la bandeja, a la vez que la transporta al anilox. También es conocido como rodillo entintador.
3. *Rodillo dosificador*: Rodillo metálico tramado y cubierto con cromo o con cerámica. Por el espacio que queda entre este y el rodillo de caucho o la cuchilla (doctor blade), se determina la cantidad de tinta que se depositará sobre el clisé, y finalmente sobre el sustrato. Se lo conoce también como rodillo anilox.
4. *Doctor blade*: Cuchilla metálica o plástica que elimina el exceso de tinta que pasa al anilox. También se la conoce como rasqueta.
5. *Rodillo porta-clisé*: Cilindro metálico sobre el cual se “montan” los clisés. Durante el proceso de impresión, la parte en alto relieve de la plancha montada sobre el rodillo porta-clisé recibe la tinta de la superficie del anilox y la transmite al material a imprimirse.
6. *Rodillo de soporte*: Sobre este se desliza el sustrato o material a imprimirse. Sirve de apoyo al mismo, al momento de recibir la presión del clisé. Su tamaño depende del tipo de prensa que se este usando. Se lo llama también rodillo de impresión.

### 1.3.3 Proceso de corte.

El material que sale de extrusión y el que pasa por impresión en ocasiones es más ancho que el solicitado por el cliente, esto debido a que se aprovecha al máximo el ancho que puede soplar la extrusora y que puede imprimir la impresora. Este material se corta a la medida correcta y se saca tiras laterales a fin de darle una buena presentación.

### 1.3.4 Proceso de conversión o sellado.

Existen dos métodos, por *sello lateral* y por *sello al fondo*. En el proceso del sello lateral, una lámina doblada o una película tubular se sella con una barra de hierro calentada a dos veces la temperatura de fusión nominal de la resina con que está hecha la película. El sello se forma cuando la barra de sellado cae sobre la película, la comprime y corta. En el proceso de sellado de fondo se utiliza películas tubulares. Se realiza el sellado cuando las dos caras de un tubo se comprimen a una presión y temperatura que es aproximadamente la temperatura de fusión del polímero en un tiempo determinado (tiempo de contacto). El sello se forma cuando la barra presiona sobre las capas de plástico.

### 1.3.5 Proceso de Perforado.

El operador previo a comenzar el proceso ajusta la máquina para las medidas requeridas y ubica los rollos que va a perforar en el porta rollos el cual esta conformado por cinco ejes o rodillos desbobinadores. Asegura los extremos con unos topes, evitando con esto que la película plástica se desalinie en el momento de desbobinar. Una vez que se ajusta la máquina para el trabajo, el Operador procede a cortar las fundas con un cuchillo en forma manual desde la estrella envolvente y las coloca sobre una mesa. Una vez en la mesa, el Ayudante de operación coge cien fundas y las pasa por debajo de una barra perforadora, acciona la botonera de marcha y empieza a perforar.

## 2. ESTUDIO DE TIEMPOS

### 2.1 Definición de Estudio de Tiempos.

Se define como el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables. (**Harold Maynard, 1996**).

### 2.2 Equipos para el Estudio de Tiempos.

*Harold Maynard, recomienda los siguientes equipos:*

1. Cronómetro para estudio de tiempos.
2. Tablero de apoyo con sujetador.
3. Formato para el estudio de tiempos.
4. Lápiz y borrador.
5. Cinta métrica, regla o micrómetro.
6. Calculadora o computadora personal.

### 2.3 Procedimiento general para un estudio de tiempos.

Los pasos a seguir para obtención de un estándar de tiempo confiable, se presentan más adelante en el análisis de resultados.

## 3. SISTEMA SMED

### 3.1 Fundamentos del SMED

#### 3.1.1 Historia del SMED

El sistema SMED fue descubierto por el Ingeniero Mecánico Shigeo Shingo de la Japan Management Association, en el año de 1950, cuando analizando los trabajos de prensa en Toyo Kogyo, percibe que una operación de cambio de trabajo ésta compuesta de preparación interna o cambio de trabajo interno (CTI) y preparación externa o cambio de trabajo externo (CTE). Al clasificar la secuencia de actividades pertenecientes al cambio de trabajo en CTI y CTE, logró un porcentaje de eficiencia del 50% en la máquina, eliminando con esto cuellos de botellas generados por acumulación de lotes entrantes del proceso anterior, luego perfecciono la técnica hasta lograr cambios en tan solo minutos. El Sistema SMED es una aproximación científica a la reducción del tiempo de preparación que puede ser aplicado en cualquier fábrica y a cualquier máquina.

#### 3.1.2 Pasos Básicos en el procedimiento de preparación

Se analiza el contenido de las etapas conceptuales para la aplicación del sistema SMED cuando se presenten los resultados obtenidos.

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

### 4.1 Reunión de apertura para el estudio de tiempos

El 17 de Marzo de 1999, se efectuó la reunión de apertura para la realización del estudio de tiempos; y, en ella se detalla todo lo concerniente acerca de la técnica, contestando preguntas y aceptando sugerencias. La reunión fue precedida por el Observador de Tiempos con presencia del personal de producción implicado.

### 4.2 Instructivo para estudio de tiempos

#### 4.2.1 Selección del operario

La selección se realizó escogiendo una terna de operadores del proceso en estudio, luego basándonos en el Sistema de calificación Westinghouse se obtuvo los siguientes resultados:

**TABLA I**  
**SELECCIÓN DEL OPERADOR SEGÚN NIVEL DE DESEMPEÑO**

Factores	Operador A		Operador B		Operador C	
Habilidad	C1	+0.06	B1	+0.11	B2	+0.08
Empeño	C2	+0.02	B1	+0.10	C1	+0.05
Condiciones	D	0.00	D	0.00	D	0.00
Consistencia	E	-0.02	F	-0.04	D	0.00
<b>Suma total</b>		<b>+0.06</b>		<b>+0.17</b>		<b>+0.13</b>
<b>Factor de actuación</b>		<b>1.06</b>		<b>1.17</b>		<b>1.13</b>

La técnica indica que el operario que permitirá obtener un estudio más satisfactorio es aquel considerado de tipo medio o el que está más arriba del promedio, según lo presentado en la Tabla I, aquel que se asemeja a esta descripción es el Operador C, quien se evidenció tiene un estilo consistente y sistemático al realizar la preparación de cambio de trabajo.

#### **4.2.2 Verificar el método, equipo, calidad y condiciones**

Se verifica que todos los elementos que intervienen en cada cambio o ciclo de trabajo, estén en óptimas condiciones, entre estos elementos se incluyen las herramientas de mano, insumos utilizados, las carretas transportadoras, implementos de seguridad industrial; y, el orden y limpieza del área de trabajo.

#### **4.2.3 Registro de Información significativa**

Se anota toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, planillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del Observador de tiempos.

#### **4.2.4 Desglosar el ciclo de trabajo en sus diferentes actividades**

A continuación se describe las actividades constantes en cada ciclo de trabajo y su respectivo punto terminal entre paréntesis.

1. Bajar tintas de tinas.  
(Cerrar llave)
2. Retirar y limpiar mangueras, subir cabezales de bombas.  
(Enganchar cabezal en el manubrio)
3. Retirar y limpiar tinas.  
(Sacarse guantes de neopreno)
4. Limpiar bombas y depósitos de tintas.  
(Dejar depósitos sobre plataforma)
5. Abrir estaciones de cilindros porta clisé.  
(Dejar pistola neumática)
6. Desmontar cilindros y retirar piñones.  
(Dejar piñones a un costado)
7. Limpiar cilindros porta clisé.  
(Desechar wipe)
8. Dejar cilindros en cuarto de montaje y traer nuevos.  
(Regresar con carreta transportadora)
9. Colocar piñones y montar cilindros a máquina.  
(Dejar botonera del sistema de polipasto)
10. Cerrar estaciones de cilindros porta clisé.  
(Dejar pistola neumática)
11. Colocar mangueras y bajar cabezales de bomba.  
(Bajar tapa del depósito)
12. Subir tintas a tinas.  
(Abrir tapa de tina cualquiera)
13. Sacar prueba.  
(Parar la máquina)
14. Registrar colores.  
(Dejar llave en ropero)
15. Aprobación de Control de Calidad.  
(Encender máquina)

#### **4.2.5 Recolectar los tiempos que se obtienen en cada ciclo de trabajo**

Se procede a obtener los tiempos utilizando el método continuo de lectura de cronómetro. La unidad de tiempo, utilizado para los datos obtenidos y los cálculos efectuados en el estudio, está dada en horas. Los tiempos obtenidos son presentados en el APÉNDICE A al final del reporte.

#### **4.2.6 Obtención de la muestra representativa**

Tomando en consideración que el tiempo estimable utilizado para realizar un cambio de trabajo en la máquina de impresión flexográfica es mayor a cuatro

horas, valor obtenido por observación previa a la realización del estudio y en base a la sugerencia dada por el operador en cuanto a su experiencia en el área de trabajo, se recomienda según lo tabulado por la General Electric Co., que el número de ciclos ha estudiarse para la obtención del tiempo estándar actual sea de a lo sumo 15 ciclos.

#### 4.2.7 Aplicar el factor de calificación de la actuación del operador

Debido a que los elementos que conforman la operación de cambio de trabajo son largos y comprenden movimientos manuales diversos se procede a evaluar la ejecución de cada elemento tal como ocurre en el estudio. Se asigna los valores numéricos equivalentes en cuanto a la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando su suma a la unidad, estos valores figuran en el formato para estudio de tiempos.

#### 4.2.8 Aplicar la tolerancia

Se aplica la tolerancia, por muestreo de trabajo, al tiempo nivelado o tiempo base, asignando los siguientes porcentajes: Necesidades personales 5 %, Fatiga 3 % y Demoras varias 4 % obteniendo un total de 12 %.

### 4.3 Cálculo del estudio

- Se procede a restar a cada lectura del cronómetro la precedente, obteniendo así el tiempo transcurrido, esto se anota en la columna "T" con color rojo. Este procedimiento se sigue en todo el estudio, restando cada lectura de la siguiente.
- Todo elemento que se haya escapado o haya sido omitido por el observador ha sido señalado escribiendo una "E" en la columna "L", el valor omitido y el que le sigue no han sido tomados en cuenta en el cálculo del estudio, ya que el valor restado incluirá el tiempo de ejecución de ambos elementos.
- El tiempo correspondiente a los elementos extraños detectados durante el estudio se resta al tiempo de ciclo del elemento en que ocurrió. El tiempo de los elementos extraños se obtienen sustrayendo de la superior la lectura inferior en la casilla "L" de la sección de elementos extraños según consta al final del reporte.
- El factor promedio de calificación del operario es de 1.26 para todo el estudio.

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL SISTEMA SMED

### 5.1 Reunión previa a la implantación del sistema SMED

El 14 de Agosto de 2000, se efectuó la reunión de apertura para la implantación del sistema SMED con la presencia de jefes y operadores de producción. La reunión tuvo dos horas de duración y en la misma se explicó los beneficios de adoptar el SMED como un sistema de mejora continua para reducir los tiempos de preparación, eliminar los cuellos de botella, reducir los costes; y, mejorar la calidad de los productos como factores claves para desarrollar una posición industrial competitiva.

### 5.2 Aplicación del sistema SMED

#### 5.2.1 Etapa preliminar: No están diferenciadas las preparaciones internas y externas

A continuación se mencionan algunas causas por las que se incurrían en pérdidas de tiempo durante la ejecución del cambio de trabajo:

- Los rollos plásticos con tratamiento del proceso anterior se transportaban al lote de producto en proceso por imprimirse, después de terminar el lote anterior y con la máquina detenida.
- Las tintas y mezcla de solventes, por ejemplo, se entregaban después de que la preparación interna comenzaba, o un clisé defectuoso se descubría tras el montaje y pruebas. Como en el caso anterior, la pérdida de tiempo innecesaria se podía producir después del proceso, las partes que ya no se necesitaban, por ejemplo, los rodillos porta clisé eran transportados al cuarto de montaje con la máquina impresora sin funcionar.

#### 5.2.2 Primera etapa: Separación de las preparaciones internas y externas

La separación de estos dos tipos de preparación ha sido el pasaporte para implantar el sistema SMED en el área de impresión flexográfica.

### **Empleo de una lista de comprobación**

Se debe realizar una lista de comprobación para asegurar que no existan errores en las condiciones de preparación de cambio de trabajo, con esto se evita muchos errores y pruebas que incurren en pérdidas de tiempo. Se empleó como lista de comprobación la secuencia de actividades que conforman un cambio de trabajo. Ver Tabla II.

**TABLA II**  
**LISTA DE COMPROBACIÓN PARA LA PREPARACIÓN INTERNA Y EXTERNA EN UN CAMBIO DE TRABAJO**

<b>Preparación interna</b>	<b>Preparación externa</b>
Bajar tintas de tinas	Sacar prueba
Retirar y limpiar mangueras, subir cabezales de bombas	Registrar colores
Retirar y limpiar tinas	
Limpiar bombas y depósitos de tintas	
Abrir estaciones de cilindros porta clisé	
Desmontar cilindros y retirar piñones	
Limpiar cilindros porta clisé	
Dejar cilindros en cuarto de montaje y traer nuevos	
Colocar piñones y montar cilindros a máquina	
Cerrar estaciones de cilindros porta clisé	
Colocar mangueras y bajar cabezales de bomba	
Subir tintas a tinas	
Aprobación de Control de Calidad	

### **5.2.3 Segunda etapa: Convertir la preparación interna en externa**

La conversión de la preparación interna en externa es fundamental para lograr la reducción drástica de los tiempos de preparación de maquinaria en cambios de trabajo. Se logró mejoras al convertir actividades de preparación interna tales como limpieza de accesorios, transporte de cilindros porta clisé, ajuste de máquina y aprobación de control de calidad en actividades ejecutadas en preparación externa, la reducción de tiempo fue del 62 % del tiempo tomado como estándar antes del SMED fijado en 5 horas con 19 minutos.

### **5.2.4 Tercera etapa: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación**

Las técnicas utilizadas para lograr mejoras sustanciales en la preparación interna fueron: La estandarización de operaciones de preparación y la técnica de implementar operaciones en paralelo. Luego de perfeccionar las actividades individuales con las técnicas anteriormente descritas, el tiempo de preparación se redujo drásticamente en comparación con el tiempo tomando antes de comenzar con la aplicación del SMED, la TABLA III, muestra las reducciones alcanzadas comparando los tiempos antes y después de implantar el SMED.

**TABLA III**  
**REDUCCIONES DE TIEMPO ALCANZADAS AL IMPLANTAR EL SISTEMA SMED EN EL PROCESO SELECCIONADO (6)**

<b>Nº</b>	<b>Operador</b>	<b>Ayudante</b>	<b>Antes mejoras</b>	<b>Después mejoras</b>
1	Bajar y subir tintas de tinas exteriores.	Bajar y subir tintas de tinas interiores.	17 min.	6 mi
2		Subir y bajar cabezales de bomba.	9 min.	3 mi
3	Retirar tinas exteriores.	Retirar tinas interiores.	10 min.	5 mi
4	Abrir y cerrar estaciones de cilindros porta clisé exteriores.	Abrir y cerrar estaciones de cilindros porta clisé interiores.	31 min.	15 mi
5	Colocar mangueras hacia tinas y depósitos de tinta exteriores.	Colocar mangueras hacia tinas y depósitos de tinta interiores.	7 min.	4 mi
6	Montaje y desmontaje de cilindros porta clisé en máquina.		18 min.	12 mi
7	Colocar piñones de sujeción en cilindros porta clisé.		10 min.	7 mi
8	Limpieza de accesorios		93 min.	0 mi
9	Transporte de cilindros.		6 min.	0 mi
10	Ajuste de máquina.		68 min.	21 mi
11	Solicitar aprobaciones de trabajos.		50 min.	13 mi
<b>TOTAL:</b>			<b>319 min.</b>	<b>86 mi</b>

Al finalizar la implantación del sistema SMED en el área seleccionada, el tiempo estándar actual para un cambio de trabajo en la máquina de impresión flexográfica se fijó en 1 hora con 26 minutos, lo cual representa aproximadamente el 75 % de la reducción del tiempo tomado como estándar antes de la implantación del SMED.

### 5.3 Efectos encontrados al aplicar el SMED

Como resultado de los cambios, se observan los siguientes efectos:

- Antes de las mejoras, un empleado tardaba 5 horas con 19 minutos para realizar un cambio de trabajo. Después de las mejoras, dos trabajadores tardan 1 hora con 26 minutos con lo que, por cada cambio de trabajo efectuado, se ganan 3 horas con 53 minutos por máquina en proceso, lo cual representa el 144 % de incremento en la producción traducido en 605.3 Kg de material impreso, conociendo que la máquina flexográfica imprime a razón de 156 Kg/h.
- El desarrollo de las actividades en paralelo mejoró los tiempos de preparación, al contar con dos operarios uno a cada lado de la máquina estos ya no tienen que moverse de un lado a otro, lo cual disminuye la fatiga y eleva la productividad.
- Al permitir la disminución del tamaño de los lotes y, por tanto, del tiempo de fabricación, se posibilitó reducciones importantes del nivel de inventarios, a la vez que se otorgó mayor flexibilidad a la empresa para adaptar la producción a las fluctuaciones y modificaciones de la demanda.

El costo total utilizado para la implantación del sistema SMED en el área seleccionada fue de 918,96 dólares, inversión que generó ingresos a la empresa con utilidades promedio de 1.210,6 dólares por cambio de trabajo.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

1. El área de impresión flexográfica de película de polietileno de la empresa Expoplast C.A., antes de la implantación del SMED no contaba con un Sistema de Producción que minimice los tiempos improductivos en cada cambio de trabajo y maximice la capacidad instalada de la máquina utilizada en el proceso.
2. El método utilizado para la preparación de un nuevo trabajo no tenía una planificación adecuada, por lo que se desconocía el tiempo estándar requerido para un cambio de trabajo.
3. Actualmente las funciones y responsabilidades de los empleados, así como los procesos productivos se encuentran formalmente definidos y debidamente documentados mediante procedimientos, instrucciones de trabajo y formatos de control pertenecientes al sistema de calidad ISO 9000, considerándose este un sistema flexible pero no de mejora continua.
4. Los beneficios del SMED se lograron alcanzar tras el análisis de las operaciones de preparación y la identificación de las cuatro etapas conceptuales: primero, no se distingue entre preparación interna y externa; después se distingue entre preparación interna y externa; posteriormente, el proceso de preparación interna se convierte en preparación externa, y al final todos los aspectos del proceso de cambios de trabajo se perfeccionan.
5. Antes del SMED el personal de impresión flexográfica debía tener varios años de experiencia en el ramo, por lo que la posibilidad de enrolar a personal inexperto en el área era casi nula. Luego de las mejoras SMED cualquier persona sin experiencia pero capacitada en la secuencia de actividades que conforma un cambio de trabajo puede desempeñarse sin problema en el área.
6. Las reuniones de apertura antes de comenzar con la aplicación de la técnica de estudio de tiempos y la implantación del SMED, constituyeron la base fundamental para concientizar al personal involucrado, como factor clave en la consecución de los objetivos deseados.
7. Previo a la implantación del Sistema SMED se realizó un estudio de tiempos, tomando quince ciclos para la obtención del tiempo estándar para un cambio de trabajo completo, el cual quedó fijado en 5 horas con 19 minutos, lo cual indica que el 66 % del tiempo disponible en un turno de trabajo de 8 horas, es tiempo no productivo de la máquina.
8. El método de calificación utilizado en la tesis para el estudio de tiempos fue el Sistema Westinghouse por ser uno de los más antiguos y completos. Esta técnica



ayudó a evaluar la actuación del operario en cuanto a la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia en la selección del mismo y para calificarlo en el desarrollo de cada actividad que conforma un ciclo o cambio de trabajo.

9. Para el estudio de tiempos se seleccionó al operario de tipo medio, él mismo que al realizar el trabajo en forma consistente y sistemática evitó ejecutar las actividades fuera de orden. Con esto se garantizó la obtención de un estándar de tiempo confiable y justo, sin presión para el operador en el cumplimiento de un cambio de trabajo, ni atrasos en los plazos de fabricación establecidos por la empresa.
10. Al existir tan solo una máquina impresora en el área seleccionada, se identificó a esta sección del proceso como un cuello de botella, ya que los lotes entrantes desde extrusión no podían ser procesados a tiempo para ser entregados a la siguiente sección, debido a la limitada capacidad instalada de la máquina flexográfica y por las constantes pérdidas de tiempo incurridas en los cambios de trabajo.
11. Al implementar el Sistema SMED se logró la reducción de aproximadamente del 75 % del tiempo tomado como estándar, por lo que el tiempo estándar actual para un cambio de trabajo quedó fijado en 1 hora con 26 minutos, repercutiendo en un aumento en la capacidad instalada de la máquina de 605.3 Kg y ventas de 1.210,6 dólares por cambio de trabajo, considerando un precio de venta referencial de 2 dólares por Kg de material impreso.
12. La implantación del SMED en el proceso seleccionado se tomó como programa piloto y los resultados alcanzados permitieron la disminución del tamaño de los lotes y, por tanto, del tiempo de fabricación. Además, se posibilitó en un semestre reducir el nivel de inventarios en un 70 % y aumentar la productividad de la máquina en un 144 %. Con esto, se otorgó mayor flexibilidad a la empresa para adaptar la producción de empaques impresos a las fluctuaciones y modificaciones de la demanda.
13. El costo para la implantación del Sistema SMED fue de 918,96 dólares, esta inversión fue recuperada durante el primer mes de implantación y este gasto no se lo considera representativo en comparación con las ganancias presentes y futuras.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

1. El proceso estudiado en esta tesis fue el de impresión flexográfico de película de polietileno. Sin embargo un futuro estudio debería abarcar las otras secciones del área de producción, con la finalidad de lograr una línea de producción balanceada y flexible que se adapte a las fluctuaciones de la demanda, proyectando su alcance hacia la apertura de otros sistemas de producción como el Justo a Tiempo.
2. Se debe capacitar constantemente al personal de impresión flexográfico, para lograr una óptima planificación y coordinación de las actividades que debe ejecutar cada trabajador en un cambio de trabajo, manteniendo de esta forma el tiempo estándar actual.
3. Expoplast C.A., al contar con la certificación ISO 9000 como un sistema de calidad flexible, debe utilizar el sistema SMED como alternativa para ir mejorando continuamente el método de trabajo en las secciones del proceso, ganando la confiabilidad de los clientes al proporcionar productos de calidad, con precios de venta competitivos y con tiempos de entrega exactos.
4. Se recomienda disponer de un trabajador adicional durante cada cambio de trabajo para lograr las operaciones en paralelo, este podría ser cualquier persona del personal de planta no necesariamente con experiencia en el ramo, pero sí capacitado y entrenado en las actividades que debe realizar durante la preparación de la máquina.
5. Se debe dar más confianza a los trabajadores mejorando la comunicación y relación entre jefe-empleado y empleado-empleado. Además se debe lograr transformar en fortalezas las debilidades traducidas en políticas en cuanto a prohibiciones a los trabajadores.
6. La Superintendencia de Producción debe mantener reuniones periódicas con el personal involucrado, en las que se acepten sugerencias y se haga conocer los beneficios obtenidos con la implantación del SMED.
7. El Supervisor de Producción cada tres meses debe realizar un estudio de tiempos en el área de implantación, para revisar el método durante el cambio de trabajo,

con lo anterior debe mejorar o mantener el tiempo estándar fijado después del SMED.

8. Durante la toma de tiempos el Supervisor de Producción deberá colocarse a una distancia prudente con respecto al operario, de manera que no lo distraiga e interfiera en su trabajo. Además, se recomienda que durante el estudio se evite toda conversación entre ambos, ya que esto alteraría la secuencia de actividades que se debe cumplir durante el cambio de trabajo y repercutiría en la obtención de un estándar de tiempo equivocado.
9. La capacidad instalada de la máquina impresora podría a futuro incrementarse si se reduce aún más el tiempo en cambios de trabajo, esto podría lograrse acortando la longitud de las mangueras previo un rediseño del interior de las tinas para lograr una mejor irrigación de las tintas, con esto se reduciría tiempo en la actividad de colocar mangueras hacia las tinas. Además nivelando el piso del costado de las estaciones exteriores facilitando el ingreso de la carreta para el montaje y desmontaje de rodillos porta clisé. Por último, se podría mejorar el sistema para abrir y cerrar estaciones al sustituir la pistola neumática por una palanca mecánica que permita abrir y cerrar de un solo golpe las estaciones.
10. La cultura organizacional en el área de producción debe cambiarse, demostrando con hechos que lo imposible ahora es posible al dejar sin efecto frases tales como «No se puede» o «Eso nunca trabajará» como paradigmas del pasado.
11. El costo de la implantación del SMED depende en gran medida de las mejoras que requiera el proceso estudiado, por esto debe existir el compromiso de la Dirección de la Empresa en proveer los recursos necesarios para lograr la consecución de este sistema de mejora continua en todas las secciones del proceso.

## REFERENCIAS

1. F. Sarango, "Implantación del Sistema SMED en un Proceso de Impresión Flexográfica" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2001)
2. Niebel W. Benjamín, Ingeniería Industrial para Métodos, Tiempos y Movimientos. (9na. Edición, Editorial Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México 1996), pp 333-472
3. García C. Roberto, Estudio del Trabajo - Medición del Trabajo. (2da. Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., México 1998.), pp 8-64
4. Domínguez M. José, Dirección de Operaciones. (2da. Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana de España, S. A. U., España 1998.), pp 223-227
5. Shingo Shigeo, Una Revolución en la Producción: El Sistema SMED. (3era. Edición, Editorial Tecnologías de Gerencia y Producción, S.A., España 1990.), pp 3-140
6. Maynard H. B., Manual de Ingeniería de la Producción Industrial. (3era. Edición, Editorial Reverte, México 1960.), pp 4.3-4.36
7. Sylva Pablo, Manual de Calidad para Empaques Flexibles. (No editado, Expoplast C.A., 1990.)
8. Barriga María, "Tecnología del Plástico", Revista del plástico (ALIPLAST), Publicación de CC International Publishing, Inc., subsidiaria de Carvajal International, Inc., No. 100 (oct-nov. 1999), pp 10-41

