



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED EN LA  
FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOLES**

**ALEX REYNALDO CUC CAB**

**ASESORADO POR: ING. MARTÍN FERNANDO PACAY LÓPEZ**

Guatemala, Octubre de 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED EN LA FABRICACIÓN  
DE ENVASES AEROSOLES**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**POR**

**ALEX REYNALDO CUC CAB**

**ASESORADO POR ING. MARTÍN FERNANDO PACAY LÓPEZ**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2005**

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## FACULTAD DE INGENIERÍA NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yasminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Inga. Marta Guisela Gaitán Garavito
EXAMINADOR	Inga. Paula Vanesa Ayerdi Bardales
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED EN LA FABRICACIÓN DE ENVASES AEROSOLES,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela Mecánica Industrial con fecha 22 de noviembre de 2004.

---

Alex Reynaldo Cuc Cab

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS PADRE, JESUCRISTO MI SEÑOR Y AL ESPIRITU SANTO**

Porque su infinita gracia y misericordia me permitió alcanzar este triunfo. A Él sea el honor y la honra.

### **MIS PADRES**

Heriberto Cuc y Matilde Cab de Cuc. Por el sacrificio realizado durante mis años de estudio, por la fuerzas de flaqueza que Dios les brindó a pesar del cansancio. Que Dios los bendiga.

### **MIS HERMANAS Y HERMANOS**

Silvia Rosana, Alba Florinda, Evelia Rosalía, Gilda Esmeralda, Frener Adiel y Ricardo. Por toda la ayuda brindada de manera desinteresada.

### **MIS QUERIDOS**

Lucky, Brayan, Javier y Dany y todos aquellos que Dios me confíe más adelante. A Gloria Lucrecia (Kitia †Q.P.D.): este triunfo es también para los suyos; que Dios la guarde en su seno.

### **MI AMADA Y FAMILIA**

Nancy Corina, por la paciencia y todo el apoyo brindado todos estos años. Te amo mamita. A Carmen, Fabiola, Ana y Henry

### **MIS SOBRINOS, SOBRINAS, CUÑADOS Y CUÑADAS**

### **MIS AMIGOS**

Carmen Mazariegos, Martín Pacay, José Sierra, Vicky Sagastume, Estuardo Ochoa, Mauricio García, Alberto Carranza, Donald Milián, Allan Chún, Max López, Henry Quinillo, Geovany Quinillo, César Rivera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **DIOS PADRE, JESUCRISTO MI SEÑOR Y AL ESPIRITU SANTO**

Por la sabiduría que me diste Señor. A pesar de mis orígenes, me diste la oportunidad de estudiar y superarme.

### **MI FAMILIA**

Todos ustedes trabajaron muy duro para darme los estudios. En especial a mis dos Gorditos (papás). Dios los bendiga a todos.

### **LA EMPRESA CROWN CORK DE GUATEMALA**

Por la oportunidad brindada para implementar el presente trabajo de graduación. En especial al personal de planta del departamento de ensamble de envases aerosoles.

### **MIS AMIGOS Y AL MISMO TIEMPO COMPAÑEROS DE TRABAJO**

Por el apoyo moral, consejos e información requerida.

## ÍNDICE GENERAL

<b>LISTA DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	XI
<b>GLOSARIO</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIX
<b>1. CONCEPTOS Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA.</b>	<b>1</b>
1.1 Productividad	1
1.2 Qué es un workshop (trabajo de taller)	2
1.3 Costo de fabricación	2
1.4 Tormenta de ideas	5
1.5 Diagrama de Pareto	6
1.6 Diagrama de causa y efecto	8
1.7 Negocio de la Compañía, mercado y competencia	10
1.8 Envase aerosol	12
1.8.1 Partes de un envase aerosol	13
1.8.2 Tipos de envase aerosol	14
1.8.3 Uso y aplicaciones de un envase aerosol	17
1.8.4 Dimensiones y medidas para los envases aerosoles	18
1.8.5 Tamaños y capacidades de los envases aerosoles	19
1.8.6 Diseño de envases aerosoles	20
<b>2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b>	<b>21</b>
2.1 Descripción del proceso de fabricación	21

2.2	Diagrama de proceso de la fabricación de envase aerosol	23
2.2.1	Descripción del proceso de ensamble de envases aerosol	27
2.3	Esquema general del costo de fabricación	29
2.3.1	Mano de obra	30
2.3.2	Materia prima	30
2.3.3	Costos indirectos de fabricación	31
2.4	Integración del volumen mensual y tiempos de entrega	33
2.4.1	Planificación de la producción del departamento de ensamble	34
2.4.1.1	Clasificación de los productos a ensamblar	35
2.4.1.2	Tiempo de ensamble	35
2.4.1.3	Plan de producción	36
<b>3.</b>	<b>S.M.E.D. (Single Minute Exchange of Die)</b>	<b>37</b>
3.1	Qué es SMED	37
3.1.1	Los despilfarros	41
3.1.2	Tiempos de cambio de producción	42
3.1.3	Actividades típicas en los cambios	43
3.2	Quién aplica el workshop SMED	44
3.3	Lista de verificación previa al workshop SMED	44
3.4	Datos que deben recogerse con anterioridad al workshop SMED	46
3.5	Programa de actividades para el workshop SMED	48
3.6	Responsabilidades del coordinador de workshop SMED	50
<b>4.</b>	<b>SMED IMPLEMENTADO EN UNA LÍNEA DE ENSAMBLE DE ENVASES AEROSOLES PARA CAMBIOS DE ALTURA</b>	<b>51</b>
4.1	Visita del equipo al área de trabajo antes de aplicar SMED	51

4.1.1	Determinar condiciones de la máquina Wima WAA20, soldadora de cuerpos	53
4.1.2	Determinar condiciones de la máquina Lanico, cerradora de cilindros	55
4.1.3	Determinar condiciones de la máquinas Probadoras de Aire, prueba hermeticidad de los envases	56
4.1.4	Determinar condiciones de Volteadores de Envases	57
4.2	Asignación de responsabilidades para el primer cambio	59
4.3	Pasos cíclicos del SMED aplicados en tres cambios de altura	60
4.3.1	PASO 1: Observar y medir	60
4.3.2	PASO 2: Separar actividades internas y externas	73
4.3.3	PASO 3: Convertir actividades internas a externas	77
4.4	Recolección de tiempos y actividades con “tabla de cambio rápido”	78
4.5	PASO 4: Análisis de reducción de tiempos de las actividades internas y externas (ya sea por pareto, tormenta de ideas, diagrama de causa y efecto)	85
4.6	Estandarización de las nuevas actividades para cambios de altura	112
4.6.1	Procedimientos Estándar de Operación para actividades de cambio (P.E.O.)	112
4.6.2	Estandarizar áreas de trabajo con ayuda de “5S”	123
4.6.2.1	Seleccionar	124
4.6.2.2	Ordenar	125
4.6.2.3	Limpiar	127
4.6.2.4	Estandarizar	130
4.6.2.5	Enseñar respeto	134

<b>5.</b>	<b>INTEGRACIÓN DEL EQUIPO SMED-ENSAMBLE PARA EL SEGUIMIENTO DE MEJORA CONTINUA</b>	<b>135</b>
5.1	Entrenamiento al personal de línea en los nuevos tiempos de cambio de altura obtenido	135
5.2	Integración del equipo SMED-Ensamble	136
5.2.1	Responsabilidades del líder de equipo	136
5.2.2	Responsabilidades del secretario del equipo	137
5.2.3	Responsabilidades de los colaboradores	137
5.3	Planes de acción de mejora continua	138
5.3.1	Trabajo a realizar a corto plazo	138
5.3.2	Trabajo a realizar a mediano plazo	138
5.3.3	Trabazo a realizar a largo plazo	139
5.4	Minutas de reuniones	142
5.5	Graficación de los tiempos obtenidos	146
5.6	Resultados obtenidos durante el taller Workshop SMED, situación inicial versus situación final	147
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>149</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>151</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>153</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>155</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>157</b>
	<b>APÉNDICE 1</b>	<b>161</b>
	<b>APÉNDICE 2</b>	<b>162</b>
	<b>APÉNDICE 3</b>	<b>167</b>
	<b>APÉNDICE 4</b>	<b>170</b>
	<b>APÉNDICE 5</b>	<b>175</b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

No.	Título	Página
1	Análisis de variaciones de los costos estándar	4
2	Estructura básica de diagrama de causa y efecto (Ishikawa)	10
3	Partes de un envase aerosol	14
4	Tipos de envases aerosol	16
5	Diagrama de proceso de preparación de hojalata	23
6	Diagrama de proceso de impresión de hojalata	24
7	Diagrama de proceso de corte de hojalata litografiada o sin litografía	25
8	Diagrama de proceso de ensamble de envase aerosol	26
9	Definición gráfica de SMED	38
10	SMED disminuye el tiempo de cambio de altura	40
11	Cambio total	43
12	Desglose típico de las actividades de cambio	44
13	Plano de ubicación de sala idónea para SMED	45
14	Diagrama de recorrido departamento ensamble	52
15	Descripción gráfica del primer paso de SMED	60
16	Descripción gráfica del segundo paso de SMED	73
17	Descripción gráfica del tercer paso de SMED	77
18	Modelo de “Tabla de cambio rápido”	80

19	Procedimiento estándar de operación para cambios de altura en máquinas Probadoras de Aire	113
20	Procedimiento estándar de operación para cambios de altura en Volteador de Envases	115
21	Procedimiento estándar de operación para cambios de altura en máquina soldadora Wimma VAA20	117
22	Procedimiento estándar de operación para cambios de altura en máquina cerradora Lanico	120
23	Procedimiento estándar de operación para elaboración de minutas para equipo SMED	143
24	Formato de minuta para reuniones SMED-Ensamble	145
25	Formato para información de problemas entre departamentos	157
26	Formato de “Programación diaria de la producción”	158
27	Formato “Reporte de efectividad diario” del departamento de ensamble	159
28	PEO 23-26: Procedimiento estándar de operación para uso de Video Seam Monitor	162
29	PEO 23-29: Procedimiento estándar de operación para uso de Cortadora de Envases	167
30	PEO 23-18: Procedimiento estándar de operación para uso del Altímetro	170

## TABLAS

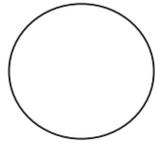
No.	Título	Página
I	Medidas para diámetro y altura de envases	18
II	Tamaños y capacidades de envases aerosoles	19
III	Histórico de tiempos utilizados en el año 2004 para la realización de cambios de altura en líneas de envases aerosoles, tiempo en minutos	47
IV	Calificación para destreza y habilidad según método Westinghouse	64
V	Calificación para esfuerzo y empeño según método Westinghouse	64
VI	Calificación para “condiciones” según método Westinghouse	65
VII	Calificación para “constancia” según método Westinghouse	65
VIII	Tolerancias de tiempo asignadas por departamento por las actividades que se desarrollan en cada uno de ellos (incluye atrasos personales, retrasos inevitables y fatiga)	68
IX	Elementos y tiempos de máquina soldadora Wimma VAA20	70
X	Elementos y tiempos de máquina cerradora Lanico	71
XI	Elementos y tiempos para máquinas Probadoras de Aire	71
XII	Elementos y tiempos para Volteador de Envases	72
XIII	Separar actividades internas y externas de la máquina soldadora Wimma VAA20	74
XIV	Separar actividades internas y externas de la máquina cerradora Lanico	75
XV	Separar actividades internas y externas de Volteador de Envases	76

XXVI	Separar actividades internas y externas de las máquinas Probadoras de Aire	77
XXVII	PRIMER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina soldadora Wimma VAA20	81
XXVIII	PRIMER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina cerradora Lanico	82
XIX	PRIMER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para Volteador de Envases	83
XX	PRIMER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquinas Probadoras de Aire	84
XXI	SEGUNDO CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina soldadora Wimma VAA20	91
XXII	SEGUNDO CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina cerradora Lanico	92
XXIII	SEGUNDO CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para Volteador de Envases	93
XXIV	SEGUNDO CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquinas Probadoras de Aire	94
XXV	TERCER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina soldadora Wimma VAA20	100
XXVI	TERCER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina cerradora Lanico	101
XXVII	TERCER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para Volteador de Envases	102
XXVIII	TERCER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquinas Probadoras de Aire	103

XXIX	Estandarización tiempos para máquina soldadora Wima VAA20	108
XXX	Estandarización tiempos para máquinas cerradora Lanico	109
XXXI	Estandarización tiempos para Volteador de Envases	110
XXXII	Estandarización tiempos para máquinas Probadoras de Aire	111
XXXIII	Plan de acción de mejora continua – mediano y largo plazo	140
XXXIV	Gasto incurridos para implementar el plan de acción	141
XXXV	Graficación de tiempos obtenidos durante dos meses de implementación	146
XXXVI	Resultados obtenidos, después de la aplicación de la técnica SMED para cambios de altura, en el departamento de ensamble de Crown Cork de Guatemala S.A., situación inicial vrs. final	148



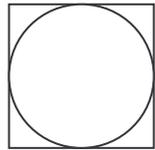
## LISTA DE SÍMBOLOS



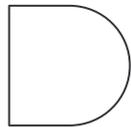
Operación



Inspección



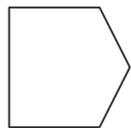
Operación e inspección



Demora o retraso



Almacenaje



Transporte



## GLOSARIO

- Cambio de altura** Actividades necesarias para el cambio de utilaje en cada una de las máquinas que conforman una línea de producción de envases para producir envases de diferente altura y mismo diámetro.
- Diagrama de flujo** Sistema gráfico que muestra los pasos a seguir para alcanzar un proceso o actividad planeada.
- Ensamble** Acción de unir, juntar y ajustar piezas.
- Envase Aerosol** Sistema de empaque metálico utilizado para contener productos fluidos a presión. Un gas comprimido permite la salida del producto en forma de spray, obteniendo una espuma, pasta o polvo, depende del producto envasado.
- Equipo SMED**
- Ensamble** Grupo de personas pertenecientes al departamento de ensamble que da seguimiento al cumplimiento del tiempo total de cambio establecido y la implementación del plan de acción de mejora continua.

**Flexibilidad de la  
producción**

Sucede cuando el proceso de fabricación es capaz de recibir una modificación o variación de cambio según las circunstancias o necesidades. Es decir, no se sujeta a normas estrictas, dogmas o trabas.

**Herramental**

Véase utilaje.

**Justo a Tiempo**

Filosofía industrial que considera la eliminación o reducción de todo lo que implique desperdicio en actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación, actividades de oficina. No es un medio para conseguir que los proveedores hagan muchas entregas y con absoluta puntualidad para no tener que manejar grandes volúmenes de existencia o componentes comprados, sino que es una filosofía de producción que se orienta a la demanda: “se produce lo que el cliente realmente quiere”

**Plan mejora  
continua**

Actividades programadas en forma cronológica y plasmadas en un plan para disminuir el tiempo de cambio. Incorpora acciones ejecutables por operadores de máquinas y personal de mantenimiento

**Procedimiento estándar**

**de operación (PEO)** Sistema de documentos que involucra al factor humano para asegurar la repetitividad de las operaciones en una planta manufacturera.

<b>Proceso</b>	Serie de operaciones de manufactura que conducen el producto hacia sus especificaciones finales de tamaño y forma. También, son los pasos necesarios para obtener un servicio.
<b>Tiempo total de cambio</b>	Tiempo transcurrido entre la fabricación del último envase aerosol bueno a la velocidad de producción estándar especificada y altura “X” y la fabricación del primer envase aerosol bueno a la velocidad de producción estándar especificada y altura “Y”, del mismo diámetro.
<b>Utilaje</b>	Son las partes desmontables de las máquinas, pueden ser fijas o móviles. También llamados útiles por el uso frecuente que se les da.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Reducir en forma analítica el tiempo de cambio de herramientas de altura en máquinas ensambladoras de envases aerosoles producidos en serie.

### **Específicos**

1. Aumentar la productividad de la Compañía mediante la simplificación de las actividades de cambio obteniendo el mayor aprovechamiento de horas hombre – máquina y horas hombre.
2. Aumentar la flexibilidad de producción de pequeños lotes en respuesta a las exigencias del cliente y del buen servicio.
3. Habituarse a los empleados a trabajar bajo Procedimientos Estándares de Operación como un sistema que garantice la ejecución de actividades siempre de la misma forma, no importando quién lo realice.
4. Formar en los empleados la cultura de Trabajo en Equipo, combinando los distintos tipos de formación técnica, personalidades y conocimientos hacia un objetivo común: reducción en los tiempos de cambio.

5. Reducir en piso los inventarios de Envases Genéricos de Aerosoles y de Línea General.
6. A través de la coordinación de las diferentes actividades necesarias en los cambios, mejorar el orden y limpieza en el área de trabajo.
7. Comprometer a Supervisores, Jefes de Areas, Gerencias y Gerencia General a ser participes del reto; participando directamente con el Equipo SMED integrado generalmente por personal operativo.
8. Motivar a empresas manufactureras a aplicar la técnica SMED, ya que, más que una técnica es una forma de ahorrar tiempo y dinero en los áreas productivas.

## INTRODUCCIÓN

Una de las mejoras más importantes, requeridas por la mayoría de las industrias, es la reducción de los tiempos de cambios de utilaje de máquinas en los procesos de producción. Cualquiera que sean dichos cambios: cambios de herramental, ajustes de tamaños, cambios de sabor, productos, etc pueden rendir grandes ganancias.

El presente trabajo contempla una aplicación práctica de la técnica denominada SMED, *single minute exchange of die*: cambio de utilaje en menos de diez minutos. Aunque el cambio de utilaje no se complete en menos de diez minutos, pueden obtenerse dramáticas reducciones del tiempo al aplicar ésta técnica; en casos reales, en una línea de producción, se han logrado reducir los mismos hasta un 50%; en ciertos casos hasta un 90% o más del tiempo original. Esto posibilita a cualquier empresa a aumentar la productividad y cumplir con expectativas y necesidades de los clientes sin llegar a comprometer la calidad, seguridad y utilidades. Adicional a ello, se obtienen beneficios tales como: menos inventarios, entregas más rápidas, aumenta la posibilidad de entregas urgentes y, sobre todo, mejora la actitud de los empleados acerca de la participación del trabajo en equipo.

Las exigencias del mercado actual apuntan hacia lotes de producción cada vez más cortos, en consecuencia, resulta necesario optimizar el rendimiento de máquinas e instalaciones para seguir siendo competitivos.

En el presente trabajo de graduación denominado “aplicación de la técnica SMED en la fabricación de envases aerosoles” se detallan los pasos necesarios para reducir el tiempo en los cambios de altura realizados en una línea de ensamble en serie de envases aerosoles. Esta técnica puede ser aplicado en cualquier tipo de industria ya que trabajar con la misma implica hacerlo “mas inteligente y no mas duro”.

# 1. CONCEPTOS Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA.

## 1.1 Productividad

Puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados en vista de que hoy día no es competitivo quien no cumple con calidad, producción, bajos costos, tiempos estándares, eficiencia, innovación, nuevos métodos de trabajo y tecnología.

$$\textit{Productividad} = \textit{Salida/ Entradas}$$

Entradas: Mano de obra, materia prima, maquinaria, energía, capital, etc.

Salidas: Productos.

Resultados:

- Misma entrada, salida mas grande
- Entrada mas pequeña, misma salida
- Incrementar salida, disminuir entrada
- Incrementar salida mas rápido que la entrada

- La productividad se define como la relación entre insumos y productos, en tanto que la eficiencia define la forma como se mide el trabajo ya estandarizado.
- Es sobre todo, una actitud de la mente ya que busca mejorar continuamente todo lo que existe.

- Está basada en la convicción de que hoy uno puede hacer las cosas mejor que ayer, y mañana mejor que hoy.
- Requiere esfuerzos constantes para adaptar actividades económicas a condiciones cambiantes aplicando nuevas teorías y métodos.

## 1.2 Qué es un workshop (trabajo de taller)?

Son ejercicios prácticos formales realizados en piso (o áreas específicas de trabajo), en un lapso de tiempo definido. Da la oportunidad a un grupo de empleados para integrar un equipo de trabajo para aplicar técnicas, métodos, y conocimientos para lograr un objetivo común. El éxito depende de la cooperación y participación de cada uno de los miembros. El workshop aprovecha las habilidades y conocimientos del personal para mejorar el rendimiento de los procesos; al hacer esto, los empleados dejan de ser simples seres que realizan tareas o trabajos y se convierten en analistas de dichos procesos.

## 1.3 Costos de fabricación

**Costos:** son elementos consumidos por la producción de un bien o la prestación de un servicio, es decir, son recursos que se sacrifican para alcanzar un objetivo específico: producto tangible o servicio.

**Costo de fabricación:** son los que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados: materia prima (costo de los materiales integrados al producto), mano de obra (que interviene directamente en la transformación del producto) y gastos de fabricación indirectos (intervienen en la transformación del producto, con excepción de la materia prima y la mano de obra directa). La fabricación es un proceso de transformación que demanda un conjunto de bienes y prestaciones denominados elementos y son las partes con las que se elabora un producto o servicio:

- **Materiales directos:** insumo físico aplicado a la producción de un bien o servicio, pudiendo conservar o no, sus propiedades originales.
- **Mano de obra directa:** esfuerzo humano destinado a la producción de un bien o servicio.
- **Costos indirectos de fabricación:** una parte importante de los CIF es de naturaleza fija, como consecuencia, el CIF por unidad aumenta a medida que disminuye la producción, y disminuye cuando ésta se incrementa.

**Costo histórico o real:** son utilizados para determinar el importe real de los recursos necesarios para la adquisición de materia prima, mano de obra y algunos elementos de los gastos indirectos. Estos costos reales no proporcionan información acerca de los costos a utilizarse para fabricar los productos.

**Costo estándar:** son costos predeterminados que sirven de base para medir la actuación real de una operación al tener que registrar materia prima, mano de obra directa y los gastos indirectos de fabricación, es decir, es la cantidad que debe costar la operación de un proceso durante cierto período. Se establecen comparaciones de las diferencias entre los costos estándar asignados para determinado nivel de producción y los costos reales utilizados; a este proceso de comparación se denomina *análisis de variaciones* porque verifica si lo incorporado a la producción ha sido utilizado eficientemente.

Ventajas al utilizar costos estándar:

- *Análisis efectivo de la información de costos:* el costo estándar sirve como elemento de medición al centrar su atención en las variaciones obtenidas respecto al costo real.

- *Reducción de los costos de la contabilidad:* los estándares de los costos de fabricación generalmente están integrados de manera formal dentro de las cuentas de costos; cuando esto ocurre, el sistema se conoce como “sistemas de contabilidad de costos estándar”. Por lo general, un sistema completo va acompañado por la estandarización de las operaciones de producción ya que la orden de producción señala la cantidad que se requiere para la fabricación del producto.
- Los estándares pueden participar en la determinación del precio de venta que se necesita para obtener un nivel de utilidad predeterminado.
- Hace resaltar la importancia del control presupuestal debido a la estrecha relación entre los presupuestos asignados y los estándares a cumplir.

**Fig. 1 Análisis de variaciones de los costos estándar**

ELEMENTO	MÉTODOS	VARIACIÓN
MATERIALES	Dos variaciones	<b>Precio:</b> Indica la diferencia entre el precio pagado por la compra de un material y el previsto o estándar.
		<b>Cantidad:</b> Refleja la diferencia entre las cantidades reales aplicadas a la producción y las establecidas en el estándar.
MANO DE OBRA	Dos variaciones	<b>Salario:</b> Mide la diferencia entre el importe del jornal abonado según liquidación y el previsto en el estándar
		<b>Tiempo:</b> Establece la diferencia entre las horas trabajadas y las horas estándar, según la producción realizada.
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	Dos variaciones	<b>Presupuesto:</b> llamado también variación de gasto y ocurre generalmente porque los costos se apartan del presupuesto.
		<b>Eficiencia:</b> acontece porque en la producción se ha empleado más, o menos, tiempo o esfuerzo del que se debió emplear para obtener una determinada cantidad de producción.
	Tres variaciones	<b>Presupuesto:</b> son variaciones del costo de los CIF y se deben básicamente a CIF que eran más altos o más bajos que el estimado
		<b>Volumen:</b> se produce porque el volumen estimado de producción en la planta, como una unidad, difiere del real
		<b>Eficiencia:</b> Refleja la diferencia entre el tiempo real utilizado para terminar cierta cantidad de producción y el tiempo que debiera haberse empleado para completar esa cantidad

## 1.4 Tormenta de ideas

**Descripción:** es una técnica en la que un grupo de personas crean ideas para solucionar problemas que afectan el desempeño de los procesos. Hacerlo en conjunto es siempre más productivo que cada persona pensando por sí sola ya que utiliza la capacidad del pensamiento colectivo, además de fomentar el pensamiento creativo. Las reglas básicas a seguir son: los participantes deben pertenecer a distintas disciplinas y preferible si tienen experiencia en las actividades en donde ha surgido el problema.

**Principales usos:** cuando se desea o necesita obtener una conclusión en relación a un problema que involucra a todo un grupo de personas desarrollando una lista de problemas, posibles causas o soluciones potenciales. Además es usado cuando se requiere dar una solución inmediata de sentido común.

### **Desarrollo:**

- La actividad o problema a resolver debe ser conocido y comprendido por todos.
- Pedir ideas por turno. La norma a seguir: no existen ideas malas. Conviene suspender el juicio crítico y se debe permitir la evolución de cada una de ellas, de lo contrario se crea un ambiente hostil que no alienta la generación de las mismas. Por más absurdas que parezcan no deben ser descartadas porque luego de analizarlas probablemente se conviertan en las más útiles.
- Infundir confianza al grupo, aunque en algunos momentos puede creerse que son ideas disparatadas, a veces ocurre que una idea resulta en otra idea, y otras veces podemos relacionar varias ideas para generar una nueva. Considerar todas sin censura.
- Las aportaciones deben anotarse en rotafolio o pizarra.

- Si existiera alguna dificultad para que el grupo proporcione ideas, el conductor debe ayudar con preguntas claves como: qué, quién, dónde, cómo, cuándo, por qué, etc. Una vez que se ha generado un buen número de ideas, éstas deben de ser evaluadas una por una. La intención de este ejercicio es generar, en primera instancia, muchas ideas. Luego se irán eliminando en base a distintos criterios como por ejemplo: caro, impracticable, imposible, etc.
- Priorizar las mejores ideas. Los participantes evalúan la importancia de cada aportación de acuerdo a los comentarios del grupo, tomando en cuenta el problema definido al inicio de la sesión.
- Una vez que se han definido las soluciones, es necesario diseñar un plan de acción y así proceder a la implementación de las soluciones.
- Es recomendable usarla al inicio del planteamiento de alguna sesión de trabajo.
- Se puede integrar a otras técnicas como la expositiva, discusión en pequeños grupos.
- La persona que coordine la actividad debe de tener un amplio control del grupo y de alguna manera familiarizado con el problema, aunque no necesariamente.

## 1.5 Diagrama de Pareto

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que las generan. El nombre de “pareto” fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923), quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza. Descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza.

El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema.

Las Gráficas Pareto están basadas en datos (no opinión):

- Decidir el problema a analizar.
- Diseñar una tabla para conteo o verificación de datos, en el que se registren los totales.
- Decidir el periodo de tiempo a ser cubierto en el estudio.
- Recoger los datos y efectuar el cálculo de totales.
- Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de causas del problema, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.
- Ordenar las causas del problema de acuerdo a la cantidad de incidencia numérica de cada uno de ellos (de mayor a menor).
- Dibujar un eje vertical un eje horizontal.
- Construya un gráfico de barras en base a las cantidades y porcentajes de incidencia numérica de cada causa del problema. Obviamente el diagrama de barras tendrá una tendencia de *disminución*. En el eje X se anotan todas las causas del problema y en el eje Y la escala de incidencia numérica (ya sean repetición, total de defectuosos, total de tiempo perdido, etc).
- Escribir cualquier información necesaria sobre el diagrama.
- Para resolver el problema se debe considerar únicamente el 20% de las causas con mayor cantidad de incidencia numérica.
- Establecer el plan de acción a seguir para eliminar el 20% de las causas.
- Seguimiento del plan de acción.

## 1.6 Diagrama de causa y efecto:

También es conocido como diagrama de espinas de pescado (por su forma), o diagrama de Ishikawa (por ser este su autor), y fue desarrollado para representar la relación entre algún efecto y todas las posibles causas que puedan estar en el origen. En 1953 Kauro Ishikawa resumió la opinión de los ingenieros de una planta dándole la forma de un diagrama de causa-efecto mientras discutían un problema de calidad. Esta fue la primera vez que se usó este enfoque. Cuando el diagrama se usó en la práctica, mostró ser muy útil y pronto llegó a usarse ampliamente en muchas compañías en todo el Japón. Se incluyó en la terminología del JIS (estándares industriales japoneses) del *control de calidad*.

Es una técnica que permite *clasificar, relacionar y profundizar* las listas producidas en la tormenta de ideas para que puedan ser útiles:

**Clasificar:** agrupar conceptos afines para facilitar su análisis.

**Relacionar:** eliminar duplicidad y mantener todos los elementos de la lista en una perspectiva coherente.

**Profundizar:** expandir la lista hasta hacerla abarcadora y exhaustiva.

Por qué se usa?

- Identifica las verdaderas causas y no solamente los síntomas de una situación; las agrupa en determinadas categorías, según los factores genéricos, para encauzar las actuaciones de análisis-mejora de modo sistemático.
- Resume todas las relaciones existentes entre las causas y efectos de un proceso.

- Utilizándolo con otras herramientas estadísticas, por ejemplo el Diagrama de Pareto, promueve la mejora del proceso según prioridades.
- Favorece el pensamiento creativo o divergente del personal, con objeto de acumular el mayor número de ideas y aportaciones ante una situación por medio de tormenta de ideas.
- Mediante la identificación de un conjunto de factores básicos que inciden en una determinada situación, permite obtener una visión global y estructurada de la misma, para realizar de un modo más eficaz los análisis de las causas.
- Proporciona a todos los miembros del equipo la misma comprensión del problema (se recomienda su uso en grupo).

Ayuda a analizar y resolver un problema de una manera sistemática, fomentando el análisis científico, ya que tras examinar el diagrama, se detecta qué información es relevante para determinar de un modo fidedigno la causa principal del efecto estudiado.

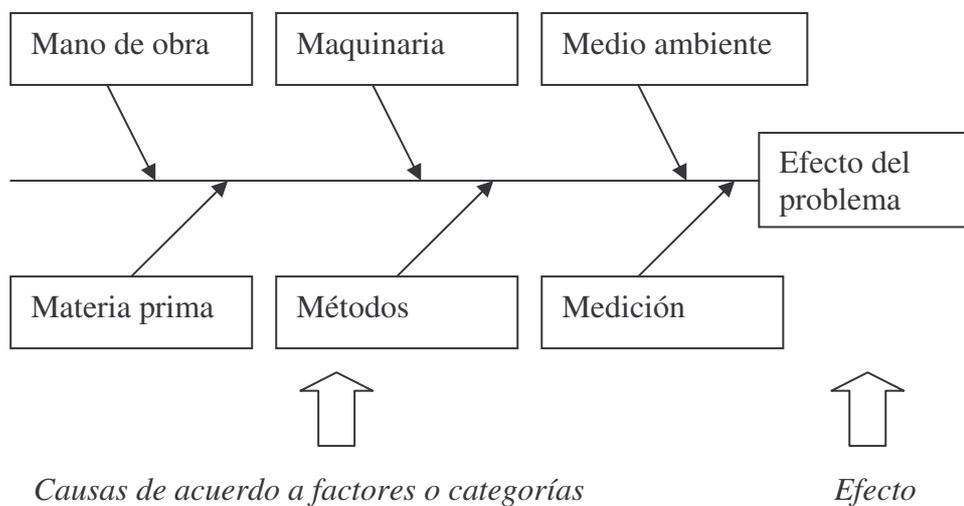
Para la ejecución se recomienda seguir los pasos siguientes:

- Definir claramente el problema / efecto que se ha detectado a la derecha del diagrama.
- En el lado izquierdo del diagrama se debe identificar los principales factores o categorías bajo las cuales van a ser clasificadas las causas potenciales del problema. Puede utilizarse las 6M's: mano de obra, métodos, medio ambiente, materia prima, maquinaria/equipo y sistemas de medición.
- Continuar explorando la cadena de causas de acuerdo al factor o categoría que en ese momento se está analizando respondiendo a las preguntas: por qué, dónde, cuándo, quién, cómo, qué, cuánto.

- Seleccionar las causas más probables y ordenarlas.
- Si se encuentra y elimina la causa raíz, analizar su influencia en el problema.

**Fig. 2 Estructura básica de diagrama de causa y efecto (Ishikawa).**

Un diagrama de causa-efecto también se llama “diagrama de espina de pescado”, porque se parece al esqueleto de un pez.



## 1.7 Negocio de la Compañía, mercado y competencia

Crown Cork de Guatemala S.A. es una filial de Crown Holdings, Inc. el cual es proveedor mundial empaques que ofrece y dedica gran parte de su esfuerzo a la innovación, para lograr en el empaque de productos un elemento estratégico de mercadeo. Los orígenes de Crown Holdings se remonta en 1892 cuando William Painter patentó la tapa corona o corcholata para envases de botella. Actualmente cuenta con el esfuerzo conjunto de 25,800 empleados repartidos geográficamente en unas 191 plantas en 44 países alrededor del mundo.

Crown Holdings dispone de importantes recursos para demostrar su maestría, responsabilidad y efectividad en cuanto a empaques para el consumidor se trata, desde frutas y verduras a granos de café, desde chocolate a cremas de afeitar, desde aceite de cocina a alimentos para animales domésticos, desde cerveza y bebidas gaseosas a agua embotellada y jugos de frutas, desde latas aerosoles a envases de aluminio, desde cabezales abre-fácil a botellas de PET (polietileno tereftalato). La casa matriz se encuentra ubicada en Filadelfia, Pensilvania (E.U.A.). Las plantas de producción son monitoreadas continuamente y puestas al día mediante una normalización interna para garantizar que cumplan con las cambiantes necesidades de los clientes: *world class performance (desempeño de clase mundial)*, el cual es un vehículo que permite a todos los empleados adoptar las mejores prácticas, sistemas, métodos de trabajo en beneficio de los clientes, empleados, proveedores, accionistas y comunidades.

Crown Cork de Guatemala S.A. inicia operaciones en el año 1986 con la producción de tapas coronas, un año mas tarde se instalan 2 líneas de ensamble para envases aerosoles, líneas para tapas virapex y envases sanitarios o alimentos. En el año 1998 por razones estratégicas de mercado las líneas de tapas coronas fueron trasladados a Costa Rica y una línea de ensamble fue trasladado de Costa Rica a Guatemala. Actualmente la planta de Guatemala produce envases aerosoles y de línea general siguiendo los lineamientos del *desempeño de clase mundial*.

Para Crown Cork de Guatemala el mercado de envases aerosoles está dividido actualmente en dos sectores:

- Región A (con un promedio de 60 clientes activos): Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica y Nicaragua.
- Región B (con 6 clientes activos): Jamaica, Guyana, Trinidad y Tobago.

**COMPETENCIA:** Entre los principales suplidores de envases de hojalata en la región se encuentran (aerosol, línea general y sanitarios):

SUPLIDOR	PRODUCTO
1. Crown Cork de Guatemala	Aerosol, línea general
2. Metalenvases (Guatemala)	Envase sanitario
3. Envases Layta (Guatemala)	Envase sanitario, línea general
4. Metaltro (El Salvador)	Aerosol, sanitario, línea general
5. Comeca (Costa Rica)	Aerosol, sanitario, línea general, coronas
6. Crown Centroamericana (Costa Rica)	Línea general, coronas, sanitario
7. McBride (Barbados)	Aerosol (solo ensamble)
8. Montañés (Venezuela)	Aerosol, línea general, sanitario.
9. Crown La Villa (México)	Aerosol, línea general, sanitario, dos piezas en aluminio.
10. Grupo Zapata (México)	Aerosol, línea general, sanitario, dos piezas en aluminio, para pinturas entre otros. Siendo éste el principal suplidor para sanitarios y dos piezas en aluminio más no en aerosol.

## 1.8 Envase aerosol

En 1825, Charlie Plinth inventó su surtidor portátil estilo *regencia*, que utilizaba la presión para servir agua con soda y estaba controlado con una llave de cierre. Ésta fue sustituida por otro mecanismo denominado *sifón champenois*, que era en realidad un sacacorchos hueco que permitía servir bebidas gaseosas y otras bebidas a presión sin quitar el corcho. En 1837, Perpigna inventó el jarro con sifón que consistía en una válvula en la parte superior activada por un muelle. Ese mismo año Savarisse introdujo el sifón de agua gaseosa, basado en un principio similar. El moderno sifón de agua de soda es el descendiente directo de estos inventos.

Un aerosol es una suspensión coloidal de partículas líquidas o sólidas en un gas. La niebla y las nubes son ejemplos de aerosoles de partículas líquidas, mientras que el humo es un aerosol de partículas sólidas.

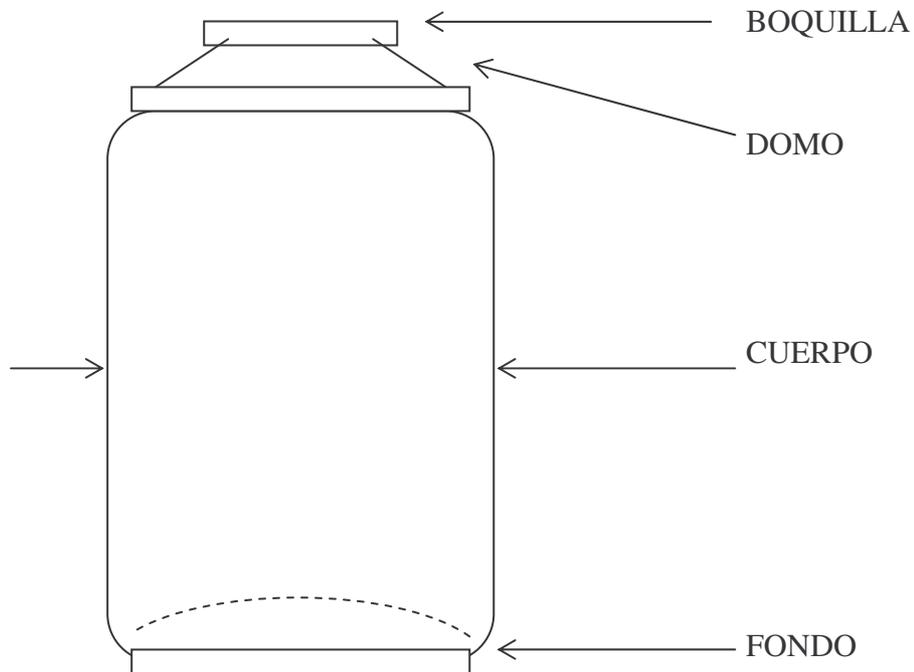
La definición de un envase aerosol se da en la normativa de la Comunidad Europea, y por tanto, española: "El conjunto formado por un recipiente no reutilizable de metal, vidrio o plástico que contenga un gas comprimido, licuado o disuelto con o sin líquido, pasta o polvo y esté provisto de un dispositivo de descarga que permita la salida del contenido en forma de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas en forma de espuma, pasta, polvo o estado líquido" (1). Por lo tanto, un envase aerosol está definido como un envase, lata o bote de lámina u hojalata, el cual sirve para contener productos fluidos, auto-comprimidos, no-retornables, y el cual es ajustado con una válvula para expeler el contenido en forma de spray o rociador de líquido, gas espuma, etc.

### **1.8.1 Partes de un envase aerosol:**

Para efectos de este documento, el aerosol es un sistema de envasado que puede contener y dispensar una gran diversidad de productos bajo presión. Está constituido por:

- Boquilla: parte que se utiliza para llenar los envases, y el cual tiene un labio o rizo en donde se ajusta la válvula para expeler el contenido.
- Cuerpo: es la parte metálica no reutilizable de hojalata más importante ya que sirve para contener el producto.
- Tapa o domo: parte superior que determina el diámetro de la boquilla. Funciona como un reductor de diámetro desde el cuerpo del envase hasta concluir el formando la boquilla. Esta parte ajusta con la tapa final que cierra el envase.
- Fondo: parte semi-sumida, para darle estabilidad al envase en el proceso de llenado y en su utilización y manejo posterior.

**Fig. 3 Partes de un envase aerosol**



### **1.8.2 Tipos de envase aerosol**

Todo envase de hojalata que utiliza gas propelente comprimido para pulverizar ya sea una sustancia líquida, sólida en forma de polvo o cremoso se denomina *envase presurizado*. Crown Cork utiliza dos tipos de envases para cada uno de los diámetros fabricados, no importando la altura:

#### **a. Envases con cuello**

También conocidos como envases neck-in, y consiste básicamente en una reducción del diámetro del cuello del envase, tanto en la parte superior como en la inferior lo cual permite utilizar tapas o fondos más pequeños en relación al diámetro del cuerpo del envase.

Esta característica proporciona una mejor apariencia y presentación al envase porque permite el uso de diferentes tapas plásticas que existen en el mercado de aerosoles. La simbología para los envases con cuello es la siguiente:

- Para diámetro 202: **200 / 202 / 201** \* altura
- Para diámetro 205: **202 / 205 / 204** \* altura
- Para diámetro 211: **207.5 / 211 / 210** \* altura

El primer número representa el *diámetro del domo*, el segundo número el diámetro del cuerpo o cilindro, *el tercer número el diámetro del fondo* y por último la “altura” la cual es variable.

#### **b. Envases rectos**

Son envases que no cuenta con ninguna deformación en el cuerpo. La característica más importante de éste tipo de envase es que los diámetros del cuerpo, domo y fondo son los mismos. La simbología utilizada para los envases rectos es la siguiente:

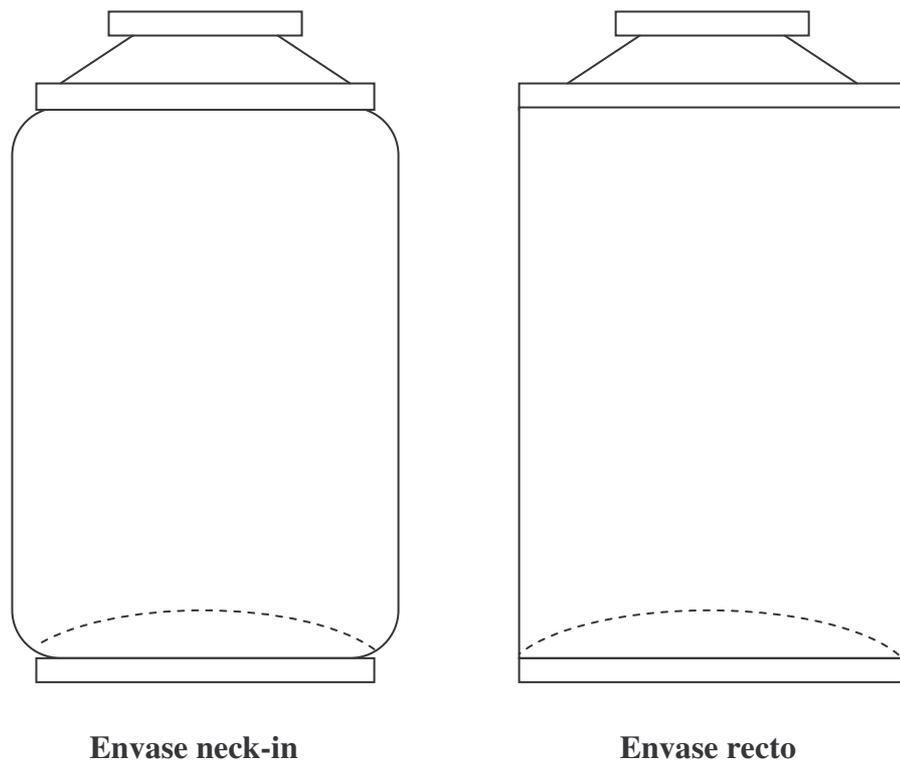
- Para diámetro 202: **202** \* altura
- Para diámetro 205: **205** \* altura
- Para diámetro 211: **211** \* altura

El primer número representa el *diámetro del domo, fondo y cuerpo del envase* y por último la “altura” del envase la cual es variable.

En cualquiera de los diámetros de los envases descritos con anterioridad existen dos estilos de envases:

- Estilo 7 ó con recubrimiento interno: se le denomina así a todo envase que requiere una aplicación interna de laca o barniz el cual funciona como una protección del producto a envasar para que éste no se contamine con el metal en el domo, fondo y cuerpo del envase. Está mas ligado a productos que están hechos a base de agua, alcohol o compuestos químicos que corroen muy fácilmente el metal.
- Estilo 4 ó sin recubrimiento interno: se le denomina así a todo envase que no requiere aplicación interna de laca o barniz porque el producto a envasar no cambia las propiedades de la formulación al estar en contacto con el metal expuesto. Este envase es utilizado en productos hechos a base de solventes porque no corroen el metal.

**Fig. 4 Tipos de envases aerosol**



### 1.8.3 Uso y aplicaciones de un envase aerosol

En la actualidad existen muchas aplicaciones tanto para *envases presurizados* como en los envases de *línea general*. Los envases de línea general son utilizados para envasar productos líquidos que no necesitan gas propelente comprimido para su uso posterior. El presente trabajo contemplará únicamente los envases presurizados.

La compañía Crown Cork de Guatemala fabrica envases aerosol en diversos tamaños, estilos y diseños. Según las características del envase y de su contenido, así como los requerimientos del cliente, los envases aerosoles pueden ser usados en:

- Productos de baja viscosidad: spray para el cabello, desodorantes corporales, insecticidas, repelentes, etc.
- Productos de alta viscosidad: pinturas, lacas, esmaltes, barnices, acrílicos en general, etc.
- Productos base agua: desodorantes ambientales, espumas para afeitarse, almidones para ropa.
- Productos polvo seco: extintores manuales.
- Productos industriales: silicón, aflojalotodo, limpiadores para alfombras, limpieza de carburadores, limpieza de motor, espumas aislantes, limpieza para circuitos eléctricos, etc.

Las normas de fabricación para la elaboración de envases presurizados son sumamente estrictas y se debe tomar muy en cuenta que tipo de productos se va a envasar, por ende se deben realizar previamente pruebas de compatibilidad ya que la contaminación de un producto envasado no adecuado puede contaminar el metal o viceversa.

#### 1.8.4 Dimensiones y medidas para los envases aerosoles

Actualmente no existe una reglamentación que rijan las medidas de tamaño o conformación de los envases, cada empresa ha llegado a un acuerdo tácito respecto a las dimensiones a manejar tanto en el sistema métrico como en el sistema inglés de medidas. La única medida universal que debe respetarse es el diámetro de la boquilla de los domos ya que está normado a nivel mundial. La Corporación Crown Holdings, Inc. ha estandarizado las medidas para todas sus plantas filiales en cualquier parte del mundo. Si existe alguna modificación en dichos estándares, es informada inmediatamente a todos; los datos son actualizados inmediatamente en los manuales corporativos de Control de Proceso.

En Crown Cork de Guatemala se fabrican tres diámetros de envases: 202, 205 y 211. El primer dígito de cada número representa el número entero en pulgadas de la medida, seguido de la fracción adicional expresada en números de dieciseisavos de pulgada. Por ejemplo en la tabla I y II se presentan las medidas para el diámetro y altura de envases respectivamente:

**Tabla I      Medidas para diámetro y altura de envases**

Medidas para el diámetro de envases		
Diámetro del envase	Pulgadas	Fracción de pulgada
202	2 (50.8 mm)	02/16 (3.18 mm)
205	2 (50.8 mm)	05/16 (7.94 mm)
211	2 (50.8 mm)	11/16 (17.46 mm)

Medidas para las alturas de envases		
Diámetro del envase	Pulgadas	Fracción de pulgada
509	5 (127 mm)	09/16 (14.29 mm)
700	7 (177.8 mm)	00/16 (0 mm)
604	6 (152.4 mm)	04/16 (6.35mm)

### 1.8.5 Tamaños y capacidades de los envases aerosoles

El tamaño de un envase está en función de su diámetro y altura y esto determinará la capacidad de contenido del mismo. Tal y como se mencionó con anterioridad, la empresa produce tres diámetros distintos de envases (202, 205, 211) y cada diámetro se produce en gran variedad de alturas.

La tabla que a continuación se presenta considera únicamente los envases que más comúnmente se fabrican:

**Tabla II Tamaños y capacidades de envases aerosoles**

TAMAÑO DEL ENVASE	CAPACIDAD		
	Gramos	Mililitros	Onzas fluidas
200/202/201*214	60 a 70	75 a 95	2.0 a 3.0
200/202/201*314	80 a 120	110 a 140	3.5 a 4.0
200/202/201*406	120 a 130	130 a 145	4.0 a 5.0
200/202/201*509	140 a 160	150 a 200	5.5 a 8.0
200/202/201*700	160 a 200	200 a 260	8.0 a 9.0
200/202/201*900	180 a 240	250 a 310	8.5 a 12
202/205/204*604	230 a 260	290 a 360	9 a 11
202/205/204*904	300 a 360	400 a 490	14 a 16
207.5/211/210*604	220 a 280	360 a 410	14.0 a 17.0
207.5/211/210*713	290 a 370	400 a 500	18.0 a 20.0
207.5/211/210*904	500 a 600	600 a 700	21.0 a 24.0

### **1.8.6 Diseño de envases aerosoles**

Los envases aerosoles, no importando su estilo, tipo ni tamaño, se producen en dos presentaciones: liso y litografiado.

La presentación lisa no presenta ninguna decoración impresa. Generalmente a éste envase el cliente le coloca una etiqueta con la decoración o identificación del producto que contiene. Los recubrimientos internos y externos dependerá de las requerimientos del producto que el cliente envase.

La presentación litografiada es aquella en el cual el diseño del producto se imprime en la hojalata o cuerpo del envase. Pueden ser de dos tipos:

- Decoraciones metálicas: son aquellas que presentan colores o fondos con apariencias de metal; esto se logra porque a la parte externa de la lámina se le aplica un recubrimiento de barniz transparente; luego se aplican los colores sobre éste para obtener la presentación deseada.
- Decoraciones no metálicas: son aquellas que presentan colores o fondos blancos; esto se logra porque a la parte externa de la lámina se le aplica un recubrimiento de esmalte blanco, luego se aplican los colores para obtener la presentación deseada.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

### **2.1 Descripción del proceso de fabricación**

Se describirá en forma general el proceso de fabricación del envase aerosol, desde la recepción de materia prima en el primer puesto de trabajo hasta el empaque de producto terminado. Mas adelante se detallará el proceso de ensamble de envases por ser el departamento en donde se implementará la técnica SMED.

La fabricación de un envase aerosol inicia obviamente con las necesidades y requerimientos de los clientes; con ayuda de la orden de producción se definen las especificaciones que regirán la fabricación del producto, tales como: tipo de empaque a utilizar, tamaño del envase, decoración o diseño, componentes (domos y fondos), si lleva o no recubrimiento interno, etc.; en fin se deben considerar todos los atributos.

Se procede a la aplicación de recubrimientos o barnices a la hojalata en el departamento del litografía. Dicha hojalata servirá en la impresión del envase. Se debe tomar en cuenta si el envase requiere o no barniz interno y si la presentación externa del envase será metálica o blanca.

Todos los barnices son curados en hornos de secado a temperaturas especificadas en las hojas técnicas de los mismos; son aplicados en máquinas barnizadoras por medio de rodillos de poliuretano teniendo predeterminados las zonas de reservas para efectuar posteriormente la operación de corte y soldadura del envase.

La hojalata barnizada se traslada al área de impresión para procesar el diseño requerido por el cliente. El trabajo es realizado en prensas *offset* de un solo color, es decir, una prensa que posee únicamente una torre de impresión; ello requiere que la hojalata pase por la prensa tantas veces como colores se requiera imprimir hasta lograr el diseño final. Siguiendo las normas de la Compañía se deja en reposo la impresión terminada para que el barniz de acabado (o barniz final) termine de polimerizarse a los pigmentos de tintas utilizadas.

La hojalata impresa es trasladada al área de corte para que sea cortada o transformada en plantillas llamados “cuerpos del envase”.

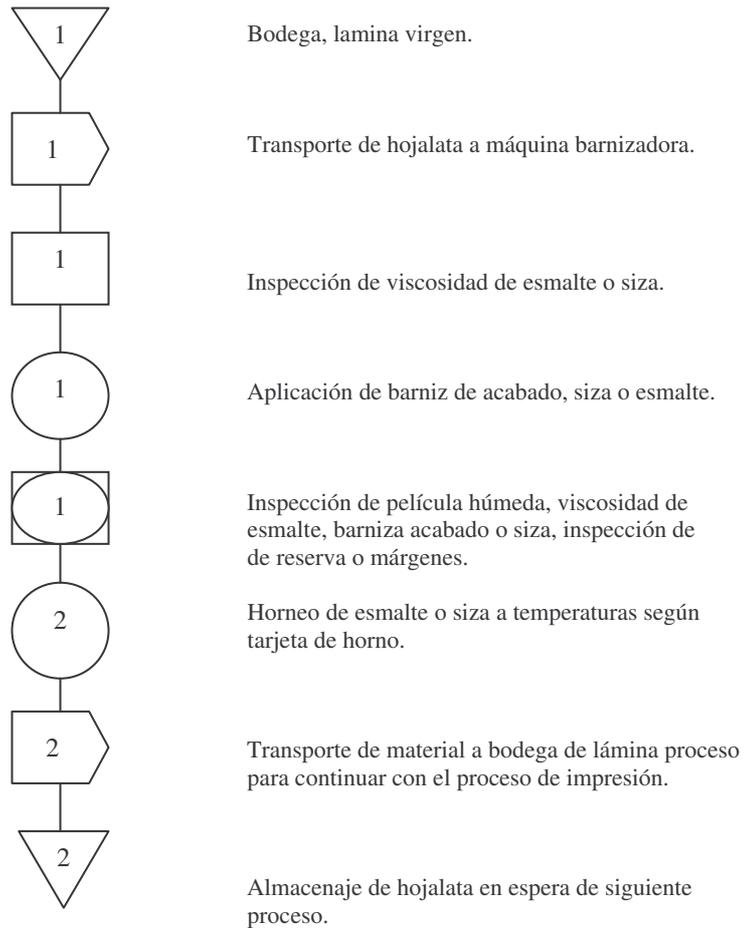
Una vez cortadas las plantillas, las mismas son trasladadas al departamento de ensamble para conformar el envase aerosol. Aquí las plantillas son cilindradas y soldadas por medio de máquinas automáticas, se les aplican los respectivos barnices de costura lateral (interno y externo), los domos y fondos son unidos a los cilindros por medio de cerradoras automáticas por conformar finalmente los envases.

Una vez ensamblado los envases, son probados en máquinas inyectoras de aire a presión para determinar la hermeticidad y calidad de sellado o cerrado de los mismos. Por último son empacados en cajas o bolsas termoencogibles.

## 2.2 Diagrama de proceso de la fabricación de envase aerosol

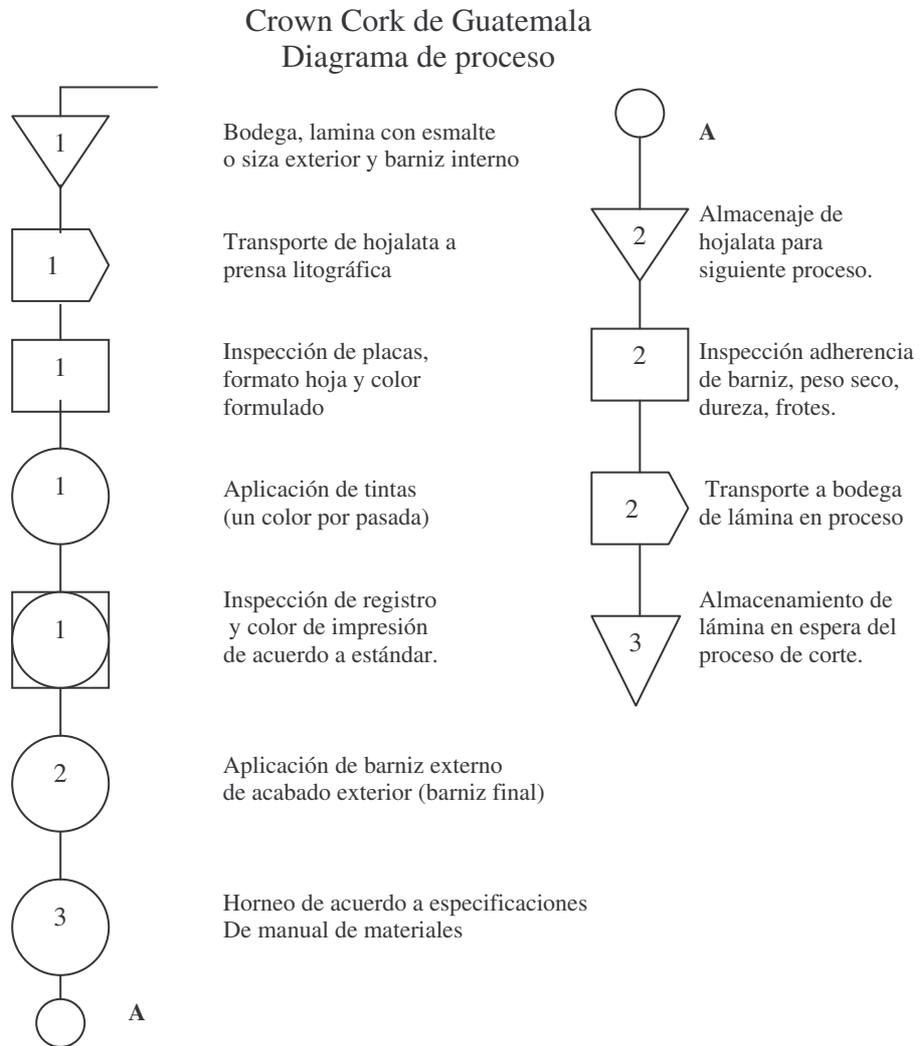
**Fig. 5 Diagrama de proceso de preparación de hojalata**

**Crown Cork de Guatemala  
Diagrama de proceso**



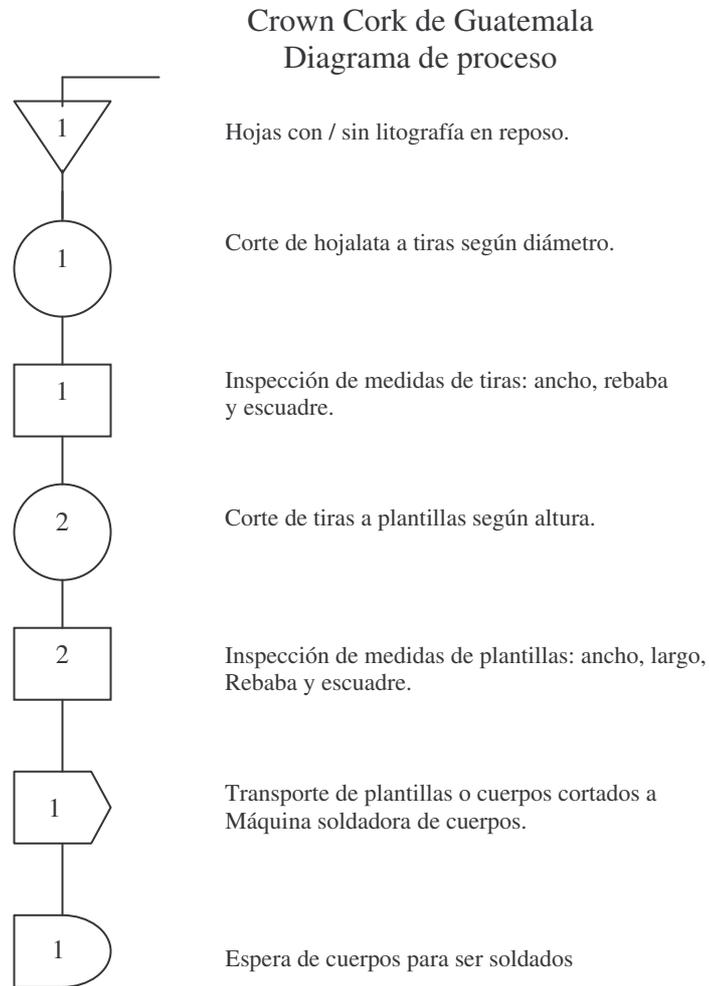
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	2
Inspección	□	1
Operación-inspección	○□	1
Almacenaje	▽	2
Transporte	◡	2

**Fig. 6 Diagrama de proceso de impresión de hojalata**



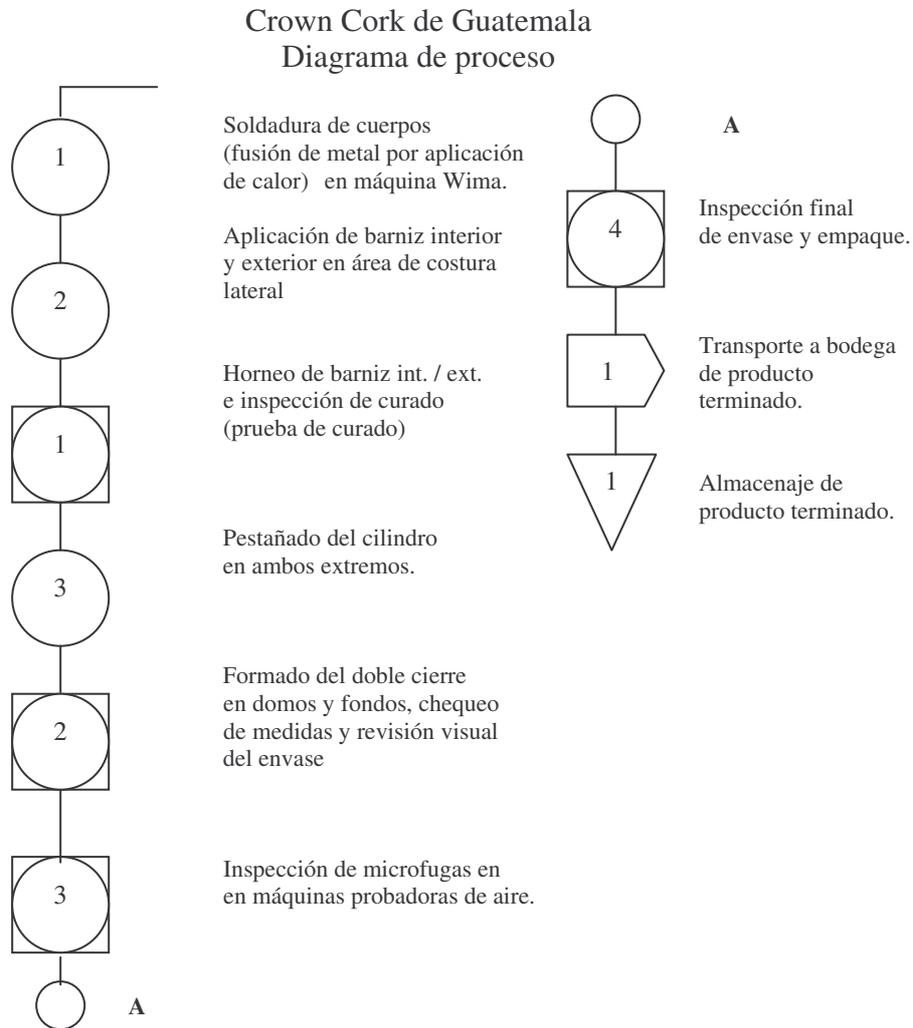
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	3
Inspección	□	2
Operación-inspección	◻	1
Almacenaje	▽	3
Transporte	⬠	2

**Fig. 7 Diagrama de proceso de corte de hojalata litografiada o sin litografía.**



DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	2
Inspección	□	2
Operación-inspección	◻	0
Almacenaje	▽	1
Transporte / Demora	◻ / ◻ <sub>1</sub>	1 / 1

**Fig. 8 Diagrama de proceso de ensamble de envase aerosol**



DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD
Operación	○	3
Inspección	□	0
Operación-inspección	◻	4
Almacenaje	▽	1
Transporte	◷	1

### 2.2.1 Descripción del proceso de ensamble de envases aerosol

En el inciso 2.1 se describe en forma general los procesos de barnizado e impresión de hojalata. En el presente inciso se profundizará un poco más acerca del proceso de ensamble de envases aerosoles ya que una vez que la lámina ha sido cortada en plantillas al tamaño requerido (diámetro y altura), se procede a las siguientes operaciones:

a) Conformación del cilindro o cuerpo del envase (automático):

Se realiza por medio de máquinas soldadoras llamadas *Wimas VAA20*. La plantilla cortada es succionada por medio de vacío hacia unos rodillos llamados *desapiladores* los cuales conforman el cilindro; luego los cilindros son transportados internamente por medio de cadenas hacia unas *roldanas o discos electrodos* para conformar la soldadura a lo largo del cilindro con un traslape milimétrico (soldadura en arco). La soldadura es obtenida con la ayuda de un hilo de cobre la cual es fusionada con el metal de los cilindros.

b) Aplicación de un barniz interno y externo de costura lateral (automático):

Inmediatamente después de formado los cuerpos o cilindros, éstos son pasados por un sistema de *brochas* que aplican el barniz de costura externo, al mismo tiempo que son pasados por una *pistola de aspersion* la cual aplica el barniz de costura interno. La aplicación de ambos barnices de costura debe ser homogénea y debe cubrir en su totalidad el área de reserva de soldadura que previamente fue dejado durante el proceso de barnizado de hojalata.

c) Horneo de barniz interno y externo de costura lateral (automático):

El curado de los barnices aplicados en el inciso “b” es realizado por medio de *quemadores de gas propano* a una temperatura de 160°C. Antes de iniciar la corrida de producción se debe chequear el curado de dichos barnices usando los

lineamientos de los manuales de control de procesos y el manual de especificaciones de productos.

d) Pestañado del cuerpo o cilindro (automático):

Después de aplicar los barnices, los cilindros son transportados por medio de *cadena transportadoras, una banda magnética, volteador de envases y por último carrilera de varillas hacia la máquina ensambladora denominada Lanico*. La operación de pestañado o recalado de envases es necesaria para preparar los cilindros para recibir un fondo o un domo; es llevada a cabo por un par de matrices o chucks denominados *pestañadores*, éstos son introducidos simultáneamente en ambos extremos del cuerpo de la lata. En esta operación se determina también la forma del envase en su estructura superior e inferior, es decir, si el envase va a ser neck-in o recto. La profundidad de penetración de los pestañadores determinará el ancho de la pestaña que se producirá para la posterior operación de sellado o ensamble con el fondo y domo. La medida del ancho de pestaña está estandarizado en el manual de control de procesos de la compañía.

e) Ensamble de domo y fondo (automático):

Los cilindros pestañados pasan inmediatamente para ser ensamblados con el fondo y el domo, estos son liberados de la máquina por dos sensores al detectar el movimiento de los cilindros. Al ser soltado un fondo, la máquina lo coloca en el extremo inferior del cilindro pestañado, luego una moleta y un shock realizan el cerrado de primera y segunda operación, a esto se denomina *dobles cierre*, este mismo procedimiento es aplicado en el cerrado del domo. El cerrado de primera y segunda operación determinan la hermeticidad de los envases, todos los chequeos y revisiones se encuentran estandarizadas en el manual de control de procesos.

f) Probado de envases (semi-automático):

Los envases terminados son inspeccionados en forma aleatoria en máquinas *Probadoras de Aire* para garantizar la hermeticidad de los envases. El sistema de probadoras sumerge los envases en agua, inyecta aire comprimido a una presión que oscila entre 130 a 150 psi. De existir fuga, el burbujeo avisa a la persona que está operando la máquina para informar a todo el personal de línea y corregir el problema que está ocasionando la falla. Este es un tipo de muestreo en línea para determinar la calidad del doble cierre en los envases. Los envases son probados al 100% únicamente al terminar de realizar un cambio de altura en la línea.

g) Empaque de producto terminado (manual):

No todos los envases pasan por el inciso “f” ya que como se dijo con anterioridad es un muestreo en línea (solo el 10% del total de la producción es probado). La mayoría de envases al terminar la operación descrita en el inciso “e” van directamente al área de empaque, en donde visualmente se realiza la última inspección de producto terminado, seguidamente son empacados en cajas de cartón corrugado o bolsas termoencogibles según el requerimiento de los clientes. Las cajas o bolsas son apiladas en tarimas de madera para su despacho inmediato o para ser trasladadas a bodega de producto terminado.

### **2.3 Esquema general del costo de fabricación**

Crown Cork de Guatemala S.A. utiliza el sistema de *contabilidad de costos estándar*. Fija los costos unitarios de las materias primas a utilizar, mano de obra y costos indirectos de fabricación en base a los costos históricos de la Compañía (estos se basan en el presupuesto de ventas). Dichos costos son enviados a la casa matriz Crown Holdings, Inc. (Philadelphia U.S.A.) para su aprobación. Los costos históricos aprobados se convierten en los costos estándar que medirán la operación durante un año.

El objetivo es claro: proporciona la información oportuna para el análisis y toma de decisiones que afecten al costo de fabricación y responde de una manera eficiente a los clientes respecto al precio de venta de los envases de acuerdo a los tamaños y diseños requeridos.

### **2.3.1 Mano de obra:**

- Verificación de cantidad de personas por línea de producción y hoja de trabajo con los promedios de salario de todo el personal que conforma la planta (netamente operativo). El valor en moneda local mensual.
- Cálculo de prestaciones por tipo de beneficio de acuerdo al salario base. Se presenta el porcentaje en relación al salario del personal de planta (netamente operativo).

### **2.3.2 Materia prima:**

- Cotización de todas las materias primas al precio actual. Sirve como base para fijar el costo estándar; se le incrementa un porcentaje en el precio por la inflación que sufre nuestra moneda.
- Rendimiento de hojalata en los diferentes diámetros y alturas de envases (No. de plantillas por hoja).
- Consumo en kilos por millar de hojas de alambre de cobre.
- Consumo en kilos por millar de hojas de barnices: recubrimientos internos, barnices de acabado, recubrimientos externos y esmaltes.
- Consumo de tintas en kilos por millar de hojas.
- Secuencia litográfica por producto: cantidad de pasadas en recubrimientos internos y externos, barniz de acabado, esmaltes y tintas.
- Precio de los componentes para envases aerosoles: domos y fondos.

- Consumo por millar de envases del barniz de costura interna para envases de acuerdo a las alturas (no importa el diámetro).
- Precio del material de empaque.

### **2.3.3 Costos indirectos de fabricación**

- Cálculo de prestaciones por tipo de beneficio de acuerdo al salario base. Se presenta el porcentaje en relación al salario del personal administrativo.
- Número de supervisores y personal administrativo El valor en moneda local mensual.
- Se establece un total de gastos de la planta enlistados como misceláneos de planta, servicios y suministros. Se les incrementa un porcentaje por la inflación.
- Verificación de las velocidades estándar de las máquinas de los departamentos de litografía y ensamble. Esto no es un gasto, sin embargo es de vital importancia para determinar los costos de manufactura.
- Metros cuadrados de las instalaciones que ocupa cada centro del costo: departamento de litografía, ensamble, fotomecánica, laboratorio, bodegas y oficinas administrativas y las áreas verdes. Lo anterior sirve para la distribución del uso de la energía eléctrica en la planta.
- Verificación del precio de energía eléctrica en kwh, gas propano en valores y galones, kerosina en valores y galones.
- Se observan y estudian los indicadores económicos de tasas de cambio e inflación para tener un comparativo con la moneda.
- Depreciaciones por departamentos y centros de costos.

Una vez integrado el costo de fabricación para los diferentes envases (diámetro y altura), el departamento de contabilidad establece un patrón de comparación: *el costo total/ hora de cada departamento y el costo total de la planta.*

Por razones de implementación, se tomará en cuenta únicamente el costo total/hora de cada departamento. Considerando los diferentes diámetros y altura de envases que Crown Cork de Guatemala fabrica se obtiene la siguiente información:

Costo/hora departamento de litografía: Q1,400.00/hora

Costo/hora departamento de ensamble: Q1,190.00/hora

Cómo se miden las variaciones?

- a) *Materia Prima*: En el módulo de inventarios se controlan todas las compras. Al registrarse algún ingreso de materia prima, el sistema compara el precio de compra actual contra el costo estándar de dicha materia prima. Se establece la variación positiva o negativa y al final del mes se contabiliza. Si la variación es positiva, se carga la cuenta de *inventarios* y se abona la cuenta de *variaciones* (si el costo estándar es mayor que el precio de compra). Si la variación es negativa, se carga la cuenta de *variaciones* y se abona la cuenta de *inventarios* (si el costo estándar es menor que el precio de compra).
- b) *Eficiencia*: Dependiendo de la cantidad de unidades producidas, el sistema de costos establece la cantidad de gastos que se deben ser utilizados en: mano de obra, beneficios, materiales de mantenimiento, servicios, suministros y misceláneos; éstos son comparados con los gastos reales incurridos. La variación es positiva si los gastos presupuestados, de acuerdo al volumen producido, son mal altos que los utilizados. La variación es negativa si los gastos presupuestados son mas bajos que los utilizados.
- c) *Volumen*: Cuando se efectúa el presupuesto se consigna la cantidad de unidades que se va a producir cada mes. Para efectos de costos se establece un promedio mensual para la producción de envases. Si la producción mensual no cumple con

d) la cantidad presupuestada, entonces se origina una variación negativa; si se produce más de las unidades presupuestadas, entonces se origina una variación positiva.

#### **2.4 Integración del volumen mensual y tiempos de entrega.**

- Los Ejecutivos de Venta visitan en forma regular a los clientes de la compañía; se les asesora con pronósticos o proyecciones de compras efectuadas por cada uno de ellos. La producción de envases se realiza sobre pedidos en base a ordenes de compra colocadas.
- Tomando en cuenta que el 80% de los clientes requieren envases de diferentes diámetros y alturas, el departamento de ventas integra con quince días de anticipación el volumen de envases a ser fabricado durante el mes. La información es trasladada a la Gerencia y Jefatura de Producción; ésta es discutida juntamente con las Gerencias de Calidad y Mantenimiento para la planificación correspondiente; de esta manera se aseguran los recursos humanos, materiales, condiciones de máquinas, etc. para cada una de las líneas de producción. El objetivo es claro: entregas a tiempo, completos y con la calidad requerida.
- La política de entregas de la compañía establece que una vez recibida la orden de compra, el producto debe ser entregado en un mes calendario. Para pedidos urgentes la entrega se efectúa en una semana calendario.
- No es política de la Compañía mantener en piso stock mínimo de envases terminados litografiados. El único inventario de producto terminado que se tiene en piso es el de envases genéricos (o lisos sin impresión) ya que son utilizados por el 30% del total de clientes de la compañía.

## **2.4.1 Planificación de la producción del departamento de ensamble.**

Tomando en cuenta que en la fabricación de un envase aerosol participan también los departamentos de litografía y corte, se hará mención general de los aspectos que hay que tomar en cuenta para la planificación de la producción en los mismos.

### **Departamento de litografía**

- Base para planificar: ordenes de compra
- Presentación del envase: a) presentación ya existente, b) presentación nueva
- Diámetro del envase: clasificar el producto tomando en cuenta el diámetro del envase no importando la altura. Diámetro 202, 205, 211. Esto es importante porque cada diámetro utiliza un formato diferente de hojalata en la impresión y barnizado.
- Asociación de colores: un mismo color puede ser usado para varias presentaciones. En todo caso se debe asociar el producto de acuerdo a la semejanza de colores entre una y otra presentación.
- Tipo de pedido: para ser producido en tiempo normal y pedidos urgentes.
- Tiempo de impresión: tomar en cuenta la cantidad de colores que requiere la presentación a imprimir porque de esto dependerá la cantidad de cambios de utilaje en la prensa (y por ende el tiempo).

### **Departamento de corte**

Este departamento no presenta problemas al momento de planificar porque se tiene disponible una cortadora para cada diámetro de envases. Semanalmente se entrega la programación de corte al Jefe de Cortadores para regular las Máquinas Cizallas de acuerdo a las alturas de los envases a fabricar.

## **Departamento de ensamble:**

Este es el punto de interés para el presente trabajo de graduación.

### **2.4.1.1 Clasificación de los productos a ensamblar**

El departamento de ensamble recibe, del departamento de corte, plantillas o cuerpos cortados. Existen tres líneas de ensamble, una para cada diámetro (202, 205 y 211). Para un mismo diámetro de envases se pueden fabricar diferentes alturas de envases que van desde un 214 hasta un 904 (la tabla II pag. 19 del presente trabajo de graduación muestra únicamente las alturas que regularmente Crown Cork Guatemala fabrica en la actualidad). En una línea se ensambla un sólo diámetro, luego en esa misma línea se agrupan los envases de acuerdo a la altura no importando la presentación. Lo anterior se realiza para aumentar la eficiencia ya que la velocidad de las máquinas está dada en función de las alturas: *a menor altura, mayor velocidad de máquina*. A veces es necesario realizar cambios de altura no programados debido a los pedidos urgentes.

### **2.4.1.2 Tiempo de ensamble**

El tiempo de ensamble de “X” presentación está en función únicamente de la cantidad pedida por el cliente. Sin embargo, es importante hacer notar que el mínimo aceptado por la compañía antes del año 2004 era de 10,000 unidades por presentación. Aquí es donde se vuelve importante la técnica SMED ya que desde hace un año el 40% de los clientes requirieron bajar los mínimos a 5,000 envases por presentación. Ello se debe a la diversidad de productos similares que hay en el mercado el cual no les permite tener inventarios altos en stock. Por tal razón, se decidió trabajar bajo estas condiciones porque también las cuentas por cobrar han sido afectadas.

### **2.4.1.3 Plan de producción**

Una vez considerado los factores para la planificación, se realiza una comparación entre el tiempo disponible y el tiempo requerido para la producción en el departamento de ensamble. Para la planificación, también se toma en cuenta el tiempo que actualmente se toma el personal de línea en cambiar de una altura a otra para un mismo diámetro de envases. El tiempo sobrante se utiliza para realizar mantenimientos preventivos o correctivos, para cumplir con los pedidos urgentes y también para anticipar la fabricación de pedidos del mes siguiente.

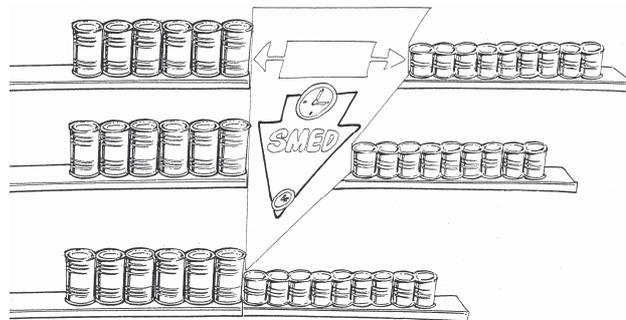
### **3. S.M.E.D. (Single Minute Exchange of Die)**

#### **3.1 Que es SMED**

SMED (*single minute exchange of die*) significa: cambio de utilaje en menos de diez minutos. Es una técnica desarrollada para acortar los tiempos de cambios de herramental o utilaje 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 mas inteligente con el menor esfuerzo posible. Aunque dichos tiempos no necesariamente son acortados a diez minutos, si se logra una reducción significativa respecto a los tiempos antes de aplicarla. *Fue una de las primeras técnicas que se divulgaron como parte del sistema Justo a Tiempo.*

Justo a Tiempo es una filosofía industrial que considera la eliminación o reducción de todo lo que implique desperdicio en actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina). No es un medio para conseguir que los proveedores hagan muchas entregas y con absoluta puntualidad para no tener que manejar grandes volúmenes de existencia o componentes comprados, sino que es una filosofía de producción que se orienta a la demanda: “se produce lo que el cliente realmente quiere”.

**Fig. 9 Definición gráfica de SMED**



El creador fue un Ingeniero Mecánico llamado Shigeo Shingo. La misma fue desarrollada a lo largo de 19 años; en el año 1969 redujo drásticamente el tiempo de cambio en una prensa de 1000T en Toyota Motors Company (Japón) de 3 horas a tres minutos.

Aunque conocida fuera del Japón alrededor de 1975 no fue aceptada de manera generalizada hasta 1980, desde entonces se ha venido aplicando en la industria asiática demostrando ser una de la técnicas más eficaces para mejorar el rendimiento de la fabricación en serie. Consta de cuatro pasos básicos y sencillos los cuales se describirán en forma más específica en el capítulo 4 del presente trabajo de graduación:

- Paso 1: Observar y medir.
- Paso 2: Separar actividades internas y externas.
- Paso 3: Convertir actividades internas a externas.
- Paso 4: Análisis de reducción de tiempos de las actividades internas y externas.

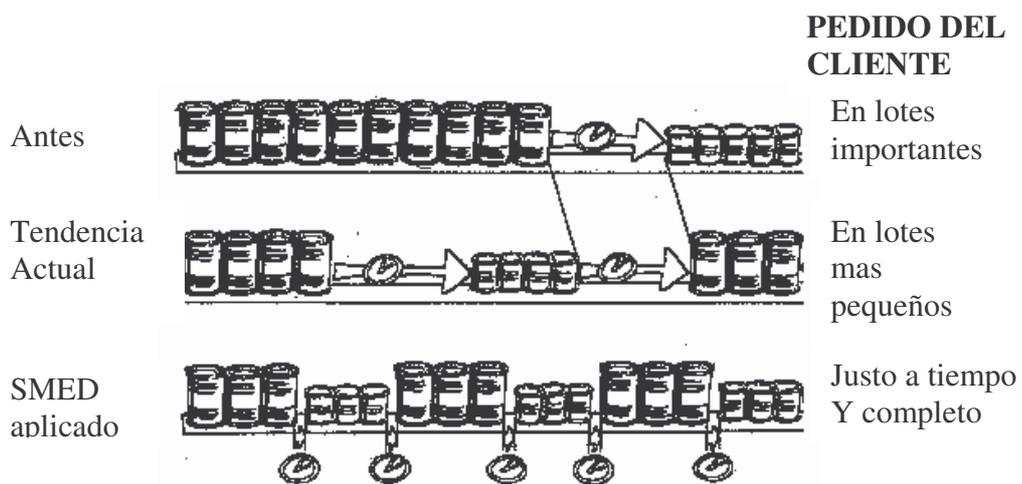
SMED también es una técnica que ayuda en el *análisis de operaciones* porque toma en cuenta cada actividad que se realiza al momento de estar cambiando los herramientas en las máquinas y trata de simplificar o eliminar las mismas. Respecto a éste punto Benjamín Niebel en su libro *Ingeniería Industrial* (9ª. edición, pags. del 94 al 99) establece: “La preparación – refiriéndose a cambio de herramental - está estrechamente ligada a la consideración del herramental, pues las herramientas a utilizar en un trabajo determinan invariablemente los tiempos de preparación y montaje. Para desarrollar mejores métodos el analista debe investigar la preparación y el herramental según las tres formas siguientes: (1) reducir tiempo de preparación mediante una mejor planeación y control de la producción; (2) diseñar – o rediseñar - el herramental para utilizar la máquina a su máxima capacidad; (3) introducir herramientas más eficientes”. Además agrega: “Las técnicas *justo a tiempo...* enfatizan la disminución de los tiempos de preparación al mínimo, eliminándolos o simplificándolos..., se entiende generalmente por tiempo de preparación el que comprende la obtención de herramientas y materiales, el acondicionamiento de la estación de trabajo correspondiente a la producción real, la limpieza de la misma y la devolución del herramental a la bodega. Como éste tiempo suele ser difícil de controlar, esta actividad es la parte del trabajo que se desarrolla con la menor eficiencia”.

Al analizar las operaciones durante los cambios de herramientas indudablemente se pueden obtener mejoras sustanciales. SMED analiza dichas operaciones o actividades en función del *tiempo* y en lugar de utilizar el criterio de una sola persona analista de métodos, utiliza el de un grupo de personas del nivel operativo (en nuestro caso el personal del departamento de ensamble).

¿Por qué es necesario reducir el tiempo de cambio en la producción en Crown Cork de Guatemala?

- a) Hace dos años, los clientes pedían grandes cantidades de un mismo envase aerosol o presentación.
- b) Actualmente la tendencia se dirige a cantidades más pequeñas de un mismo envase, debido a la diversidad que existe en el mercado y a las propias exigencias del consumidor final.
- c) En el departamento de ensamble se realizan en promedio 4 cambios de altura por línea. Hay tres líneas, una para cada diámetro de envases tal y como se describe en el inciso 2.4.1.1 de presente trabajo de graduación; en total se realizan 12 cambios/mes. Lo anterior obliga a mantener o aumentar la productividad de las líneas a pesar de generarse los mismos (ver figura 10). **Este es el objetivo del presente trabajo de graduación: disminuir el tiempo de cambio de altura.**

**Figura 10 SMED disminuye el tiempo de cambio de altura**



Beneficios al disminuir el tiempo de cambio de altura en una línea de ensamble de envases aerosoles:

- Producir lotes de envases pequeños.
- Reducir inventarios de envases genéricos.
- Líneas más productivas y por ende más competitivos.
- Reducción de costos innecesarios.
- Tiempo de entrega más cortos.
- Tiempos de cambio más confiables.
- Producir el mismo día, y en una misma línea, envases de diferentes alturas de un mismo diámetro.
- Aumentar la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda.
- Eliminar el desorden del departamento de ensamble.
- Aumentar el flujo de caja (cuanto antes se entrega, antes se factura).

### 3.1.1 Los despilfarros

El despilfarro es un gasto excesivo y superficial que por ser innecesario debe ser eliminado, ésta teoría es el principio de SMED. Por ejemplo: una negociación con la Empresa Eléctrica para reducir el precio del kilovatio x hora sería una *reducción de costo*, mientras que apagar las luces cuando hay suficiente luz natural o cuando realmente no se necesite sería una *eliminación de despilfarro*.

Taiichi Ohno, un experto japonés, identificó hace varias décadas siete tipos de despilfarros en los procesos productivos:

- Por exceso de producción: realizar una producción de envases no ajustada a las cantidades demandadas por los clientes.
- Por tiempos de espera: personas pasivas o máquinas paradas.
- De transporte: manipulación y traslado de materiales.
- De proceso: actividades innecesarias, maquinaria en mal estado.
- De existencias: materiales obsoletos, excesos de existencias, almacenes intermedios.
- De movimiento: movimientos innecesarios o incómodos para las personas.
- Por defectos del producto o servicio: reclamaciones, garantías, rechazos.

Posteriormente se añadió a la lista un octavo tipo de despilfarro que resultó ser la más importante: *no utilizar la inteligencia, imaginación y creatividad de todas las personas de una organización.*

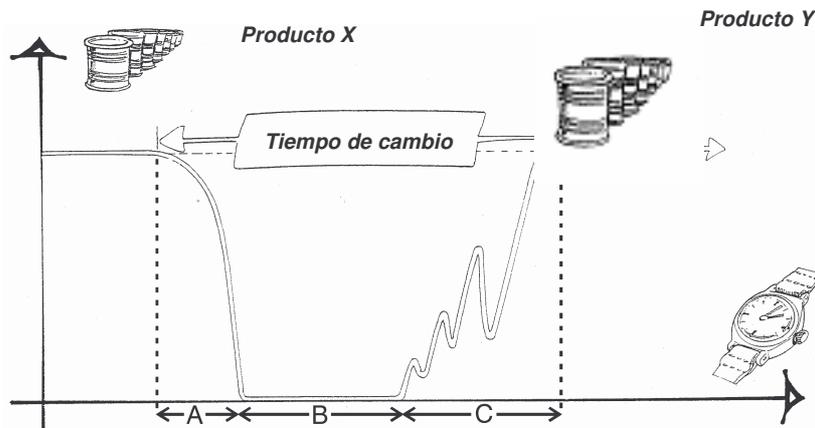
### **3.1.2 Tiempos de cambio de producción**

Llamado también “cambio total” y son los tiempos utilizados al cambiar herramental o utilaje en las máquinas de una línea de producción.

Aplicando la anterior definición en el departamento de ensamble de Crown Cork Guatemala: *es el tiempo transcurrido entre la fabricación del último envase aerosol bueno a la velocidad de producción estándar especificada y altura “X” y la fabricación del primer envase aerosol bueno a la velocidad de producción estándar especificada y altura “Y”.*

**Fig. 11 Cambio total**

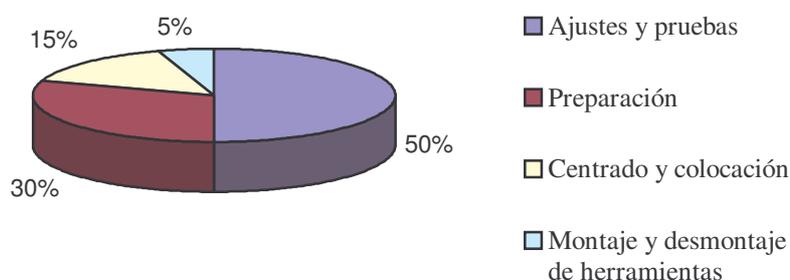
- A → Tiempo para apagar la (s) máquina (s)
  - B → Máquina (s) apagada (s)
  - C → Ajustes y puesta en marcha de la (s) máquina (s)
- } Cambio total



### 3.1.3 Actividades típicas en los cambios

Según estudios realizados los cambios de producción incluyen típicamente cuatro actividades generales de las cuales el montaje y desmontaje de herramientas representa tan solo el 5% del total del tiempo, mientras que la realización de ensayos y ajustes constituyen típicamente el 50%. Normalmente la atención y esfuerzo de las empresas (Crown no ha sido la excepción) se centran únicamente en el 5% mientras que SMED se centra en el 100%

**Fig. 12 Desglose típico de las actividades de cambio**



### **3.2 Quién aplica el workshop SMED**

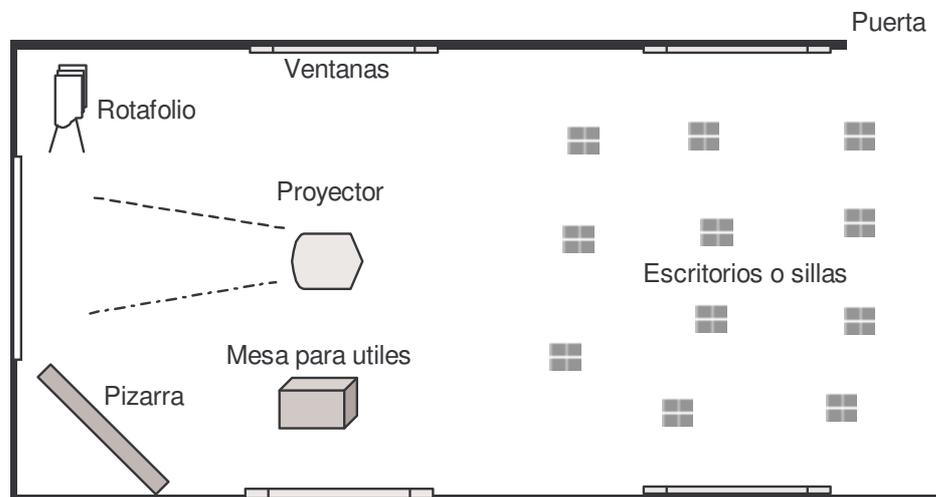
Tal y como se describió con anterioridad, un workshop conlleva una serie de ejercicios prácticos realizados en piso. La aplicación estará a cargo del personal del departamento de ensamble porque como miembros de planta poseen siempre un conocimiento más profundo del área-máquina-línea. La experiencia y habilidad de cada uno de ellos permitirá establecer mejoras para ser aplicadas inmediatamente. Todas aquellas mejoras que requieran más tiempo para su aplicación se les dará seguimiento por parte del equipo SMED Ensamble (integrado en el inciso 5.2 del presente trabajo de graduación).

### **3.3 Lista de verificación previa al workshop SMED**

El presente listado debe tomarse en cuenta para el taller de capacitación de SMED que será impartido durante una semana (contenido de los capítulos 4 y parte del 5 del presente trabajo de graduación y cuya programación se encuentra resumida en el inciso 3.5):

- La sala idónea para celebrar el workshop: espaciosa, con sillas o escritorios, buena ventilación, próxima al área de trabajo, silenciosa, buena iluminación natural.
- En la sala deben haber: marcadores para pizarras, post-its, proyector, transparencias del módulo de entrenamiento, papel, bolígrafos, cronómetros (de acuerdo al número de maquinas de la línea a ser analizada), tableros con suficientes hojas papel bond carta, cinta adhesiva, portafolios, cámara fotográfica, engrapadoras, perforadora.
- En la sala no deben haber: impresoras, teléfonos, alimentos, desorden, personas ajenas o no invitadas y todo aquello que distraiga la atención del equipo.

**Fig. 13 Plano de ubicación de sala idónea para SMED**



### 3.4 Datos que deben recogerse con anterioridad al workshop SMED

Tomando en cuenta que el SMED a implementar en el departamento de ensamble enfocará su atención en *cambios de altura de envases aerosoles*, es necesario obtener información acerca de los tiempos actuales utilizados para realizar dichos cambios, para ello se tomarán los datos del “reporte de efectividad diario” del departamento de ensamble (ver en sección de anexos del presente trabajo de graduación, figura 27, el modelo del formato):

- *El promedio del tiempo de cambio actual* = 60 minutos.
- *El mejor tiempo de cambio sin haber aplicado SMED* = 50 minutos.
- *Promedio o cantidad de cambios en un mes* = 12 (ver tabla III, pag. 44).
- *Definición del tipo de cambio* (por ejemplo: altura y diámetro, solo altura, cambio de decoración de envase, etc ) = en nuestro caso *solo altura*.
- *Procedimiento estándar de operación actual para los cambios (PEO)*  
*¿Existe alguno disponible?* Respuesta: No existe alguno.
- *Encargados de los cambios previo a SMED:*  
Máquina Wima: operador.  
Máquina Lanico: operador (mecánico de línea).  
Maquinas Probadoras de Aire y bajadas: operador (1 persona).  
Volteadoras de envases: operadores empacadores (2 personas).
- *Razones por la que se ha elegido la línea para ser analizada:*  
Independientemente que línea se elija servirá para sentar las bases del SMED ya que las tres líneas usan los mismos modelos de máquina en su totalidad y en las tres líneas se realizan en promedio 4 cambios de altura/mes (para mayor información ver inciso 3.1, pag. 40 del presente trabajo de graduación).

- *¿Existe recurso económico para invertir en la línea si fuera necesario?* Si existe recurso económico, las mejoras sugeridas serán evaluadas en su oportunidad por las gerencias de planta (Producción, Calidad, Mantenimiento, Seguridad Industrial) y la Gerencia General.

**Tabla III**                      **Histórico de tiempos utilizados en el año 2004 para la realización de cambios de altura en líneas de envases aerosoles, tiempo en minutos**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	PROM.
Promedio tiempo actual	55	60	59	61	62	61	61	58	60	60	61	60
Mejor tiempo obtenido en el mes	50	61	60	58	58	55	60	53	61	60	75	50
Cantidad cambios durante el mes	15	13	13	11	10	12	12	11	10	14	12	12

**FUENTE:** Información obtenida de los formatos “reporte de efectividad diario” del departamento de ensamble. Los datos registrados han sido proporcionados por el personal del área de empaque designados para llevar el control de tiempos muertos.

### 3.5 Programa de actividades para el workshop SMED

Día 1 (Teórico):

- Presentación general del taller (workshop) de SMED, expectativas y objetivos a alcanzar.  
8:00 a.m. (aprox.. 1 hora).
- Conceptos: productividad, workshop, tormenta de ideas, pareto, diagrama de causa-efecto y costos.  
9:00 a.m. (aprox.3 horas).
- Teoría 5S.  
13:00 p.m. (aprox. 3 horas).

Día 2 (Teórico):

- Todo lo concerniente a la parte teórica de SMED.  
8:00 a.m. (aprox. 4 horas).
- Datos que deben recogerse con anterioridad al workshop SMED.  
13:00 p.m. (1 hora).
- Visita del equipo al área de aplicación SMED y determinar condiciones de máquinas Lanico, Wima, Probadoras de Aire y Volteadores de Envases.  
14:00 p.m. (2 horas).

Día 3 (Práctico):

- Asignación de responsabilidades para el primer cambio práctico de altura y repaso de los 4 pasos de SMED.  
8:00 a.m. (aprox. 1 hora).
- Realización del cambio de altura y aplicación de los cuatro pasos de SMED.  
9:00 a.m. (el resto del día).

#### Día 4 (Práctico):

- Asignación de responsabilidades para el segundo cambio práctico de altura. Se deben implementar las mejoras sugeridas por el equipo para acortar el tiempo de cambio de altura respecto al primer cambio realizado el día 3. Todas las mejoras que no se implementen por razones de tiempo, quedarán establecidas en un plan de acción a mediano o largo plazo.

8:00 a.m. (aprox. 30 minutos)

- Realización del segundo cambio de altura y aplicación de los cuatro pasos de SMED.

8:30 a.m. (el resto del día).

#### Día 5 (Práctico):

- Asignación de responsabilidades para el tercer y último cambio práctico de altura (30 minutos). Se deben implementar las mejoras sugeridas por el equipo para acortar el tiempo de cambio de altura respecto al segundo cambio realizado el día 4. Todas las mejoras que no se implementen por razones de tiempo, quedarán establecidas en un plan de acción a mediano o largo plazo.
- Realización del tercer cambio de altura de acuerdo a los últimas mejoras sugeridas.
- Estandarización de las nuevas actividades para el cambio de altura PEO's.
- Estandarizar áreas de trabajo.
- Integración del equipo SMED y sus responsabilidades.
- Elaboración de planes de acción de mejora continua corto, mediano y largo plazo.

Posteriormente el equipo de SMED-Ensamble integrado, dará seguimiento formal al plan de acción de mejora continua (mediano y largo plazo) durante dos meses como máximo para determinar al final de éste periodo el estándar a cumplir para el *nuevo tiempo de cambio de altura*.

### **3.6 Responsabilidades del coordinador de workshop SMED**

Para cumplir con el objetivo trazado, es fundamental que sea nombrada una persona por parte de la Gerencia General para que de seguimiento directo a la implementación de las mejoras juntamente con el líder del equipo. A ésta persona se le llamará *Coordinador* y sus responsabilidades serán:

- Mantener trabajando activamente los equipos SMED de la compañía.
- Responder a las necesidades de los equipos en cuanto a capacitación e información referente a la solución de problemas se refiere.
- Evaluar las soluciones recomendadas por los equipos y trasladar sugerencias a las Gerencias de cada área para su pronta implementación.
- Coordinar con la Gerencia General y Líder de equipo, los proyectos que requieran inversiones significativas y definir las soluciones más factibles.

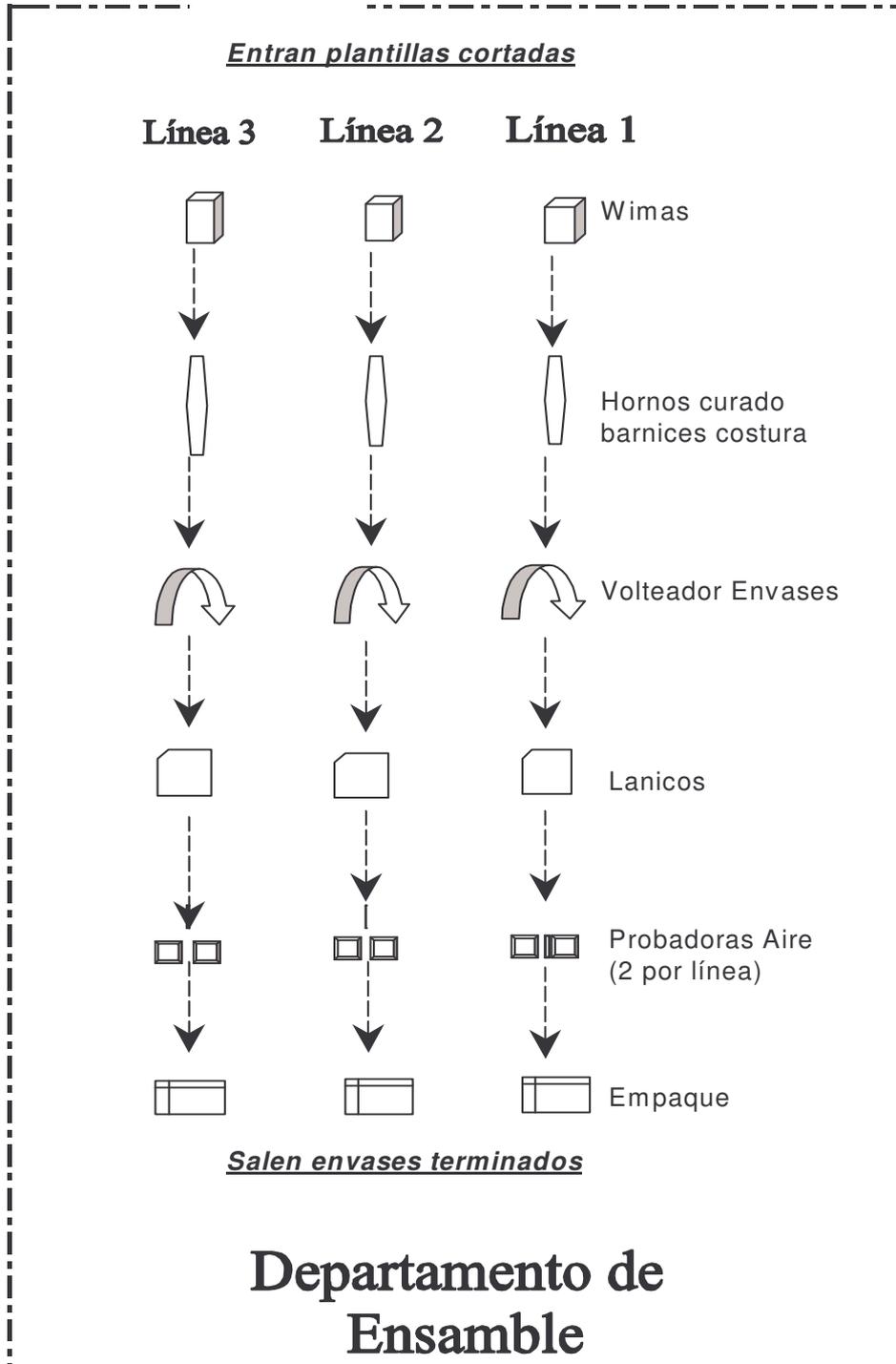
## **4. SMED IMPLEMENTADO EN UNA LINEA DE ENSAMBLE DE ENVASES AEROSOLES PARA CAMBIOS DE ALTURA**

Las Gerencias de Producción, Mantenimiento y Aseguramiento de Calidad decidieron asignar a todo el personal del departamento de ensamble en la implementación de SMED. La primera fase consiste en impartir toda la parte teórica del “Programa de actividades...” contenido en el inciso 3.5 del presente trabajo de graduación.

### **4.1 Visita del Equipo al área de trabajo antes de aplicar SMED**

- La Gerencia de Producción decidió implementar SMED en las tres líneas de ensamble tomando en cuenta lo siguiente:
  - a) Las líneas usan el mismo modelo de máquina.
  - b) Todo el personal programado participa durante los cambios de altura.
- A continuación el equipo realiza una evaluación visual de cómo se encuentran las líneas antes de aplicar SMED. Se toman fotografías de las áreas o puestos de trabajo (ver dichas fotos en incisos 4.1.1, 4.1.2 y 4.1.3 del presente trabajo de graduación).
- Se decide que el primer cambio se realizará en la línea 2, el segundo cambio en la línea 1 y el tercer cambio en la línea 3 .

Fig. 14 Diagrama de recorrido departamento Ensamble

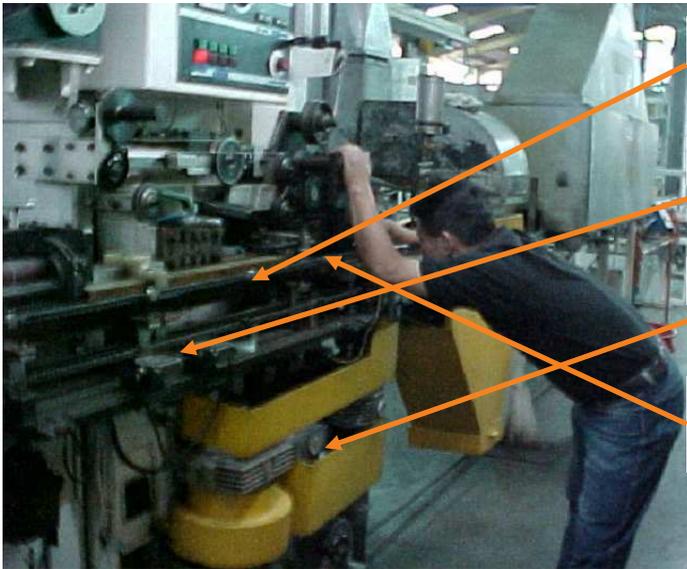


#### **4.1.1 Determinar condiciones de la máquina WIMA VAA20, soldadora de cuerpos**

- Soldadoras Wimas: realizan el cilindrado y soldado de cuerpos o plantillas.
- Modelo o serie: Soudronic AG 0810009VA2.4 /1986.
- Partes que participan durante un cambio de altura: desapilador, alimentador de plantillas, cadena de arrastre, sistema de velocidad, sensores de soldadura, sistema de puntos de soldadura.
- Chequeos y pruebas de arranque: rasgado, prueba de arbor, de bala y curado de barnices de costura lateral.
- Condición general de las máquinas: mantenimientos realizados en el tiempo programado, algunas piezas de las máquinas no son originales, requiere de un operador fijo, máquinas muy antiguas.

*Vista general de máquina soldadora Wima VAA20*





Cadena de arrastre

Sensores de soldadura

Sistema de velocidad

Sistema de puntos de soldadura



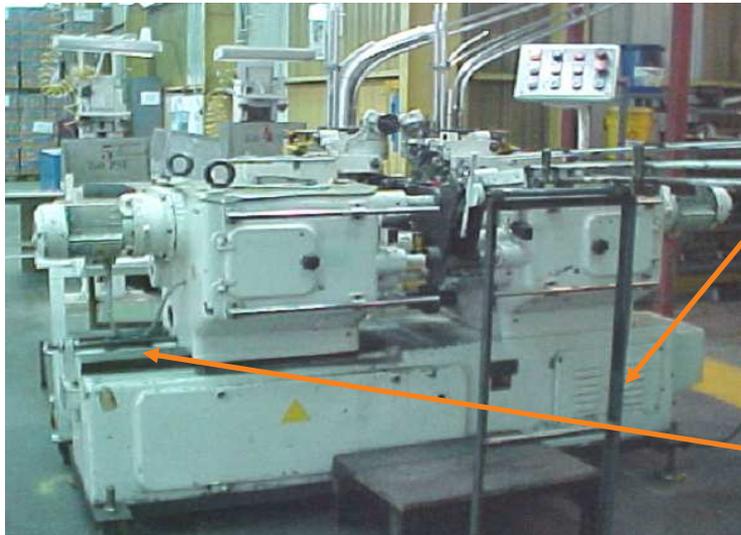
Alimentador de plantillas

Desapilador

#### 4.1.2 Determinar condiciones de la máquina Lanico, cerradora de cilindros

- Cerradoras Lanico: transforma los cilindros a envases terminados.
- Modelo o serie: BF280AE/1987.
- Partes que participan durante un cambio de altura: bancada horizontal de la máquina, pestañador, sistema de velocidad de la máquina.
- Chequeos y pruebas de arranque: pestañado, doble cierre, diámetro del domo y altura total del envase.
- Condición general de las máquinas: mantenimientos realizados en el tiempo programado, el 70% de las piezas cambiabiles de las máquina no son originales y han sido fabricados en planta, requiere de un operador fijo (mecánico de línea), máquinas muy antiguas.

*Vista general de máquina cerradora Lanico*



Dentro de ésta caja se encuentra la perilla del sistema de velocidad de la máquina

Bancada horizontal de máquina



Pestañador para cono o domo

Pestañador para fondo

### **4.1.3 Determinar condiciones de la máquinas Probadoras de Aire, prueba hermeticidad de los envases**

- Probadoras de aire: determinan la calidad de hermeticidad en los envases.
- Modelo o serie: Fabricados en el año 1,992.
- Partes que participan durante un cambio de altura: tornillo regulador de altura.
- Chequeo y pruebas de arranque: probar al 100% los primeros 50 envases después de haber completado el cambio de altura.
- Condición general de las máquinas: fabricadas en la planta de Crown Cork de Guatemala, hay dos por cada línea, tienen un buen mantenimiento

### *Vista general de máquinas Probadoras de Aire*



Parte que inyecta  
aire comprimido  
en la boquilla del  
domo del envase

Tornillo  
regulador de  
altura (hay dos  
probadoras por  
línea)

Recipientes que contienen agua para  
prueba de hermeticidad de envases

#### **4.1.4 Determinar condiciones de volteadores de envases**

- Volteadores de envases: sistema de transporte de cilindros de la Wima hacia la Lanico.
- Modelo o serie: no tiene, son fabricadas en la planta Crown Cork de Guatemala.
- Partes que participan durante un cambio de altura: Tornillos sin fin reguladores de altura, Volteador de Envases según el tamaño de envase a fabricar, tornillos sujetadores.
- Chequeo y pruebas de arranque: una vez colocado el Volteador, el envase debe deslizarse durante el trayecto sin ningún problema.
- Condición general: el área donde se guardan las diferentes bajadas: está muy desordenada y no están clasificadas por diámetro aunque si se encuentran identificadas por altura. No necesitan mantenimiento y se encuentran en buenas condiciones.

*Vista General de Volteador de Envases*



Tornillo sin-fin regulador de altura

Volteador de Envases según tamaño requerido

Tornillos sujetadores que ésta colocando operador

Área donde se guardan Volteadores de Envases muy sucia y desordenada



## 4.2 Asignación de responsabilidades para el primer cambio

Una vez que el personal se ha enterado de las condiciones de las máquinas, se procede a asignar las responsabilidades a cada uno de ellos para la aplicación práctica de SMED. Se asignan dos tipos de responsabilidades:

1. Las de cambio: Son todas las actividades necesarias a efectuar en cada máquina para realizar los cambios de altura, las mismas estarán a cargo de cada uno de los operadores regulares el cual permitirá establecer comparaciones directas y medir así las mejoras a implementar:
  - José Che: operador regular, asignado para el cambio de máquina soldadora Wima VAA20.
  - Josué Sepúlveda: mecánico-operador de línea, asignado para el cambio de máquina cerradora Lanico.
  - Adolfo Diéguez: empacador; asignado para cambio de Volteador de Envases.
  - Arturo Gómez: empacador; asignado para cambio de Volteador de envases.
  - Henry Hernández: operador Probadoras de Aire; asignado para efectuar el cambio en las dos Probadoras de Aire que tiene la línea.
  
2. Las de observación y toma de datos: Consiste en registrar datos sobre la forma de trabajar de cada una de las cinco personas que fueron asignados para cada máquina en el inciso “1”. Se asignan dos personas para cada máquina:
  - Hugo Ajcot y Victor Diéguez para máquina soldadora Wima.
  - Herber Rosales y Victor Alfaro para máquina cerradora Lanico.
  - Carlos Jopín y Julio Gálvez para Volteador de Envases.
  - Francisco Girón y Marvin Barillas para máquinas Probadoras de Aire.

### 4.3 Pasos cíclicos del SMED aplicados en tres cambios de altura

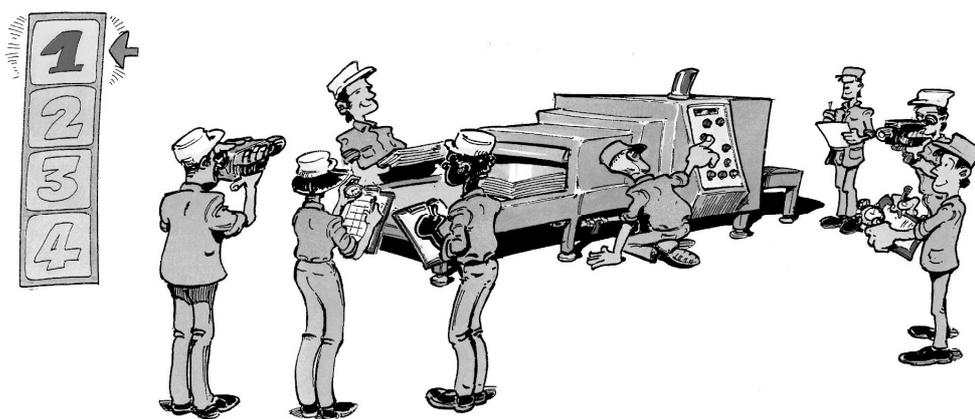
#### ***PRIMER CAMBIO EFECTUADO***

Línea 2 = diámetro de envase 207.5/210, se cambia de una altura 207.5/211/210\***604** a 207.5/211/210\***904**.

No se debe olvidar el concepto de tiempo total de cambio: *el tiempo transcurrido entre la fabricación del último envase aerosol 207.5/211/210\*604 bueno a velocidad de producción estándar especificada y la fabricación del primer envase aerosol bueno 207.5/211/210\*904 a la velocidad de producción estándar especificada.*

#### 4.3.1 PASO 1: Observar y medir

Fig. 15 Descripción gráfica del primer paso de SMED



Al pasar el último envase 207.5/211/210\*604 por la línea 2 inicia el cambio de altura. Las cinco personas asignadas realizan el trabajo a un ritmo normal. Las dos personas asignadas para la observación y toma de datos se distribuyen el trabajo de la siguiente manera:

- a) Una persona toma el tiempo en que el operador de la máquina realiza el ***cambio total de altura***, esta persona recibe el nombre de CRONOMETRADOR y es obvio que necesita un cronómetro, tablero, hojas de papel y lapicero para realizar su trabajo. El tiempo total se divide en sub-tiempos de acuerdo a las partes de la máquina y chequeos/ajustes que participan en el cambio; estos sub-tiempos reciben el nombre de ELEMENTOS, por ejemplo:

Aflojar tornillos = 2 minutos

regulación de cadenas = 25 minutos

tiempo total = 27 minutos.

- b) La otra persona observa los detalles de las actividades del operador que está efectuando el cambio; anota en hojas de papel bond cualquier anomalía que él considere; registra también los detalles causados por el método de trabajo, máquinas, materia prima, herramientas, herramentales, etc., por ejemplo: el operador no tenía llaves a la mano, el operador fue a buscar aceite hasta la bodega, la máquina estaba muy sucia, etc.; esta persona recibe el nombre de OBSERVADOR y para efectuar su trabajo necesita hojas de papel, tablero y lapicero.

Antes de entrar de lleno a la implementación práctica de SMED, es importante considerar algunos conceptos que servirán en la implementación del presente trabajo de graduación. Dichos conceptos están basados en el libro *“Ingeniería Industrial”* de Benjamín Niebel. 9ª edición; capítulos 15, 16 y 17:

**Tiempo estándar:** es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se define de la siguiente manera:

$$TE = (\text{tiempo cronometrad})(\text{factor calificación actuación operario}) +/- (\text{tolerancias})$$

**Operario normal:** se define como un obrero calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo sino uno representativo del promedio.

**Tiempo cronometrado:** es el tiempo real que se toma con reloj en mano desde que el operario comienza a realizar una operación hasta que termina dicha operación (en nuestro caso cada elemento).

**Factor de calificación del operario:** mientras la persona llamada “observador” se fija en los detalles de cada actividad que el operario realiza al efectuar el cambio, también debe observar con todo cuidado la actuación del mismo. La actuación se define como: la forma en que se desenvuelve un operario al ejecutar las distintas actividades durante el cambio: velocidad, destreza o habilidad, ausencia de falsos movimientos, el ritmo de trabajo, la coordinación, la efectividad y todo aquello que dependa del operador. En el sistema de calificación o nivelación, el observador debe mentalizarse que la persona que va a ejecutar el cambio es un “operario normal”, luego debe aplicar el siguiente principio: “saber ajustar el tiempo de cada elemento durante el cambio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo o conjunto de actividades”. Pero ¿cómo se ajusta dicho tiempo? Por medio de una factor numérico el cual se explica a continuación:

**Método de calificación Westinghouse:** es uno de los métodos más antiguos y de los más utilizados y fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. Este considera cuatro factores al evaluar la actuación del operario: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y por último consistencia.

- **La habilidad:** se define como la “pericia en seguir un método dado” y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en los movimientos y ausencia de titubeos y movimientos falsos. Una disminución en la habilidad generalmente es resultado de una alteración visual, falla de reflejos y pérdida de fuerza o coordinación muscular. De esto se deduce fácilmente que la habilidad de una persona puede variar de un trabajo a otro y aun de operación a operación en una labor determinada.

La tabla IV muestra los grados de habilidad que la Westinghouse asigna a los operarios con sus valores numéricos equivalentes. La calificación se traduce luego a su valor porcentual que va desde 15% para operarios superhábiles, hasta menos 22% para operarios de baja habilidad.

**Tabla IV Calificación para destreza y habilidad según método Westinghouse**

+ 0.15	A1	Extrema
+ 0.13	A2	Extrema
+ 0.11	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena
+ 0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente

- *El esfuerzo o empeño*: se define como “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad y puede ser controlado en alto grado por el operario. La tabla V muestra los grados de esfuerzo o empeño que la Westinghouse asigna a los operarios con sus valores numéricos equivalentes

**Tabla V Calificación para esfuerzo o empeño según método Westinghouse**

+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular
- 0.04	E1	Aceptable
- 0.08	E2	Aceptable
- 0.12	F1	Deficiente
- 0.17	F2	Deficiente

- **Las condiciones** para éste procedimiento de calificación son aquellas que afectan al operario y no a la operación. Los elementos que afectan las condiciones de trabajo para que el operador realice bien su trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. La tabla VI presenta los valores que la Westinghouse asigna para las condiciones:

**Tabla VI Calificación para condiciones según método Westinghouse**

+ 0.06	A	Ideales
+ 0.04	B	Excelentes
+ 0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
- 0.03	E	Aceptables
- 0.07	F	Deficientes

- **La consistencia del operario** se evalúa cuando se preparan los informes finales. Se determina si el trabajo cíclico realizado por el operador tiene repetición constante al ocupar casi el mismo tiempo para cada elemento del trabajo. La tabla VII presenta los valores que la Westinghouse asigna para las consistencias:

**Tabla VII Calificación para Consistencia según método Westinghouse**

+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.03	B	Excelente
+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
- 0.02	E	Aceptable
- 0.04	F	Deficiente

Una vez que se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia, y se han establecido sus valores numéricos equivalentes, el factor de actuación se determina sumando algebraicamente los cuatro valores y agregando a dicha suma la unidad que corresponde al factor de calificación para la máquina (todos los elementos controlados por máquinas se califican con 1). Por ejemplo si un elemento se ha calificado con C2 en habilidad, C1 en esfuerzo, D en condiciones y E en consistencia, el factor de actuación será:

Habilidad.....	C2	+ 0.03
Esfuerzo.....	C1	+ 0.05
Condiciones..	D	0.00
Consistencia.	E	<u>- 0.02</u>
Suma alg.....		+ 0.06
<i>Factor Actuación...</i>		<i>1.06</i>

Si éste factor de actuación se multiplica por el “tiempo cronometrado” obtenemos el “tiempo normal” o “tiempo nominal”.

$$\text{Tiempo normal (TN)} = \text{tiempo cronometrado} \times \text{factor actuación}$$

Para el ejemplo anterior si el tiempo cronometrado hubiese sido 23 minutos, entonces el tiempo normal sería:  $1.06 \times 23 \text{ minutos} = 24.38 \text{ minutos}$ .

## **TOLERENCIAS O MARGENES**

Después de haber obtenido el tiempo normal se debe dar un paso más para llegar a un estándar de tiempo justo. Este último paso consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y disminución del ritmo de trabajo producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

Dicho en otras palabras, se debe asignar un margen o tolerancia al operario para que el estándar de tiempo resultante sea justo y fácilmente mantenible por la actuación del operario normal a un ritmo normal de trabajo. En general las tolerancias se aplican para cubrir tres ampliar áreas: demoras personales, fatiga y retrasos inevitables.

**Retrasos personales:** en éste renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del empleado (idas al sanitario y tomar agua). Estudios detallados de producción han demostrado que un margen o tolerancia de 5% por retrasos personales, o sea, aproximadamente de 24 minutos en ocho horas, es apropiado para las condiciones de trabajo típicas de taller. El tiempo por retrasos personales dependerá naturalmente de la clase de persona y de la clase de trabajo. El 5% antedicho parece ser adecuado para la mayor parte de los trabajadores, hombres y mujeres.

**Fatiga:** Estrechamente ligada a la tolerancia por retrasos personales, está el margen por fatiga, aunque éste generalmente se aplica sólo a las partes del estudio relativas a esfuerzo. La fatiga no es homogénea en ningún aspecto; va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga puramente psicológica, e incluye una combinación de ambas. Tiene marcada influencia en ciertas personas, y aparentemente poco a ningún efecto en otras. Ya sea fatiga física o mental, los resultados son similares: existe una disminución en la voluntad de trabajar.

**Retrasos inevitables:** Esta clase de demoras se aplica a elementos de esfuerzo y comprende conceptos como interrupciones por el supervisor, el compañero de al lado y de otras personas, irregularidades en los materiales y todo aquello en que el operador no tiene la culpa de que ocurra.

Es importante mencionar los siguientes puntos:

- Las tolerancias deben ser asignadas de acuerdo al tipo de trabajo que se realice y de acuerdo al criterio de cada empresa. Para Crown Cork de Guatemala se tiene el siguiente cuadro de asignación para factores de atrasos que incluyen: los retrasos personales, fatiga y retrasos inevitables (dichas tolerancias se han manejado por ocho años el cual tiene un respaldo histórico).

**Tabla VIII Tolerancias de tiempo asignadas por departamento para las actividades que se desarrollan en cada uno de ellos (incluye retrasos personales, retrasos inevitables y fatiga)**

DEPARTAMENTO	PORCENTAJE
Litografía	14 %
Ensamble	4.5 %
Barnizado	4.0 %
Troqueles Domos y fondos	3.8 %
Cortadoras o cizallas	10 %

- Existe una tabla que puede adaptarse al tipo de procesos en que se quiera establecer tolerancias de la Oficina Internacional del Trabajo (ver en sección de apéndices el “Apéndice I” del presente trabajo de graduación).
- Teniendo claro el concepto de *tiempo estándar* y tomando en cuenta que el SMED será aplicado en el departamento de ensamble, se obtiene la siguiente fórmula:

$$TE = \text{tiempo normal} + \text{tolerancias}$$

$$TE = TN + 4.5\% \text{ del tiempo normal}$$

El tiempo normal dependerá del factor de actuación del operario.

La tolerancia siempre será el 4.5% del tiempo normal para el presente trabajo de graduación.

Es importantes hacer ver que el *tiempo estándar* será calculado hasta que se complete el ciclo de los tres cambios programados; en nuestro caso dicho tiempo se obtendrá hasta que finalice el tercer cambio de altura. Y esto por qué? Recordemos que SMED es una técnica que ayuda en el *análisis de operaciones*, y por ende mientras se está analizando una operación no es recomendable establecer tiempos estándar a no ser que se esté plenamente convencido de que se ha finalizado el análisis y que los resultados obtenidos ya no sufrirán variación alguna para que todo sea estandarizado: tiempos, actividades, puestos de trabajo, etc. Respecto a éste punto Benjamín Niebel en su libro *Ingeniería Industrial* (9ª. Edición, paginas 465 y 466) aclara: “Los elementos de trabajo que se incluyen generalmente en los estándares de preparación comprenden todos los sucesos que ocurren desde el momento en que se termina el trabajo anterior hasta el comienzo del trabajo en la primera pieza del nuevo. También se acostumbra incluir en el estándar de preparación los elementos “desmontaje de herramientas y dispositivos” y de “retiro”, que comprenden todos los elementos de trabajo que intervienen desde la terminación de la última pieza hasta la preparación del siguiente trabajo”. También agrega: “Al establecer los tiempos de preparación, el analista emplea un procedimiento idéntico al seguido para establecer estándares para producción. ***En primer lugar debe cerciorarse de que se utilizan los mejores métodos de preparación y que se ha adoptado un procedimiento estandarizado.*** Luego se divide cuidadosamente el trabajo en elementos, y se fija su tiempo con exactitud, se califica la actuación y se le asignan los márgenes o tolerancias apropiados ... el analista debe estar alerta al fijar los tiempos para los elementos de preparación, porque no tendrá oportunidad de obtener una serie de valores elementales para determinar tiempos medios. Tampoco podrá observar con antelación al operario cuando realice los elementos y, en consecuencia, estará obligado a dividir la preparación en elementos mientras se efectúa el estudio”.

En conclusión SMED aplica “tiempos estándares” una vez concluido el tercer cambio. En el inciso 3.5 del presente trabajo de graduación se programa, en el día quinto del taller práctico, la estandarización de las actividades y puestos de trabajo y en consecuencia también el tiempo.

## IMPLEMENTACION PRACTICA DE SMED

Una vez completadas las actividades de cambio por parte de los cinco operadores, se autoriza correr la línea con la nueva altura de envase 207.5/211/210\*904. El tiempo total de cambio fue de 50 minutos. A continuación se detallan las observaciones que se realizaron en cada una de las máquinas y el tiempo de los elementos de cada una de ellas:

**Tabla IX Elementos y tiempos de máquina soldadora WIMA VAA20**

ELEMENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
Regular altura de plantilla	8.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tenía plantilla para regular a la mano tuvo que buscar.</li> <li>No tenía trapo para limpiar aceite tuvo que buscar.</li> </ul>
Regular censor	3.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lo hizo a prueba y error.</li> </ul>
Regular desapilador	3 minutos	
Escuadre de plantilla	9 minutos	
Graduación de P1 y P2	2 minutos	
Graduación de velocidad x minuto	2 minutos	
Pruebas y chequeos para arranque	2 min. para chequeos y pruebas y 20 minutos de ocio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operador termino el cambio y el resto del tiempo (o sea 20 minutos) no hizo nada, se quedó esperando que sus compañeros terminarán el cambio.</li> </ul>
Tiempo total = 50 min.		

**Tabla X Elementos y tiempos de máquina cerradora Lanico**

ELEMENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
Abrir bancada horizontal de la máquina	2 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tenía llaves a la mano, los tuvo que ir a buscar.</li> </ul>
Colocar máquina en posición "B"	0.25 minutos	
Regulación de máquina para pestañado	20 minutos	No había envases cilindrados para regular la máquina. Espero 6 minutos los envases.
Ajuste, pruebas y chequeos para pestañado y diámetro envase	3.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cables del censor estaban pelados, lo tuvo que poner con cuidado para evitar choque eléctrico.</li> <li>Tuvo que ir a medir pestaña hasta la cabina de control de procesos (muy lejos).</li> </ul>
Verificación de continuidad y regulación velocidad de máquina	4.25 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuvo que regular 2 veces la velocidad de máquina.</li> </ul>
Cerrar bancada de máquina	2 minutos	
Chequeo de cierre hermético y altura envases	10 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuvo que ir hasta cabina a efectuar chequeos.</li> </ul>
Prueba de hermeticidad envases (Máquinas Probadoras)	8 minutos	*** Ver explicación de máquinas Probadoras de Aire.
		Tiempo total = 50 min.

**Tabla XI Elementos y tiempos para máquinas Probadoras de Aire**

ELEMENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
Regular altura de 604 a 904 en las Probadoras de la línea	29.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay envases terminados para ajustar probadoras, tuvo que esperar para que la Lanico entregara 2 envases.</li> <li>Tornillo sin-fin de probadoras muy duros al momento de girarlos.</li> <li>Durante el tiempo que estuvo parada la línea el operador estuvo sin hacer nada, eventualmente ayudaba a pasar llaves al operador de Lanico.</li> </ul>
Regular bajada de Lanico a Empaque	12.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene llaves a la mano tuvo que buscar en la cajón de herramientas del mecánico.</li> </ul>
Probado de envases al 100%	8 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operador no tenía sus lentes de seguridad a la mano, los tuvo que ir a buscar.</li> <li>Solo habían regulado una Probadora, faltaba regular la otra. Se reguló de inmediato. Se tardaron 3 minutos para regularla.</li> </ul>
		Tiempo total = 50 min.

**Tabla XII Elementos y tiempos para Volteador de Envases**

ELEMENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
Quitar Volteador altura 604	5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscaron llaves, no tenían a la mano.</li> <li>• Cajón donde se guarda herramientas muy desordenado.</li> </ul>
Ajustar carrilera cerca de elevador de envases	4 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No había envases cilindrados de Wima para regular carrilera.</li> <li>• Tornillo sin-fin de carrilera muy duro, fue necesario usar una llave de cola para hacerla girar.</li> </ul>
Colocar Volteador altura 904	10 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuvieron que ir a buscar Volteador de Envases, el área donde se guardan las mismas estaba desordenada. Perdieron tiempo para encontrarla.</li> <li>• Encontraron envase cilindrado en una caja y con eso regularon el nuevo Volteador, se dieron cuenta que no correspondía al tamaño requerido, volvieron a regular nuevamente.</li> <li>• Tornillo están manchados de pintura y por eso están duros al girarlos.</li> <li>• Uno de los operadores no sabe la forma de colocar bajada.</li> </ul>
Ajuste de nuevo Volteador	23 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se estuvieron prestando llaves entre sí ya que solo tenían un juego.</li> <li>• El mecánico les tuvo que decir como ajustar el Volteador de Envases.</li> <li>• No tienen lugar para poner las llaves que están usando y los dejan por cualquier lugar.</li> </ul>
Traslado a área de empaque para probar envases	8 minutos	*** Ver explicación de máquinas Probadoras de Aire.
	Tiempo total = 50 min.	

NOTA: los observadores y cronometradores no deben entorpecer el flujo normal de las actividades que realiza el operador durante el cambio. Mientras más observadores existan por cada máquina, mejor.

### 4.3.2 PASO 2: Separar actividades internas y externas

Fig. 16 Descripción gráfica del segundo paso de SMED



- a) Actividad Interna (AI): Incluye todas las tareas que se pueden efectuar únicamente si la(s) máquina(s) se encuentra(n) parada(s) y apagada(s) porque en ella(s) se está realizando un cambio. Por ejemplo: cambiar una llanta es actividad interna ya que se puede efectuar si el vehículo se encuentra parado y apagado.
  
- b) Actividad Externa (AE): Incluye todas las tareas que pueden efectuarse aún cuando la(s) máquina(s) está en funcionamiento, es decir, anticiparlas antes de parar y apagar dicha (s) máquina(s) para efectuar el cambio. Por ejemplo: tener a la mano una llanta de repuesto en perfectas condiciones para evitar la búsqueda de un pinchazo y tener que dejar abandonado el vehículo en la carretera.

Tomando en cuenta lo anterior, el segundo paso consiste en separar las actividades internas de las externas considerando todos los ELEMENTOS Y OBSERVACIONES que se efectuaron en cada una de las máquinas.

El equipo o grupo se traslada a la sala o lugar donde se efectuará el análisis de cada una de las actividades. Todos deben aportar sus opiniones respecto a éste punto por el conocimiento que tienen del trabajo efectuado.

Primero se analiza si un “elemento” es o no una actividad externa, si no lo fuera, se procede a analizar las “observaciones” efectuadas para ese elemento en particular, determinando así si una observación es o no una actividad externa..

Si un “elemento” fuera una actividad externa, es obvio que todas las observaciones efectuadas para ese elemento serán actividades externas.

**Tabla XIII Separar actividades internas y externas de la máquina soldadora WIMA VAA20**

ELEMENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
Regular altura de plantilla (AI)	8.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tenía plantilla para regular a la mano tuvo que buscar (AE).</li> <li>No tenía trapo para limpiar aceite tuvo que buscar (AE).</li> </ul>
Regular censer (AI)	3.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lo hizo a prueba y error (AI).</li> </ul>
Regular desapilador (AI)	3 minutos	
Escuadre de plantilla (AI)	9 minutos	
Graduación de P1 y P2 (AI)	2 minutos	
Graduación de velocidad x minuto (AI)	2 minutos	
Pruebas y chequeos para arranque (AI)	2 minutos pruebas y chequeos y 20 minutos de ocio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operador termino el cambio y el resto del tiempo (o sea 20 minutos) no hizo nada, se quedó esperando que sus compañeros terminarán el cambio (AE).</li> </ul>
	Tiempo total = 50 min.	

**Tabla XIV Separar actividades internas y externas de la máquina cerradora Lanico:**

ELEMENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
Abrir bancada horizontal de la máquina (AI)	2 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tenía llaves a la mano, los tuvo que ir a buscar (AE).</li> </ul>
Colocar máquina en posición "B" (AI)	0.25 minutos	
Regulación de máquina para pestañado (AI)	20 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No había envases cilindrados para regular la máquina (AE).</li> <li>Espero 6 minutos los envases (AE).</li> </ul>
Ajuste, pruebas y chequeos para pestañado y diámetro envase (AI)	3.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cables del censor estaban pelados, lo tuvo que poner con cuidado para evitar choque eléctrico (AI).</li> <li>Tuvo que ir a medir pestaña hasta la cabina de control de procesos (muy lejos) (AI).</li> </ul>
Verificación de continuidad y regulación velocidad de máquina (AI)	4.25 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuvo que regular 2 veces la velocidad de máquina (AI).</li> </ul>
Cerrar bancada de máquina (AI)	2 minutos	
Chequeo de cierre hermético y altura envases (AE)	10 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuvo que ir hasta cabina a efectuar chequeos (AI).</li> </ul>
Prueba de hermeticidad envases en máq. Probadoras (AI)	8 minutos	*** Ver explicación de máquinas Probadoras de Aire.
	Tiempo total = 50 min.	

**Tabla XV Separar actividades internas y externas de Volteador de Envases**

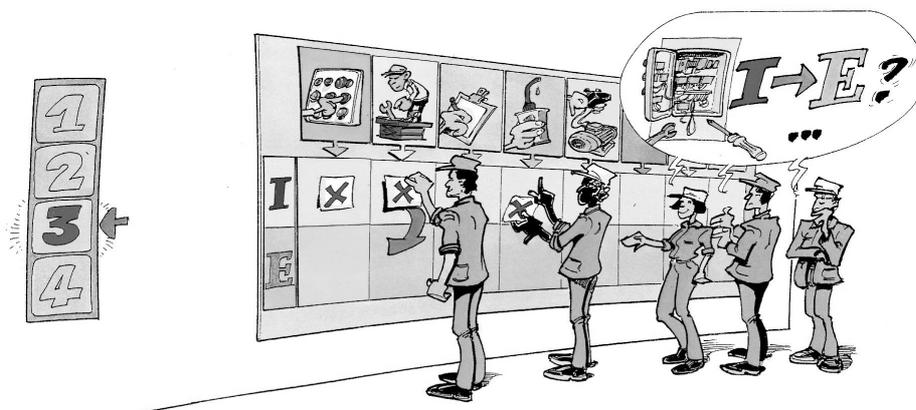
ELEMENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
Quitar Volteador altura 604 (AI)	5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscaron llaves ya que no tenían a la mano (AE).</li> <li>• Cajón donde se guarda herramientas muy desordenado (AE).</li> </ul>
Ajustar carrilera cerca de elevador de envases (AI)	4 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No había envases cilindrados de Wima para regular carrilera (AE).</li> <li>• Tornillo sin-fin de carrilera muy duro, fue necesario usar una llave de cola para hacerla girar (AI).</li> </ul>
Colocar Volteador altura 904 (AI)	10 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuvieron que ir a buscar Volteador de Envases, el área donde se guardan las mismas estaba desordenada. Perdieron tiempo para encontrarla (AE).</li> <li>• Encontraron un envase cilindrado en una caja y con eso regularon el nuevo Volteador, se dieron cuenta que no correspondía al tamaño requerido, volvieron a regular nuevamente (AE).</li> <li>• Tornillo están manchados de pintura y por eso están duros al girarlos (AI).</li> <li>• Uno de los operadores no sabe la forma de colocar Volteador (AE).</li> </ul>
Ajuste de nuevo Volteador (AI)	23 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se estuvieron prestando llaves entre sí ya que solo tenían un juego (AI).</li> <li>• El mecánico les tuvo que decir como ajustar las bajadas (AE).</li> <li>• No tienen lugar para poner las llaves que están usando y los dejan por cualquier lugar (AE).</li> </ul>
Traslado de las 2 personas a área de empaque para probado de envases (AI)	8 minutos	*** Ver explicación de máquinas Probadoras de Aire
	Tiempo total = 50 min.	

**Tabla XVI Separar actividades internas y externas de las Máquinas Probadoras de Aire**

ELEMENTO	TIEMPO	OBSERVACIONES
Regular altura de 604 a 904 en las Probadoras de la línea (AI)	29.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay envases terminados para ajustar probadoras, tuvo que esperar para que la Lanico entregara 2 envases (AE).</li> <li>Tornillo sin-fin de Probadoras muy duros al momento de girarlos (AI).</li> <li>Durante el tiempo que estuvo parada la línea el operador estuvo sin hacer nada, eventualmente ayudaba a pasar llaves al operador de Lanico (AE).</li> <li>Una de las personas que efectuó cambio de volteadores de envases tuvo que ayudar a regular una de las Probadoras de Aire (AI).</li> </ul>
Regular bajada de Lanico a Empaque (AI)	12.5 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tiene llaves a la mano tuvo que buscar en la cajón de herramientas del mecánico (AE).</li> </ul>
Probado de envases al 100% (AI)	8 minutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operador no tenía sus lentes de seguridad a la mano, los tuvo que ir a buscar (AE).</li> <li>Los dos operadores que colocaron el Volteador de Envases ayudaron a probar envases (AI).</li> </ul>
	Tot. tiempo = 50 min.	

### 4.3.3 PASO 3: Convertir actividades internas a externas

**Fig. 17 Descripción gráfica del tercer paso de SMED**



El paso 3 viene a ser la médula espinal de la técnica SMED. El objetivo será *eliminar en la medida de lo posible todas las actividades externas y en equipo analizar si las actividades internas pueden convertirse en externas para que también sean eliminadas*, para éste punto en particular es necesario usar la creatividad, la experiencia y conocimiento de las personas. El principio es claro: *todas las tareas que puedan realizarse aún cuando la(s) máquina(s) esté en funcionamiento permitirá que el tiempo de cambio se reduzca considerablemente*. Si un “elemento” fuera una actividad externa, es obvio que todas las observaciones efectuadas para ese elemento en particular serán actividades externas. También se debe tomar en cuenta que habrán actividades que aún siendo externas no podrán ser eliminados en su totalidad.

Para todo el análisis se utilizará un formato único denominado “*tabla de cambio rápido*” el cual se describe en el inciso 4.4 .

#### **4.4 Recolección de tiempos y actividades con “tabla de cambio rápido”**

La tabla de cambio rápido es el documento básico de SMED. En ésta tabla se recolecta toda la información concerniente a los primeros tres paso del sistema SMED:

- Por qué? Facilita el análisis del cambio.
- Quién lo utiliza? El equipo durante el análisis de cambio.
- Cuándo? Después de las observaciones del cambio.
- Cómo se usa?
  - Utilizar post-its para desglosar el cambio en pequeños elementos (paso 1 de SMED).

- ❑ Registrar el tiempo de los elementos de acuerdo a la hoja de los cronometradores (paso 1 de SMED).
- ❑ Anotar todos los detalles adicionales u observaciones sobre cada elemento que participan durante el cambio (paso 1 de SMED).
- ❑ Separar actividades internas y externas (paso 2 de SMED).
- ❑ Anotar las ideas que permitan la reducción del tiempo de cambio mediante la eliminación de las actividades externas (en la medida de lo posible ), y en la conversión de actividades internas a externas (paso 3 de SMED).
- ❑ Analizar la reducción de tiempos de las actividades internas y externas: cómo, quién, cuándo (paso 4 de SMED: inciso 4.5 del presente trabajo de graduación).
- ❑ Los nuevos estándares y tiempos para cada elemento se anotan al finalizar la implementación de la técnica SMED.

Deben haber tablas del tamaño de una pizarra para que el análisis sea fácilmente efectuado por todo el personal. Habrán tantas tablas como máquinas a analizar.

**Fig. 18**

**Modelo de Tabla de Cambio Rápido**

Elementos				
Tiempo				
Detalles adicionales (hechos)				
Actividades Internas				
Actividades Externas				
Ideas para mejorar				
Nuevo tiempo				
Nuevo estándar				

*Forma SMED 1-05*

**Tabla XVII PRIMER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina soldadora Wima VAA20**

<i>Elementos</i>	<i>Regular altura de plantilla (AI)</i>	<i>Regular censor (AI)</i>	<i>Regular desapilador (AI)</i>	<i>Escuadre de plantilla (AI)</i>	<i>Graduación de P1 y P2 (AI)</i>	<i>Graduación de vel./min (AI)</i>	<i>Pruebas/chequeos de arranque (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	8.5 min.	3.5 min.	3 min.	9 min.	2 min.	2 min.	2 min. + 20 min. ocio
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>	a) No tenía plantilla a la mano, tuvo que buscar (AE) b) No tenía trapo para limpiar aceite tuvo que buscar (AE)	a) Lo hizo a prueba y error (AI)					a) Operador terminó el cambio, el resto del tiempo (20 min.) no hizo nada, se quedó esperando que sus compañeros terminaran el cambio en las demás máquinas (AE)
<i>Actividades int.</i>							
<i>Actividades ext.</i>	a, b	a					a
<i>Ideas para mejorar actividades</i>	- Se debe hacer un juego de plantillas de todos los tamaños de envases y archivarlas en un leitz - Se debe buscar con anticipación wipe y plantillas antes de parar la máquina	- Se debe poner una escala a lo largo de la guía del censor para ubicar el mismo de acuerdo al tamaño del envase					- El operador de Wima al terminar el cambio en su máquina debe ayudar al operador de Lanico a efectuar los chequeos de cierre hermético y altura de envases
<i>Nuevo tiempo</i>							
<i>Nuevo estándar</i>							

El tiempo total del cambio fue de 50 minutos. Con las ideas sugeridas el tiempo del cambio obligadamente tiene que bajar cuando se efectúe el segundo cambio programado.

**Tabla XVIII PRIMER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina cerradora Lanico**

<i>Elementos</i>	<i>Abrir bancada horizontal de maq. (AI)</i>	<i>Colocar máquina en posición B (AI)</i>	<i>Regulación maquina para pestañado (AI)</i>	<i>Ajuste para pestaña y diámetro (AI)</i>	<i>Verificar continuidad y regular velocidad . maquina (AI)</i>	<i>Cerrar banca da máqui na (AI)</i>	<i>Chequeo cierre hermético y altura de envases (AE)</i>	<i>Prueba hermeticidad de envases (probar al 100%) (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	2 min.	0.25 min.	20 min.	3.5 min.	4.25 min.	2 min.	10 min.	8 min.
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>	a) No tenía llave a la mano, tuvo que buscarlos (AE)		a) No había envases cilindrados para regular la máquina tuvo que esperar 6 minutos para que la Wima entregara los primeros (AE)	a) Cables de censor estaban pelados, lo colocó con cuidado para evitar choque eléctrico (AI) b) Midió pestaña hasta cabina de Control Proceso (muy lejos) (AI)	a) Tuvo que regular dos veces la velocidad de la máquina (AI)		a) Tuvo que ir hasta la cabina a efectuar chequeos de arranque AE)	*** Ver explicación de máquinas probadoras de aire
<i>Actividades int.</i>				a, b	a			
<i>Actividades ext.</i>	a		a				a	
<i>Ideas para mejorar actividades</i>	- Buscar llaves antes de que la máquina pare		- Los operadores deben guardar envases cilindrados para un posterior cambio; en ese momento que se necesite tenerlos a la mano	- Electricista debe cambiar el censor pelado y poner uno nuevo. - Llevar el gauge que mide pestañas hasta la Lanico	- Identificar en la perilla en qué dirección se le debe dar o quitar velocidad		- El operador de Wima al terminar el cambio en su máquina debe ayudar estos chequeos	
<i>Nuevo tiempo</i>								
<i>Nuevo estándar</i>								

El tiempo total del cambio fue de 50 minutos. Con las ideas sugeridas el tiempo del cambio obligadamente tiene que bajar cuando se efectúe el segundo cambio programado. En este caso *hubo* un elemento externo que se eliminó completamente.

**Tabla XIX PRIMER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para Volteador de Envases**

<i>Elementos</i>	<i>Quitar Volteador altura 604 (AI)</i>	<i>Ajustar carrilera cerca de elevador de envases (AI)</i>	<i>Colocar Volteador altura 904 (AI)</i>	<i>Ajuste de nuevo Volteador (AI)</i>	<i>Traslado de las 2 personas de empaque a probado envases (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	5 min.	4 min.	10 min.	23 min.	8 min.
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>	a) Buscaron llaves, no tenían a la mano (AE) b) Cajón donde se guarda herramientas muy desordenado (AE)	a) No había envases cilindrados de Wima para regular carrilera (AE) b) Tornillo sin-fin de carrilera muy duro, fue necesario usar llave de cola para hacerla girar (AI)	a) tuvieron que ir a buscar Volteador de envases, área donde se guarda muy desordenada, perdieron tiempo para encontrarla (AE) b) Regularon Volteador con envase de diferente tamaño, volvieron a regular nuevamente (AE) c) Tornillos duros al momento de girar porque están manchados de pintura (AE) d) Uno de los operadores no sabe la forma de colocar bajadas (AE)	a) Se estuvieron prestando llaves entre sí, solo tenían un juego (AI) b El mecánico les tuvo que decir como ajustar el Volteador de envases (AE) c) No tienen lugar específico para poner las llaves, las dejan en cualquier lugar durante el cambio (AE)	*** Ver explicación de máquinas probadoras de aire
<i>Actividades int.</i>		b		a	
<i>Actividades ext.</i>	a, b	a	a, b, c, d	b, c	
<i>Ideas para mejorar actividades</i>	- Buscar llaves antes de que la máquina pare - Ordenar cajón herramientas	- El operador Lanico debe guardar envases cilindrados para ser usados en un cambio posterior. - Aceitar tornillo sin-fin	- Ordenar área de almacenamiento Volteadores de envases - Identificar las cajas donde se guardarán los cilindros por parte del operador Lanico - Limpiar tornillos - Hacer PEO de la forma para colocar bajadas	- Comprar llave y mantenerlo en el cajón de herramientas de mecánico de línea - Hacer PEO de la forma para colocar bajadas - Mandar hacer bolsillos laterales a los pantalones del uniforme	
<i>Nuevo tiempo</i>					
<i>Nuevo estándar</i>					

El tiempo total del cambio fue de 50 minutos. Con las ideas sugeridas el tiempo del cambio obligadamente tiene que bajar cuando se efectúe el segundo cambio programado.

**Tabla XX PRIMER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquinas Probadoras de Aire**

<i>Elementos</i>	<i>Regular altura de 604 a 904 en las dos Probadoras de la línea (AI)</i>	<i>Regular bajada de Lanico a empaque (AI)</i>	<i>Probado de envases al 100% (AI)</i>
Tiempo	29.5 min.	12.5 min.	8 min.
Detalles adicionales (hechos)	a) No hay envases terminados para ajustar las Probadoras, tuvo que esperar para que la Lanico entregara los primeros 2 envases (AE) b) Tornillos sin-fin de probadoras muy duros al momento de girarlos (AI) c) Durante el tiempo que estuvo esperando los envases, el operador estuvo sin hacer nada, eventualmente ayudaba a pasar llaves al operador de la máquina Lanico (AE) d) Una de las personas que efectuó cambio de Volteador de Envases tuvo que ayudar a regular una de las Probadoras (AI)	a) No tiene llaves a la mano, tuvo que buscar en el cajón de herramientas del mecánico, el cual estaba muy desordenado (AE)	a) Los dos operadores que colocaron el Volteador de Envases ayudaron a probar envases (AI) b) Uno de ellos no tenía sus lentes de seguridad a la mano, tuvo que buscarlos para poder probar los envases (AE)
Actividades int.	b, d		a
Actividades ext.	a, c	a	b
Ideas para mejorar actividades	1) Los empacadores deben tener 4 envases terminados de cada tamaño y tenerlos guardados para poder utilizarlos cuando se realice un cambio posterior 2) Engrasar los tornillos sin-fin de la probadoras 3) Con el hecho de tener los envases terminados a la mano el operador no tendrá tiempo ocioso 4) Misma explicación del punto anterior	- Buscar llaves antes de que la máquina pare	- El probado de envases es indispensable para autorizar correr la línea - Colocar ganchos en los laterales de las probadoras para tener a la mano el equipo al momento de necesitarlo
Nuevo tiempo			
Nuevo estándar			

El tiempo total del cambio fue de 50 minutos. Con las ideas sugeridas el tiempo del cambio obligadamente tiene que bajar cuando se efectúe el segundo cambio programado.

#### **4.5 PASO 4: Análisis de reducción de tiempos de las actividades internas y externas (ya sea por pareto, tormenta de ideas, diagrama de causa y efecto)**

OBJETIVO: Analizar en equipo las ideas planteadas en las tablas de cambio rápido y evaluar la aplicación en cada máquina: quién, cómo y cuándo. Se deben considerar aquellas que requieran una inversión económica demasiado alta y dejarlas como mejoras a mediano y largo plazo porque es probable que se tengan que realizar modificaciones a las piezas de máquinas, comprar galgas, etc. con el fin de simplificar las operaciones de cambio. Lo anterior depende del tipo del proceso, máquinas y disponibilidad de recurso económico de la empresa.

Todas aquellas ideas que no puedan ser implementadas antes del segundo cambio podrán ser implementadas antes del tercer cambio; en todo caso quedarán plasmadas en el “plan de acción” como mejoras a mediano y largo plazo. Se tomarán en cuenta las ideas de los empleados involucrados en el *departamento de ensamble* sin llegar a aplicar pareto y diagrama de causa/efecto; cabe mencionar que dependiendo de los procesos de fabricación en dónde sea implementado la técnica SMED es probable que sean utilizados los dos anteriores.

#### **Análisis del primer cambio**

Máquina Wima:

- Jose Ché debe buscar con anticipación todas las llaves de cola y allen que utilizará durante el cambio antes de que la máquina pare. Se mandará a comprar cajas de herramientas portátiles para facilitar el traslado de las herramientas al área de trabajo. Actualmente dichas herramientas las guardan en las mesas de control de procesos. Responsable de la compra Alex Cuc. Se fijará fecha para la compra en el plan de acción a mediano plazo, pero esto no impide la implementación inmediata de la búsqueda de herramientas.
- Las plantillas para regular la altura son indispensables. Por el momento se tomará una muestra de todas las plantillas que se encuentran cortados, conforme sigan cortando las restantes alturas (en los tres diámetros) se irá completando el archivo usando para ello un solo leitz. Responsable: José Che. Implementar inmediatamente; continuar hasta completar todas las alturas.
- Para la regulación de los sensores, es necesario colocar una escala métrica para fijar la guía de acuerdo a la altura del envase requerido, esto evitará la repetición de regulación. Responsable: Hugo Ajcot. Implementar antes del segundo cambio programado.
- Al finalizar el cambio en la máquina, José Ché debe ayudar a Josué Sepúlveda a realizar los chequeos de cierre hermético y altura de envases de la máquina Lanico. Implementar durante el segundo cambio programado.

#### Máquina Lanico:

- En general se deben buscar con anticipación todas las llaves allen y de cola necesarias durante el cambio. Responsable: Josué Sepúlveda. Implementar antes del segundo cambio.

- Los operadores de Lanico deben guardar muestras de envases cilindrados de las diferentes alturas fabricadas en cajas plásticas las cuales deben ser identificadas para que el momento de ser requeridas sean de fácil localización. Se mandarían a comprar dichas cajas. Herber Rosales hará requisición de compra. Se implementará a partir del segundo cambio.
- Para evitar el problema de cables pelados del censor, se implementa en toda la planta el formato *información interna de problemas* cuyo fin será informar problemas de diferente índole que afecten los resultados de la operación en cualquier departamento, será dirigido directamente a la persona y departamento que puede darle solución inmediata al problema con copias a las personas interesadas (ver en la sección de anexos del presente trabajo de graduación la fig. 25). Cambiar inmediatamente los cables dañados antes del segundo cambio.
- Tomando en cuenta que la Cabina de Control de Procesos se encuentra retirada de la máquina, Josué Sepúlveda debe llevar hasta la mesa, que se encuentra cerca de la máquina Lanico, el calibrador que sirve para medir las pestañas de los envases al momento de estar ajustando las mismas. Implementar a partir del segundo cambio.
- Indicar en qué dirección debe ser movida la perilla de velocidad de la máquina, es decir, a favor de las manecillas del reloj para aumentar velocidad, en contra de las manecillas del reloj para disminuir velocidad. Responsable: Josué Sepúlveda. Implementar a partir del segundo cambio.
- Josué Sepúlveda debe explicar al Sr. José Ché cómo se miden los cierres herméticos y altura de envases. Con esto se estará eliminando completamente el elemento chequeo de cierre hermético y altura de envases. Implementar a partir del segundo cambio.

#### Volteador de Envases:

- Antes de que la máquina pare, Arturo Gómez o Adolfo Diéguez deben buscar las llaves de cola a utilizar durante el cambio. Implementar a partir del segundo cambio.
- Ordenar el cajón de los mecánicos de línea porque se encuentran desordenados y algunas llaves no tienen identificación. Responsable: los dos mecánicos del departamento. Implementar a partir del segundo cambio.
- La explicación de tener envases cilindrados se describió en la máquina Lanico.
- Henry Hernández y Adolfo Diéguez deben ordenar el área de almacenamiento de Volteadores de envases. Las mismas deben ser identificadas con pintura en spray tomando en cuenta el diámetro. También deben ser identificados con marcador las alturas a las cuales pertenecen.
- En general se deben limpiar todos los tornillos y aceitar el tornillo sin fin de la carrilera. Responsable: Arturo Gómez. Implementar a partir del segundo cambio.
- Realizar procedimiento estándar de operación (PEO) para la colocación de bajadas. Responsable: Josué Sepúlveda. Implementar a partir del segundo cambio.
- Comprar llaves de cola para el personal que cambia los volteadores de envases. Deben ser guardados en el cajón del mecánico de línea y ser localizados allí cuando se necesiten. Responsable: Alex Cuc. Implementar a partir del segundo cambio.

- Se deben mandar a hacer bolsillos en los laterales de los pantalones (uniformes) de los operadores para que puedan guardar temporalmente allí las llaves cuando los estén usando. Por decisión de Gerencia de Producción, éste punto queda como una implementación a largo plazo en vista que en el mes de mayo se les comprará uniforme a todo el personal y no puede implementarse inmediatamente. Responsable: Alberto Carranza (Gerente de Producción). Implementar a mediados de mayo.

#### Máquinas Probadoras de Aire:

- A partir del segundo cambio, los operadores de probadoras de aire deben guardar cuatro envases terminados de cada tamaño (altura y diámetro). Ubicarlas en las mismas cajas plásticas que se mandarán a comprar para los envases cilindrados de la máquina Lanico para que allí sean localizados al momento de necesitarlos para regular las dos máquinas.
- Semanalmente se deben engrasar los tornillos sin-fin de las probadoras. Responsable: Josué Sepúlveda. Implementar a partir del segundo cambio.
- En general se deben tener las llaves de cola necesarias antes de que la máquina pare. Responsable: Henry Hernández. Implementar a partir del segundo cambio.
- Colocar ganchos en los laterales de las máquinas probadoras para que los operadores puedan colgar allí los lentes de protección cuando no lo estén usando. Responsable: Henry Hernández. Implementar a partir del segundo cambio.

## ***SEGUNDO CAMBIO EFECTUADO***

Línea 1 = diámetro de envase 202/204; se cambia de una altura 202/205/204\***604** a 202/205/204\***904**.

### Asignación de responsabilidades para el segundo cambio

- Antes de efectuar el segundo cambio, se explica al personal las mejoras inmediatas implementadas y todas aquellas actividades/tareas nuevas que ayudarán a disminuir el tiempo, según el listado obtenido en el análisis del PASO 4 de SMED del primer cambio (quién, cómo, cuándo).
- Participarán las mismas personas que participaron en el primer cambio solo que ésta vez en la línea 1. Ellos tienen que estar concientes que aplicando las ideas sugeridas disminuirá el “tiempo total” del segundo cambio.
- Las responsabilidades de cambio y las de observación/toma de datos siguen siendo las mismas.

Inicia el segundo cambio al pasar el último envase bueno de altura 202/205/204\*604. Una vez completadas las actividades por parte de los cinco operadores, se autoriza correr la línea con la nueva altura de envase 202/205/204\*904. Esta vez el tiempo total de cambio fue de 34 minutos. En el primer cambio se explicó detalladamente la aplicación práctica de los pasos 1,2 y 3 de SMED. Tomando en cuenta lo anterior, a partir de éste segundo cambio se usará directamente la “tabla de cambio rápido” para analizar en ellas todas las observaciones, tiempo de cada elemento, la separación de actividades internas y externas, la conversión de actividades internas a externas (o ideas para mejorar). Todas aquellas observaciones e ideas que fueron mencionadas en las tablas del primer cambio, ya no aparecerán en las tablas del segundo cambio, a excepción de aquellas que han sido consideradas para ser implementadas a mediano o largo plazo por requerir de una inversión o un tiempo mas largo para su ejecución.

**Tabla XXI SEGUNDO CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina soldadora Wima VAA20**

<i>Elementos</i>	<i>Regular altura de plantilla (AI)</i>	<i>Regular censor (AI)</i>	<i>Regular desapilador (AI)</i>	<i>Escuadre de plantilla (AI)</i>	<i>Graduación de P1 y P2 (AI)</i>	<i>Graduación de vel./min (AI)</i>	<i>Pruebas/chequeos de arranque (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	5 min.	2 min.	3 min.	9 min.	2 min.	2 min.	2 min. + 9 min. ayudar a realizar checos de Lanico (cierre y altura)
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>	a) La plantilla archivada que tenía a la mano no tenía marcado la línea de referencia. Lo tuvo que marcar para luego regular altura (AE)		a) Operador tiene que cerrar el paso del barniz interno de costura en dos puntos diferentes y luego abrirlos nuevamente luego de regular el desapilador (AI)	1) Reguló 2 veces el escuadre (AE).			a) Operador terminó el cambio y se traslado a máquina Lanico para ayudar a efectuar chequeos altura y cierre hermético, sin embargo aún se tarda 9 minutos en realizarlo (AI)
<i>Actividades int.</i>			A				a
<i>Actividades ext.</i>	A						
<i>Ideas para mejorar actividades</i>	- Revisar que todas las plantillas tengan marcado la línea de referencia.		- Instalar un sistema de paso del barniz en las tres máquinas para facilitar el trabajo y ahorrar tiempo	- Según operador las cadenas de las tres Wimas se estiran con facilidad ya que son Chinas. Comprar cadenas Alemanas o Americanas inmediatamente			- La persona que se programe en el cambio de altura de probadoras y ajuste de volteador de envases debe ayudar al operador de Wima en realizar los chequeos de cierre hermético y altura de envases.
<i>Nuevo tiempo</i>							
<i>Nuevo estándar</i>							

El tiempo total del cambio fue de 34 minutos. Con las ideas sugeridas el tiempo del cambio obligadamente tiene que bajar cuando se efectúe el tercer cambio programado.

**Tabla XXII SEGUNDO CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina cerradora Lanico**

<i>Elementos</i>	<i>Abrir bancada horizontal de maquina (AI)</i>	<i>Colocar máquina en posición B (AI)</i>	<i>Regulación maquina para pestañado (AI)</i>	<i>Ajuste para pestaña y diámetro (AI)</i>	<i>Verificar continuidad y regular velocidad . maquina (AI)</i>	<i>Cerrar bancada de máquina (AI)</i>	<i>Chequeo cierre hermético y altura de envases (AE)</i>	<i>Prueba hermeticidad de envases (probar al 100%) (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	1.5 min.	0.25 min.	17 min.	3 min.	3.75 min.	1.5 min.		7 min.
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>	a) Tuvo que usar diferente llave por haber dos clases de tornillos (AI)		a) Se le terminaron envases cilindrados ya que la pestaña se le deformó y tuvo que ajustar varias veces. Según operador ocurre frecuentemente aunque en el primer cambio no sucedió (AE)			a) Tuvo que usar diferente llave por haber dos clases de tornillos (AI)	** Este tiempo fue anotado en la tabla de la máquina Wima por ser el operador de dicha máquina quién realiza estos chequeos.	*** Ver explicación de máquinas probadoras de aire
<i>Actividades int.</i>	a					a		
<i>Actividades ext.</i>			a					
<i>Ideas para mejorar actividades</i>	Estandarizar un solo tipo de tornillos, esto elimina la variedad		- Limpiar diariamente los pestañadores a la hora de almuerzo y no en los mantenimientos semanales . Tener más cilindros a la mano.			- Estandarizar un solo tipo de tornillos, esto elimina la variedad		
<i>Nuevo tiempo</i>								
<i>Nuevo estándar</i>								

El tiempo total del cambio fue de 34 minutos. Con las ideas sugeridas el tiempo del cambio obligadamente tiene que bajar cuando se efectúe el tercer cambio programado. Aún sigue eliminado el elemento *chequeo cierre hermético y altura*.

**Tabla XXIII SEGUNDO CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para Volteador de Envases**

<i>Elementos</i>	<i>Quitar Volteador altura 604 (AI)</i>	<i>Ajustar carrilera cerca de elevador de envases (AI)</i>	<i>Colocar Volteador altura 904 (AI)</i>	<i>Ajuste de nuevo Volteador (AI)</i>	<i>Traslado de las 2 personas de empaque a probado envases (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	3 min.	3 min.	6 min.	15 min.	7 min.
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>	a) Tuercas y tonillos muy duros y de diferente largo (AI). Estaban sucios con pintura		a) Tuercas y tonillos muy duros y de diferentes tamaños (AI).	a) No tienen lugar específico para poner las llaves, las dejan en cualquier lugar durante el cambio (AE). b) Tuvieron que correr la máquina Lanico con una palanca para que el Volteador ajustará bien con la carrilera. La máquina no debe moverse y aún así la movieron tres veces (AE) c) Les es difícil a las dos personas realizar el trabajo solamente ellos porque hay que estar sosteniendo el volteador mientras el otro atornilla (muy pesado dicho volteador) (AI)	*** Ver explicación de máquinas probadoras de aire
<i>Actividades int.</i>	A		a	c	
<i>Actividades ext.</i>				a, b	
<i>Ideas para mejorar actividades</i>	-Estandarizar a un solo largo los tornillos, aceitarlos y limpiarlos.		-Estandarizar a un solo tamaño las tuercas y tornillos	- Mandar hacer bolsillos laterales a los pantalones del uniforme. - Se debe medir la longitud de todas las bajadas y cortar aquellas que estén más largas a modo de estandarizarlas - La persona adicional que se programe en la regulación de alturas de Probadoras debe ayudar a colocar el Volteador de Envases (ver explicación tabla Probadoras). Luego ésta persona debe trasladarse a la máquina Wima para ayudar a realizar chequeos de cierre hermético y altura del envase.	
<i>Nuevo tiempo</i>					
<i>Nuevo estándar</i>					

El tiempo total del cambio fue de 34 minutos. Con las ideas sugeridas el tiempo del cambio obligadamente tiene que bajar cuando se efectúe el tercer cambio programado.

**Tabla XXIV**

**SEGUNDO CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquinas Probadoras de Aire**

<i>Elementos</i>	<i>Regular altura de 604 a 904 en las dos Probadoras de la línea (AI)</i>	<i>Regular bajada de Lanico a empaque (AI)</i>	<i>Probado de envases al 100% (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	16 min.	11 min.	7 min.
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>	a) Solo hay una persona regulando las Probadoras. Se toma en promedio 8 minutos regular cada probadora (AI)		a) Uno de los colocadores de Volteador de Envases todavía llegó a ayudar a regular bajada de Lanico a empaque (AE)
<i>Actividades int.</i>	A		
<i>Actividades ext.</i>			a
<i>Ideas para mejorar actividades</i>	- Para el tercer cambio, se pondrá una persona adicional para ayudar en el cambio. Esa persona se encuentra programado en el departamento de armado de cajas y vendrá a ayudar únicamente durante los cambios de probadoras. Luego ésta persona adicional debe trasladarse al lugar donde se está colocando el volteador de envases para apoyar a las personas programadas en el cambio.		Al asignar a una persona adicional a regular altura de Probadoras, la otra persona programada tendrá más tiempo para regular la bajada de Lanico a empaque cuando termine de regular la otra Probadora
<i>Nuevo tiempo</i>			
<i>Nuevo estándar</i>			

El tiempo total del cambio fue de 34 minutos. Con las ideas sugeridas el tiempo del cambio obligadamente tiene que bajar cuando se efectúe el tercer cambio programado.

## **Análisis de reducción de tiempos de las actividades internas y externas del segundo cambio:**

Se procede a analizar en equipo las ideas planteadas en la tabla cambio rápido con el fin de disminuir el tiempo para la ejecución del tercer cambio de altura programado: quién, cómo y cuándo. Para el presente caso, seguiremos tomando en cuenta las ideas de los empleados involucrados en el departamento de ensamble:

Máquina Wima:

- La línea de referencia es la línea de simetría que es marcada en cada plantilla y sirve para la regulación de la altura requerida. Por lo tanto todas la plantillas archivadas deben estar marcada con dicha línea. Responsable: José Che. Implementar inmediatamente y continuar hasta que se completen en el leitz todas las alturas en los tres diámetros de envases.
- El paso del barniz se cierra en dos puntos; la máquina trae de fábrica éste sistema. La perdida de tiempo se presenta cuando se abre nuevamente el paso ya que se realiza en forma manual a prueba-error porque hay que estar probando la mezcla de aire-barniz hasta obtener el flujo de aplicación de barniz adecuado. Se ha analizado la posibilidad de instalar una *llave de paso* en la parte frontal de la máquina. El operador debe cerrar la llave antes de iniciar la regulación del desapilador y debe abrirla al terminar la regulación. Esto permitirá tener el mismo flujo sin necesidad de estar manipulando a prueba y error el paso en los puntos principales. Responsable: Herber Rosales (mecánico-operador). Implementación: mejora a largo plazo ya que se instalarán en la tres máquinas Wimas.

- El operador argumentó que reguló dos veces el escuadre porque las cadenas que se han venido usando son Chinas: son de muy mala calidad y se estiran muy fácilmente. Se comprarán cadenas Alemanas o Americanas para evitar la pérdida de tiempo durante el escuadre de plantilla. Responsable: Josué Herber Rosales (mecánico-operador) hará el pedido urgente. Implementar antes del tercer cambio.
  
- Tal y como se planteo en el primer cambio, el operador de la máquina Wima realizó los chequeos de altura y cierre hermético de envases de la máquina Lanico, sin embargo, el tiempo requerido para los mismos aún sigue siendo alto; es por ello que se ha programado involucrar a una persona adicional durante el cambio de altura el cual ayudará a regular Probadoras de Aire, Volteador de Envases y realizar estos chequeos. Esta persona adicional por lo general trabaja en el área de armando de cajas de cartón corrugado y debe ser requerida únicamente cuando se realicen los cambios, una vez concluidos los mismos debe regresar a su área de trabajo. Responsable: personal de línea. Implementar en el tercer cambio.

#### Máquina Lanico:

- Para poder abrir y cerrar la bancada de la máquina, el operador tuvo que usar dos tipos de llaves allen para quitar y poner los diferentes tornillos. Es por ello que se ha decidido estandarizar a un solo tipo: 5 mm, con ello se elimina la variedad y se reduce el tiempo. Responsable: Josué Sepúlveda. Implementar antes del tercer cambio.
  
- Según los operadores la deformación de las pestañas de los envases ocurre con frecuencia durante los cambios de altura, el barniz de costura interna se levanta con facilidad por la fricción que existe entre los pestañadores y el cilindro, la

- velocidad que toma la máquina en ese momento es muy lenta. Estos pestañadores se limpian semanalmente durante los mantenimientos; es por ello que se decidió limpiarlos diariamente durante la media hora en que sale a almorzar el personal de línea. Responsable: Josué Sepúlveda y Herber Rosales (mecánicos-operadores de línea). Implementar antes del tercer cambio y continuar así hasta nueva orden.

#### Volteador de Envases:

- Sigue pendiente el punto de hacer bolsillos en los laterales de los pantalones de los operadores. Mejora a mediano plazo.
- El correr la máquina Lanico para que el Volteador de Envases ajuste con la carrilera se da porque la mayoría de Volteadores no tiene un largo estandarizado. Para éste punto en particular se debe programar el trabajo del señor Rolando Melgar (Soldador del Compañía) por ser la única persona que lo puede realizar. Responsable: Herber Rosales. Implementación: Mejora a largo plazo.
- A las dos personas programadas para el cambio del Volteador les es difícil realizar el trabajo porque mientras uno lo sostiene, el otro atornilla. Para ahorrar tiempo respecto a éste punto, la persona adicional que se programe para apoyar a la línea durante los cambios, debe ayudar a colocar los tornillos de sujeción; luego debe trasladarse a la máquina Wima para ayudar a realizar chequeos de la cierre hermético y altura de envases (ver análisis de máquina Wima y Probadoras de Aire). Responsable: Personal de línea. Implementar en el tercer cambio.

### Máquinas Probadoras de Aire:

- Solo hay una persona regulando las dos probadoras, se tarda 16 minutos en regular las dos. Para ahorrar tiempo, se programa a una personal adicional que apoyará directamente a la línea durante los cambios de altura. Esta persona se encuentra regularmente en el área de armado de cajas; debe ser llamada el momento de necesitarla. Sus funciones serán: regular una Probadora de Aire, debe ayudar a colocar el Volteador de Envases y por último debe ayudar al operador de Wima a realizar los chequeos de cierre hermético y altura de envases (ver análisis de máquina Wima y Volteador de Envase). Responsables: personal de línea. Implementar en el tercer cambio. Lo anterior permitirá que la otra persona programada para la regulación de Probadoras tenga mas tiempo para regular la bajada que conecta la máquina Lanico al área de empaque y las otras dos personas programadas en la colocación del Volteador de Envases llegarán directamente a probar envases al 100%.

### ***TERCER CAMBIO EFECTUADO:***

Línea 3 = diámetro de envase 200/201; se cambia de una altura 200/202/201\***509** a 200/202/201\***700**.

### Asignación de responsabilidades para el tercer cambio

Antes de efectuar el tercer cambio, se explica al personal las mejoras implementadas en forma inmediata y todas aquellas actividades / tareas nuevas que ayudarán a disminuir aún más el tiempo de cambio, según el listado obtenido en el análisis del PASO 4 de SMED del segundo cambio: quién, cómo, cuándo.

- Participarán las mismas personas que participaron en el segundo cambio solo que ésta vez en la línea 3. Ellos tienen que estar concientes que aplicando las ideas sugeridas disminuirá el “tiempo total” en el tercer cambio. Se nombra al Sr. Carlos Jopín para apoyar directamente en la regulación de una de las Probadoras de Aire, en el ajuste del Volteador de Envases y en la realización de chequeos de cierre hermético y altura de envase. Se le explica sus responsabilidades. Ahora habrán en total 6 personas involucradas.
- Las responsabilidades de cambio y las de observación / toma de datos siguen siendo las mismas.

Inicia el tercer cambio al pasar el último envase bueno de altura 200/202/201\***509**. Una vez completadas las actividades por parte de los seis operadores, se autoriza correr la línea con la nueva altura de envase 200/202/201\***700**. Esta vez el tiempo total de cambio fue de 24 minutos.

Nuevamente se usa en forma directa la tabla de cambio rápido, describiendo en ella todas las observaciones, tiempo de cada elemento, la separación de actividades internas y externas, la conversión de actividades internas a externas (ideas para mejorar).

Todas aquellas observaciones e ideas para mejorar que fueron mencionadas en las tablas del segundo cambio, ya no aparecerán en las tablas del tercer cambio, a excepción de aquellas que han sido consideradas para ser implementadas a mediano o largo plazo por requerir de una inversión o un tiempo mas largo para su ejecución.

**Tabla XXV TERCER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina soldadora Wima VAA20**

<i>Elementos</i>	<i>Regular altura de plantilla (AI)</i>	<i>Regular censor (AI)</i>	<i>Regular desapilador (AI)</i>	<i>Escuadre de plantilla (AI)</i>	<i>Graduación de P1 y P2 (AI)</i>	<i>Graduación de vel./min (AI)</i>	<i>Pruebas/chequeos de arranque (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	4 minutos	2 min.	3 min.	6 min.	2 min.	2 min.	2 min. + 4 min. ayudar a efectuar chequeos de Lanico
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>			a) Operador tiene que cerrar el paso del barniz interno de costura en dos puntos diferentes y luego abrirlos nuevamente luego de regular el desapilador (AI)	a) Perros de arrastre de la cadena están muy flojos.			
<i>Actividades int.</i>			a	a			
<i>Actividades ext.</i>							
<i>Ideas para mejorar actividades</i>			- Instalar un sistema de paso del barniz en las tres máquinas para facilitar el trabajo y ahorrar tiempo	- Al cambiar las cadenas se determinó que parte del problema ahora es que los perros están muy usados y no se han cambiado. Hay que fabricar en el taller de torno un juego.			
<i>Nuevo tiempo</i>							
<i>Nuevo estándar</i>							

El tiempo total del cambio fue de 24 minutos. Las mejoras que aún aparecen en el cuadro son las que se implementarán a mediano o largo plazo.

**Tabla XXVI**

**TERCER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquina Lanico**

<i>Elementos</i>	<i>Abrir bancada horizontal de maquina (AI)</i>	<i>Colocar máquina. en posición B (AI)</i>	<i>Regulación maquina para pestañado (AI)</i>	<i>Ajuste para pestaña y diámetro (AI)</i>	<i>Verificar continuidad y regular velocidad . maquina (AI)</i>	<i>Cerrar bancada de máquina (AI)</i>	<i>Chequeo cierre hermético y altura de envases (AE)</i>	<i>Prueba hermeticidad de envases (probar al 100%) (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	1 min.	0.25 min.	10 min.	3 min.	3.75 min.	1 min.		5 min.
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>							** Este tiempo fue anotado en la tabla de la máquina Wima por ser el operador de dicha máquina quien realiza estos chequeos.	
<i>Actividades int.</i>								
<i>Actividades ext.</i>								
<i>Ideas para mejorar actividades</i>								
<i>Nuevo tiempo</i>								
<i>Nuevo estándar</i>								

El tiempo total del cambio fue de 24 minutos. Para ésta máquina en particular no se tendrá mejoras a implementar a mediano o largo plazo.

**Tabla XXVII TERCER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para Volteadores de Envases**

<i>Elementos</i>	<i>Quitar Volteador altura 509 (AI)</i>	<i>Ajustar carrilera cerca de elevador de envases (AI)</i>	<i>Colocar Volteador altura 700 (AI)</i>	<i>Ajuste de nuevo Volteador (AI)</i>	<i>Traslado de las 2 personas de empaque a probado envases (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	1.5 min.	3 min.	4 min.	10.5 min.	5 min.
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>				a) No tienen lugar específico para poner las llaves, las dejan en cualquier lugar durante el cambio (AE). b) Tuvieron que correr la máquina lanico con una palanca para que el volteador ajustará bien con la carrilera. La máquina no debe moverse y aún así la movieron tres veces (AE)	*** Ver explicación de máquinas probadoras de aire
<i>Actividades int.</i>					
<i>Actividades ext.</i>				a, b	
<i>Ideas para mejorar actividades</i>				- Mandar hacer bolsillos laterales a los pantalones del uniforme. - Se debe medir la longitud de todas las bajadas y cortar aquellas que estén más largas a modo de estandarizarlas	
<i>Nuevo tiempo</i>					
<i>Nuevo estándar</i>					

El tiempo total del cambio fue de 24 minutos. Las mejoras que aparecen en el cuadro son las que se implementarán a mediano o largo plazo.

**Tabla XXVIII TERCER CAMBIO: Uso de tabla de cambio rápido para máquinas Probadoras de Aire**

<i>Elementos</i>	<i>Regular altura de 509 a 700 en las dos Probadoras de la línea (AI)</i>	<i>Regular bajada de Lanico a empaque (AI)</i>	<i>Probado de envases al 100% (AI)</i>
<i>Tiempo</i>	8 minutos	11 minutos	5 minutos
<i>Detalles adicionales (hechos)</i>		a) Muchos tramos a regular o ajustar a lo largo de bajada de Lanico a empaque (AI)	
<i>Actividades int.</i>		a	
<i>Actividades ext.</i>			
<i>Ideas para mejorar actividades</i>		- El sistema de bajada o carrilera de Lanico a empaque debe ser cambiado que tenga dos puntos movibles o regulables únicamente. Actualmente tiene diferentes tramos que deben ajustarse de acuerdo a la altura	
<i>Nuevo tiempo</i>			
<i>Nuevo estándar</i>			

El tiempo total del cambio fue de 24 minutos. La mejora que aún aparece en el cuadro se implementará a mediano o largo plazo.

## Análisis de reducción de tiempos de las actividades internas y externas del tercer cambio:

Este es el último análisis que se efectúa a cada máquina usando las tablas de cambio rápido. Por lo general en las tablas del tercer cambio aparecen todas aquellas ideas que no fueron implementadas en los anteriores cambios programados por requerir de una inversión o un tiempo mas largo para su ejecución. Lo anterior constituye la base para el plan de acción de mejora continua.

### Máquina Wima:

- Sigue pendiente la instalación de las llaves de paso en la parte frontal de la máquina para el barniz interno de costura lateral.
- Se cambiaron las cadenas y efectivamente el tiempo en el escuadre de la plantilla bajó de 9 a 6 minutos. Sin embargo, los perros de arrastre se encuentran flojos impidiendo realizar el escuadre en menos tiempo. El precio por parte del fabricante es oneroso porque los fabrican sobre pedidos por ser máquinas discontinuadas. La solución se da por parte de la Gerencia de Mantenimiento: se fabricará en el taller de tornos un juego para una de las máquinas. Si esto funciona se procederá a fabricar para las otras dos máquinas. Implementación a largo plazo.

### Máquina Lanico:

- Para el tercer cambio no existen ideas para mejoras.

Volteador de envases:

- El hacer bolsillo laterales a los pantalones del uniforme para que los operadores puedan guardar temporalmente allí las llaves cuando los estén usando será una implementación a largo plazo.
- Correr la máquina Lanico para que el Volteador de Envases ajuste con la carrilera descrito en el análisis del segundo cambio. Será una implementación a largo plazo.

Máquinas Probadoras de Aire:

- Existen muchos tramos a regular o ajustar a lo largo de la bajada de envases que conduce los envases terminados de la máquina Lanico al área de empaque. El sistema debe ser cambiado para que existan únicamente dos puntos regulables: uno en la parte de en medio y otra al final de la bajada. Mejora a implementar a largo plazo. Responsable: Oscar Euribe (Gerente de Mantenimiento), Rolando Melgar (Soldador) y Josué Sepúlveda (Mecánico de línea).

***RESULTADOS PRELIMINARES: Aquí concluye la implementación práctica de la técnica SMED logrando hasta aquí cumplir con el objetivo del presente Trabajo de Graduación. El tiempo utilizado para el primer cambio de altura fue de 50 minutos. El tiempo utilizado para el tercer cambio fue de 24 minutos. Durante el taller se han logrado reducir 26 minutos (52%) respecto al tiempo inicial. Es necesario que el equipo le de seguimiento por dos meses al cumplimiento del tiempo de 24 minutos porque a medida que se vayan completando cada una de las mejoras pendiente, dicho tiempo puede seguir disminuyendo.***

Finalizado el tercer cambio, se deben calcular los *tiempos estándar* que servirán de patrón comparativo para el cumplimiento del tiempo para *cambios de altura*. Los 24 minutos establecidos corresponde a un tiempo cronometrado y por lo tanto debe asignársele una factor de actuación del operario y adicionarle también la tolerancia (ver conceptos de tiempos estándar estudiado en el inciso 4.3.1 del presente trabajo de graduación). Cada elemento tendrá su propio estándar. Por ejemplo:

***Máquina Wima:***

Los tiempos cronometrados serán obtenidos de la tabla XXV del presente trabajo de graduación.

- a) Calificación de actuación del operario para el elemento “regular altura de plantilla” (según método Westinghouse):

Habilidad: Buena:	—————→	C2 = +0.03
Esfuerzo: Bueno:	—————→	C1 = +0.05
Condiciones: Excelentes	—————→	B = +0.04
Consistencia: Regular	—————→	<u>D = 0.00</u>
Suma algebraica:		+0.12
<b><i>Factor actuación</i></b>		<b><i>1.12</i></b>

- b) Márgenes o tolerancias por retrasos inevitables, fatiga y retrasos personales: porcentaje asignados por Crown Cork Guatemala del departamento de ensamble (ver cuadro VIII del presente trabajo de graduación). Este factor se aplicará a todos los elementos:

***Tolerancia departamento ensamble : 4.5%***

Usando la fórmula:

Tiempo Estándar = TN + % tolerancias del TN

Tiempo Estándar = tiempo cronometrado X factor act. Operario + % tolerancias del TN

$$TE = (4 \text{ min.} * 1.12) + (4.5\% \text{ del TN})$$

$$TE = 4.48 \text{ min.} + (0.045 * 4.48 \text{ min.})$$

$$TE = 4.48 + 0.20 \text{ min.}$$

TE = 4.68 minutos (este será el tiempo estándar a considerar para realizar la regulación de altura de plantilla en la máquina Wima VAA20).

El mismo principio será aplicado a todos los elementos de cada una de las máquinas que participan durante el cambio de altura.

**Tabla XXIX**

**Estandarización tiempos para máquina soldadora  
Wima VAA20**

<i>Elementos</i>	<i>Tiempo cronometrado.</i>	<i>Factor actuación</i>	<i>Tolerancia</i>	<i>Tiempo estándar</i>
<i>Regular altura plantilla</i>	4 min.	1.12	4.5%	4.68 min.
<i>Regular censor</i>	2 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C1 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.12	4.5%	2.34 min.
<i>Regular desapilador</i>	3 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C1 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.12	4.5%	3.51 min.
<i>Escuadre plantilla</i>	6 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C1 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.12	4.5%	7.02 min
<i>Graduación P1 y P2</i>	2 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C1 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.12	4.5%	2.34 min.
<i>Graduación de vel./min.</i>	2 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C1 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.12	4.5%	2.34 min.
<i>Pruebas/chequeos de arranque</i>	6 min.	Habilidad D = regular Esfuerzo C2 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.06	4.5%	6.65 min.
TIEMPO ESTANDAR TOTAL WIMA				28.88 min.

## Maquina Cerradora Lanico:

**Tabla XXX Estandarización tiempos para máquina cerradora Lanico**

<i>Elementos</i>	<i>Tiempo cronometrado</i>	<i>Factor actuación</i>	<i>Tolerancias</i>	<i>Tiempo estándar</i>
<i>Abrir bancada horizontal máquina</i>	1 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C2 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.09	4.5%	1.14 min.
<i>Colocar máquina en posición B</i>	0.25 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C2 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.09	4.5%	0.28 min.
<i>Regulación máquina para pestañado</i>	10 min.	Habilidad D = regular Esfuerzo C2 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.06	4.5%	11.08 min.
<i>Ajuste para pestaña y diámetro</i>	3 min.	Habilidad D = regular Esfuerzo C2 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.06	4.5%	3.32 min
<i>Verificar continuidad y regular velocidad máquina</i>	3.75 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C1 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.12	4.5%	4.39 min.
<i>Cerrar bancada de máquina</i>	1 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C2 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.09	4.5%	1.14 min.
<i>Prueba de hermeticidad de envases (probar al 100%)</i>	5 minutos	El factor de actuación será considerado en las Máquinas Probadoras de Aire	Las tolerancias será consideradas en las Máquinas Probadoras de Aire	El tiempo estándar asignado en máquina Probadora fue de 6 minutos
<b>TIEMPO ESTANDAR TOTAL LANICO</b>				27.35 min.

**Volteador de Envases:**

**Tabla XXXI Estandarización tiempos para Volteador de Envases**

<i>Elementos</i>	<i>Tiempo cronometrado</i>	<i>Factor actuación</i>	<i>Tolerancias</i>	<i>Tiempo estándar</i>
<i>Quitar Volteador altura 509</i>	1.5 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C1 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.12	4.5%	1.76 min.
<i>Ajustar carrilera cerca de elevador de envases</i>	3 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C2 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.09	4.5%	3.42 min.
<i>Colocar Volteador altura 700</i>	4 min.	Habilidad D = regular Esfuerzo C2 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.06	4.5%	4.43 min.
<i>Ajuste de nuevo Volteador</i>	10.5 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo D = regular Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.07	4.5%	11.74 min
<i>Traslado de las dos personas a empaque para probado de envases</i>	5 min.	El factor de actuación será considerado en las Máquinas Probadoras de Aire	Las tolerancias será consideradas en las Máquinas Probadoras de Aire	El tiempo estándar asignado en máquina probadoras fue de 6 minutos
<b>TIEMPO ESTANDAR TOTAL VOLTEADOR DE ENVASES</b>				<b>27.35 min.</b>

## Maquinas Probadoras de Aire:

**Tabla XXXII Estandarización tiempos para máquinas Probadoras de Aire**

<i>Elementos</i>	<i>Tiempo cronometrado</i>	<i>Factor actuación</i>	<i>Tolerancias</i>	<i>Tiempo estándar</i>
<i>Regular Altura de 509 a 700 en las dos Probadoras de la línea.</i>	8 min.	Habilidad C1 = buena Esfuerzo C1 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.12	4.5%	9.36 min.
<i>Regular bajada de Lanico a empaque</i>	11 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo D = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia D = regular</u> Fact. Cal. = 1.12	4.5%	12.87 min.
<i>Probado de envases al 100%</i>	5 min.	Habilidad C2 = buena Esfuerzo C1 = bueno Cond. B = excelentes <u>Consistencia B = excelente</u> Fact. Cal. = 1.15	4.5%	6 min.
TIEMPO ESTANDAR TOTAL PROBADORAS DE AIRE				28.23 min.

En resumen tenemos los tiempos estandarizados por máquina:

- Máquina soldadora Wima = 28.88 minutos para realizar cambio de altura.
- Máquinas Probadoras de Aire = 28.23 minutos para realizar cambio de altura.
- Máquina cerradora Lanico = 27.35 minutos para realizar cambio de altura.
- Volteador de Envases = 27.35 minutos para realizar cambios de altura.

El cambio de altura involucra a toda la línea, por lo tanto, el tiempo estándar que registrará dicho cambio será el de la máquina soldadora Wima VAA20 ya que es la que tiene mayor cantidad de tiempo = 28.88 minutos. Es importante señalar que el tiempo de cambio no debe exceder los 28.88 minutos, pero si puede ser menor de esa cantidad.

## **4.6 Estandarización de las nuevas actividades para cambios de altura**

Estandarizar garantiza que todas las actividades u operaciones necesarias durante el cambio se realicen siempre de la misma manera, ya sea que involucren el factor humano, materia prima, máquinas, medio ambiente y métodos de trabajo.

### **4.6.1 Procedimientos estándar de operación para actividades de cambio (P.E.O.)**

Los procedimientos estándar de operación (P.E.O.) son documentos sistemáticos utilizados en la planta para asegurar la repetibilidad de las operaciones de manufactura; observando y desarrollando paso a paso todas las actividades que conducen a la culminación de los mismos.

- Todos los PEO que se vayan desarrollando deben ser anexados al archivo maestro que se encuentra bajo la responsabilidad de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad.
- Deben ser publicados en las áreas de aplicación.
- La elaboración, actualización o modificación debe ser autorizada y aprobada por parte de la Gerencia General y Gerencia de Aseguramiento de Calidad respectivamente.
- Deben ser elaborados siguiendo el formato estándar de PEO

Teniendo claro los requisitos anteriores, se deben elaborar los PEO's para las Probadoras de Aire, Volteador de Envases, máquina cerradora Lanico y máquina soldadora Wima con el fin de garantizar la ejecución estandarizada por parte del personal para cada una de las actividades que participan en el cambio de altura:

**Fig. 19**      **Procedimiento estándar de operación para cambios de altura en máquinas Probadoras de Aire**

**CROWN CORK GUATEMALA**  
**Procedimiento Estándar de Operación**  
**Cambio de altura en máquinas Probadoras de Aire**

**Manual de PEO's**  
**Departamento:** Producción /Ensamble  
**Preparado por:** Alex Cuc

**PEO# 23-35**  
**Páginas:** 2  
**Fecha de Emisión:** 8/04/2005  
**Fecha de revisión:** 10/04/2005

- 1. Propósito:**  
Establecer los pasos a seguir durante los cambios de altura en las dos Probadoras de Aire de cada línea de producción del departamento de ensamble (ya sea en la línea 1, 2 ó 3) con el fin de mantener o mejorar el tiempo de cambio establecido en el taller de SMED.
- 2. Alcance:**  
Este procedimiento va dirigido a los operadores de máquinas Probadoras de Aire y personal de apoyo asignado por el Jefe de Producción para los cambios de altura.
- 3. Consideraciones de Seguridad:**  
Utilizar lentes de seguridad al momento de probar al 100% los envases.
- 4. Revisiones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente y antes si se cambia alguna condición o algún nuevo requerimiento que afecte a la misma.
- 6. Referencias:**  
No aplica.
- 6. Definiciones:**  
SMED: técnica japonesa cuyo objetivo es reducir y mantener los tiempos de cambio en los herramientas de máquinas. En este caso un cambio de altura.
- 7. Registros:**  
No hay.
- 8. Anexos:**  
No hay.
- 9. Revisiones y actualizaciones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente a partir de la fecha de emisión.

## 10. Procedimiento:

### **ANTES DEL CAMBIO:**

- A primera hora, en reunión diaria sostenida con el personal del departamento de ensamble, el Jefe de Producción debe informar acerca de los cambios de altura a efectuar durante el día para que todos los involucrados en la línea se preparen, además publicará en la pizarra de información del departamento las instrucciones acerca del cambio (ver en la sección de anexos la Fig. 26: Formato de “Programación diaria de la producción”).
- El Jefe de Producción debe nombrar a una persona del área de armado de cajas para apoyar durante dichos cambios en la realización del chequeo de altura total de envases terminados, regulación de una de la Probadoras de Aire y ajuste del Volteador de Envases (el nombre de la persona será publicado en el mismo *listado de turnos del personal del departamento de producción*).
- Antes de que la línea pare y sea empacado el último envase por parte de los empacadores de envases, el operador de Probadoras de Aire debe buscar anticipadamente las siguientes herramientas y suministros:
  - a) Cuatro envases terminados ubicados en la mesa del asistente de producción.
  - b) Dos llaves de cola de 1 1/8”, y una llave de cola de 3/4” los cuales se encuentran en el cajón de herramientas del mecánico de línea.

### **DURANTE EL CAMBIO**

- Regular altura en máquinas Probadoras de Aire: al ser empacado el último envase, el operador debe regular una de las dos Probadoras. La otra Probadora será regulada por una persona del área de armado de cajas que será nombrada por la Jefatura de Producción (usar dos envases terminados por Probadora y una llave de cola de 1 1/8”). Una vez terminado la regulación para la nueva altura de envase, ésta *persona extra* se trasladará para ayudar en el ajuste de Volteador de Envases (ver PEO 23-36).
- Regular bajada de Lanico a empaque: con ayuda de una llave de cola 3/4”, el operador de Probadoras deberá regular los diferentes tramos de la bajada que conducirá los envases terminados de la máquina Lánico al área de empaque. Para la regulación usará los envases terminados con las cuales se regularon las Probadoras de Aire (11 minutos).
- Probado de envases al 100%: una vez concluido el cambio del Volteador de Envases por parte de los dos empacadores, estos deberán trasladarse a las máquinas Probadoras ya reguladas con el fin de probar al 100% todos los envases terminados y entregados por la máquina Lanico (usar para ello lentes de protección). Esto se realizará para obtener la autorización del departamento de Aseguramiento de Calidad de producir normalmente el nuevo envase y bajo las especificaciones técnicas requeridas (5 minutos).

### **DESPUÉS DEL CAMBIO**

- Una vez sea autorizado la producción del nuevo envase por parte de Aseguramiento de Calidad, el operador de Probadoras deberá guardar en el mismo lugar todas los insumos y herramientas utilizados. Las máquinas y el área de trabajo deberán quedar completamente limpias (no se considera el tiempo porque se realizará cuando la línea se encuentre produciendo normalmente).

**Fig. 20**      **Procedimiento estándar de operación para cambios de altura en Volteador de Envases**

**CROWN CORK GUATEMALA**  
**Procedimiento Estándar de Operación**  
**Cambio de altura para Volteador de Envases**

**Manual de PEO's**  
**Departamento:** Producción /Ensamble  
**Preparado por:** Alex Cuc

**PEO# 23-36**  
**Páginas:** 2  
**Fecha de Emisión:** 8/04/2005  
**Fecha de revisión:** 10/04/2005

- 1. Propósito:**  
Establecer los pasos a seguir durante los cambios de altura en cualquiera de las tres líneas para los volteadores de envases (ya sea en la línea 1, 2 ó 3) para mantener o mejorar el tiempo de cambio establecido en el taller de SMED.
- 2. Alcance:**  
Este procedimiento va dirigido a los empacadores de envases (los cuales realizan el cambio del Volteador de Envases) y personal de apoyo asignado por el Jefe de Producción para los cambios de altura.
- 3. Consideraciones de Seguridad:**  
Utilizar escaleras con peldaño ancho para evitar caída.
- 4. Revisiones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente y antes si se cambia alguna condición o algún nuevo requerimiento que afecte a la misma.
- 5. Referencias:**  
No aplica.
- 6. Definiciones:**  
SMED: técnica japonesa cuyo objetivo es reducir y mantener los tiempos de cambio en los herramientas de máquinas. En este caso un cambio de altura.
- 7. Registros:**  
No hay.
- 8. Anexos:**  
No hay.
- 9. Revisiones y actualizaciones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente a partir de la fecha de emisión.

## 10. Procedimiento:

### **ANTES DEL CAMBIO:**

- A primera hora, en reunión diaria sostenida con el personal del departamento de ensamble, el Jefe de Producción debe informar acerca de los cambios de altura a efectuar durante el día para que todos los involucrados en la línea se preparen, además publicará en la pizarra de información del departamento las instrucciones acerca del cambio (ver en la sección de anexos la Fig. 26: Formato de “Programación diaria de la producción”).
- El Jefe de Producción nombra a una persona del área de armado de cajas para apoyar durante los cambios en la realización del chequeo de altura total de envases terminados, regulación de una de las Probadoras de Aire y ajuste del Volteador de Envases (el nombre de la persona será publicado en el mismo listado de *turnos del personal del departamento de producción*).
- Antes de que la línea pare y pase el último envase por el Volteador a ser cambiado, uno de los empaques de envases debe buscar anticipadamente las siguientes herramientas y suministros:
  - a. Volteador de Envases con la especificación de la nueva altura ubicada en la bodega de barnices.
  - b. Escalera no muy alta y de peldaño ancho.
  - c. Dos llaves de cola 7/16”, la cual se encuentra ubicada en el cajón de herramientas del mecánico de línea.
  - d. Envases cilindrados de acuerdo a la altura requerida. Los mismos se encuentran en el área de *envases cilindrados para pruebas*.

### **DURANTE EL CAMBIO**

- Al pasar el último envase bueno, dos personas del área de empaque deberán quitar el Volteador de altura anterior retirando primero los tornillos que se encuentran en la parte inferior y luego los que se encuentran en la parte superior del mismo, utilizando para ello llave de cola 7/16”. Una persona debe subir en la escalera y la otra debe sostener el Volteador mientras es quitado (1.5 minutos).
- Regular la carrilera que se encuentra cerca del elevador de envases por medio de los dos tornillos sin fin. Ambas personas deben ejecutar esta operación y deben probar su perfecto funcionamiento con ayuda de los envases cilindrados (3 minutos).
- Colocar Volteador de altura nueva: colocar primero los tornillos superiores y luego los tornillos inferiores del nuevo Volteador. Antes de colocar los tornillos inferiores, se debe abrir la carrilera que conduce los envases del Volteador a la máquina Lánico girando el tornillo sin-fin de acuerdo al nuevo tamaño de envase a fabricar. Ambas personas realizarán esta operación con la ayuda de llaves de cola 7/16” (4 minutos).
- Ajuste de nuevo Volteador: una persona del área de armado de cajas es nombrada por la Jefatura de Producción para ayudar en dicho ajuste; por medio de tornillos sin-fin, ayudará a regular todo el largo de la carrilera que conduce los envases del Volteador a la máquina Lánico usando para ello los envases cilindrados; una vez terminada esta actividad, esta persona se dirige después a ayudar al operador de wima en la realización del chequeo de altura total del envase terminado (ver PEO 23-37). En este punto las otras dos personas fijan las varillas móviles del Volteador sujetándolos con tornillos y tuercas usando para ello llave de cola 7/16” (10.5 minutos).
- Traslado de las dos personas al área de empaque para probado de envases al 100% (ver explicación de las actividades que realizan en el PEO 23-35).

### **DESPUÉS DEL CAMBIO**

- Una vez sea autorizado, por parte de Aseguramiento de Calidad, la producción del nuevo envase con la altura requerida, el mismo operador que buscó las herramientas y suministros debe guardarlas nuevamente en su lugar. El área de trabajo debe quedar completamente limpia (no se considera el tiempo porque se realizará cuando la línea se encuentre produciendo normalmente).

**Fig. 21**      **Procedimiento estándar de operación para cambios de altura en máquina soldadora Wima VAA20**

**CROWN CORK GUATEMALA**  
**Procedimiento Estándar de Operación**  
**Cambio de altura en máquina Wima VAA20**

**Manual de PEO's**  
**Departamento:** Producción /Ensamble  
**Preparado por:** Alex Cuc

**PEO# 23-37**  
**Páginas:** 2  
**Fecha de Emisión:** 8/04/2005  
**Fecha de revisión:** 8/04/2005

- 1. Propósito:**  
Establecer los pasos a seguir durante los cambios de altura en cualquiera de las tres máquinas soldadoras Wima VAA20 (ya sea en la línea 1, 2 ó 3) para mantener o mejorar el tiempo de cambio establecido en el taller de SMED para dichas máquinas.
- 2. Alcance:**  
Este procedimiento va dirigido a los operadores de máquinas soldadoras Wima y personal de apoyo asignado por el Jefe de Producción para los cambios de altura.
- 3. Consideraciones de Seguridad:**
  - Usar guantes anti-corte durante la ejecución de pruebas/chequeos de arranque.
  - Quitar guarda de cadena de arrastre para activar el microswitch de paro general de la máquina. Lo anterior como parte del procedimiento de bloqueo y etiquetado del equipo.
  - Usar lentes de seguridad y guantes anti-corte para realizar chequeo de cierre hermético.
- 4. Revisiones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente y antes si se cambia alguna condición o algún nuevo requerimiento que afecte a la misma.
- 5. Referencias:**  
No aplica.
- 6. Definiciones:**  
SMED: técnica japonesa cuyo objetivo es reducir y mantener los tiempos de cambio en los herramientas de máquinas. En este caso un cambio de altura.
- 7. Registros:**  
No hay.
- 8. Anexos:**  
No hay.
- 9. Revisiones y actualizaciones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente a partir de la fecha de emisión.

## 10. Procedimiento:

### **ANTES DEL CAMBIO:**

- A primera hora, en reunión diaria sostenida con el personal del departamento de ensamble, el Jefe de Producción debe informar acerca de los cambios de altura a efectuar durante el día para que todos los involucrados en la línea se preparen, además publicará en la pizarra de información del departamento las instrucciones acerca del cambio (ver en la sección de anexos la Fig. 26: Formato de “Programación diaria de la producción”).
- El Jefe de Producción nombrar a una persona del área de armado de cajas para apoyar durante los cambios en la realización del chequeo de altura total de envases terminados, regulación de una de la Probadoras de Aire y ajuste del Volteador de Envases (el nombre de la persona será publicado en el mismo listado de *turnos del personal del departamento de producción*).
- Antes de que la máquina pare para realizar el cambio de altura, el operador de Wima debe buscar anticipadamente las siguientes herramientas y suministros:
  - a. Llaves de cola 9/16”, ½”, 7/16”, llave de cola 8 mm, llaves allen 6, 5 y 4 mm., desarmador de castigadera mediano.
  - b. Suficiente wipe para limpiar partes de máquina a montar y desmontar.
  - c. Buscar en el archivo o leitz la plantilla que se necesite para regular la nueva altura (la misma debe estar marcada con la línea de referencia).
  - d. Tenaza para realizar chequeo/prueba de arranque.
  - e. Guantes anticorte para realizar chequeo/prueba de arranque.
- La escala métrica para fijar la guía de los sensores debe estar limpia y completamente pegada a la máquina.
- Cada vez que se realicen requisiciones para la compra de cadenas para el escuadre de plantillas, se deben pedir americanas o alemanas pero no chinas.

### **DURANTE EL CAMBIO**

- Al pasar el último envase bueno de la altura anterior, el operador de Wima debe cerrar inmediatamente el paso del barniz interno y externo el cual toma ahora aproximadamente 5 segundos, y debe quitar la guarda de las cadenas de arrastre para que el microswitch de paro general se active. Otros 5 segundos. Estos dos tiempos son contabilizados dentro del tiempo de “regular la altura de plantilla”
- Regular la altura de plantilla con ayuda de la plantilla marcada con la línea de referencia. Al momento de abrir el alimentador de plantillas, debe limpiar esa parte con wipe. Utilizará para este trabajo llaves allen 4, 5 y 6 mm: (4 minutos).
- Regular sensor de soldadura con ayuda de la escala métrica situada en la guía de dicho sensor. No se utiliza llaves para ésta operación porque se presiona con mariposas (2 minutos).
- Regular desapilador: utilizar para ello llaves de cola 4/16”, ½” y 7/16”, desarmador de castigadera grande (3 minutos).
- Escuadre plantillas cilindradas con ayuda de llaves de cola 8 mm (6 minutos).
- Graduación de P1 y P2 para determinar la calidad de soldadura. Basarse en el cuadro ubicado a la par de los botones de ajuste (2 minutos). No se requiere herramienta para realizar este punto.
- Graduación de velocidad por minuto de la máquina de acuerdo a la nueva altura del envase. Basarse en el cuadro ubicado a la par de los botones de ajuste (2 minutos). No se requiere herramienta para realizar este punto.
- Realizar pruebas/chequeos de arranque para verificar la calidad de soldadura, los puntos de soldadura por pulgada. Debe abrir llave de paso de los barnices interno y externo. Herramienta a utilizar: tenaza y guantes anticorte (2 minutos).

- Luego de realizar los chequeos de la máquina, el operador debe dirigirse a la cabina de control de procesos del departamento de ensamble para realizar los chequeos de cierre hermético de envases de la máquina Lanico. Realizarlo con ayuda del proyector de doble cierre y sierra cortadora de envases. Debe usar guantes anticorte y lentes de seguridad (ver en la sección de anexos la fig. 28: PEO 23-26 y fig. 29: PEO 23-29 en donde se detallan los pasos para realizar estos chequeos. Estos procedimientos pertenecen al Manual de Control de Procesos de la empresa).

Una persona del área de armado de cajas es nombrada por la Jefatura de Producción para ayudar durante los cambios de altura. Esta persona también debe dirigirse a la cabina de control de procesos del departamento de ensamble para realizar el chequeo de altura total de envase terminado con ayuda del altímetro (ver en la sección de anexos la fig. 30: PEO 23-18 en donde se detallan los pasos para realizar éste chequeo. Este procedimiento pertenece al Manual de Control de Procesos de la empresa). 4 minutos en total para efectuar chequeo de altura y cierre y cierre hermético.

#### ***DESPUÉS DEL CAMBIO***

- Una vez sea autorizado por parte de aseguramiento de calidad la producción del nuevo envase con la altura requerida, el operador debe guardar todas la herramientas utilizadas, la plantilla debe ser archivada, la máquina y el área de trabajo deben quedar completamente limpios (no se considera el tiempo ya que se realizará cuando la línea se encuentra produciendo normalmente).

**Fig. 22**      **Procedimiento estándar de operación para cambios de altura en máquina cerradora Lanico**

**CROWN CORK GUATEMALA**  
**Procedimiento Estándar de Operación**  
**Cambio de altura en máquina cerradora LANICO**

**Manual de PEO's**  
**Departamento:** Producción /Ensamble  
**Preparado por:** Alex Cuc

**PEO# 23-38**  
**Páginas:** 2  
**Fecha de Emisión:** 8/04/2005  
**Fecha de revisión:** 8/04/2005

- 1. Propósito:**  
Establecer los pasos a seguir durante los cambios de altura en cualquiera de las tres máquinas cerradoras Lanico (ya sea en la línea 1, 2 ó 3) para mantener o mejorar el tiempo de cambio establecido en el taller de SMED para dichas máquinas.
- 2. Alcance:**  
Este procedimiento va dirigido a los operadores de máquinas cerradoras Lanico, máquinas soldadoras Wima y personal de apoyo asignado por el Jefe de Producción para los cambios de altura.
- 3. Consideraciones de Seguridad:**  
Abrir cualquier compuerta de la máquina con el fin de activar el microswitch de paro general de la máquina. Lo anterior como parte del procedimiento de bloqueo y etiquetado del equipo.
- 4. Revisiones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente y antes si se cambia alguna condición o algún nuevo requerimiento que afecte a la misma.
- 5. Referencias:**  
No aplica.
- 6. Definiciones:**  
SMED: técnica japonesa cuyo objetivo es reducir y mantener los tiempos de cambio en los herramientas de máquinas. En este caso un cambio de altura.
- 7. Registros:**  
No hay.
- 8. Anexos:**  
No hay.
- 9. Revisiones y actualizaciones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente a partir de la fecha de emisión.

## 10. Procedimiento:

### ***ANTES DEL CAMBIO:***

- A primera hora, en reunión diaria sostenida con el personal del departamento de ensamble, el Jefe de Producción debe informar acerca de los cambios de altura a efectuar durante el día para que todos los involucrados en la línea se preparen, además publicará en la pizarra de información del departamento las instrucciones acerca del cambio (ver en sección de anexos la Fig. 26: Formato de “Programación diaria de la producción”).
- El Jefe de Producción nombrar a una persona del área de armado de cajas para apoyar durante los cambios en la realización del chequeo de altura total de envases terminados, regulación de una de la Probadoras de Aire y ajuste del Volteador de Envases (el nombre de la persona será publicado en el mismo *listado de turnos del personal del departamento de producción*).
- Antes de que la máquina pare para realizar el cambio de altura, el operador de Lanico debe buscar anticipadamente las siguientes herramientas y suministros:
  - a) Llaves de cola 15/16”, llave allen 5mm., Llave T de 10mm. Los cuales se encuentran en el cajón de herramientas del mecánico de línea.
  - b) Envases cilindrados de acuerdo a altura requerida, los cuales se encuentran en el “área de envases cilindrados para pruebas”.
  - c) Galga para medir pestañas: Pestañímetro.
- Para evitar la deformación de pestañas en los envases, los pestañadores de la máquina Lanico deberán limpiarse diariamente durante los 30 minutos que dura el período de almuerzo del personal de línea. La limpieza estará bajo la responsabilidad del mecánico de línea.
- Es responsabilidad de los operadores de Lanico guardar suficientes envases cilindrados en cajas plásticas que se compraron para tal fin. Dichas cajas deben ser identificadas de acuerdo al tamaño de envases a almacenar. Estos cilindros servirán posteriormente para cambios de altura en Volteador de Envases y máquina Lanico.

### ***DURANTE EL CAMBIO***

- Abrir bancada horizontal de la máquina: al pasar el último envase bueno por la máquina Lanico, el operador debe quitar los tornillos de sujeción de la carrilera que conduce los envases del Volteador a la máquina Lanico. También debe quitar los tornillos de sujeción de la carrilera que conduce los envases terminados de la máquina Lanico al área de empaque. Utilizando para ello una llave allen de 5 mm. Luego debe abrir la bancada de la máquina utilizando una llave de cola 15/16” (1 minuto).
- Colocar máquina en posición B: con ayuda del tornillo sin-fin de la bancada de la máquina (0.25 minutos).
- Regulación de máquina para pestañado: con ayuda del pestañímetro, el operador no tendrá necesidad de trasladarse hasta la cabina de control de procesos de Ensamble para realizar las mediciones. Herramienta utilizada para regulación: tornillo sin fin de la bancada de la máquina (10 minutos).
- Ajuste para pestaña y diámetro: herramienta utilizada: llave T de 10mm (3 minutos).
- Verificar continuidad y regular velocidad de máquina: aquí el operador debe regular la velocidad de la máquina de acuerdo al tamaño del envase requerido. Una vez regulada la velocidad el siguiente paso será verificar la continuidad de cerrado, es decir, tomará 25 cilindros para que la máquina les coloque el domo y fondo en forma consecutiva con el fin de evitar atascamientos (3.75 minutos).
- Cerrar bancada de la máquina: primero cerrar bancada de la máquina, luego poner los tornillos de sujeción de las carrileras Volteador-Lanico y Lanico-Empaque. Herramienta a utilizar: llave allen 5 mm. (1 minuto).

- Chequeo de cierre hermético y altura envases: esta prueba lo realizará el operador de Wima junto con la persona del área de armado de cajas nombrada por la Jefatura de Producción (ver PEO 23-37). El operador de Lanico debe realizar el resto de chequeos del envase terminado: diámetro de domo, diámetro de fondo, altura de cierre, grosor de segunda operación. Este tiempo no se contempla ya que se tomó en cuenta en el PEO de la máquina Wima.
- Prueba de hermeticidad: ver explicación de PEO 23-35. Este tiempo si se toma ya que el operador de Lanico deberá estar produciendo envases terminados para ser probados al 100%. Aproximadamente 100 envases en total (5 minutos).

#### ***DESPUÉS DEL CAMBIO***

- Una vez sea autorizado por parte de Aseguramiento de Calidad la producción del nuevo envase con las especificaciones requeridas, el operador debe guardar todas la herramientas e insumos utilizados. La máquina y el área de trabajo deben quedar completamente limpios (no se considera el tiempo porque se realizará cuando la línea se encuentre produciendo normalmente).

#### 4.6.2 Estandarizar áreas de trabajo con ayuda de “5S”

El creador del programa “5S” fue Hiroyuki Hirano al escribir un libro llamado “Los 5 Pilares de la Fabrica Visual”. En él explica las bases para crear y mantener una disciplina en el lugar de trabajo. Los cinco pilares se convierten en etapas: *seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y respetar o mejorar estándar*. Dado el origen japonés del sistema, cada etapa tiene un nombre japonés cuya primera letra tiene el sonido de la “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

¿Cómo ayuda 5S a la técnica SMED?

Al igual que SMED, el programa 5S es parte del sistema *justo a tiempo* porque es útil para aumentar la productividad y crear un ambiente de trabajo más efectivo. Justo a tiempo es un sistema de producción, que pusieron en marcha los japoneses después de la Segunda Guerra Mundial, funciona basándose en la demanda real de los clientes. Dicho en pocas palabras: si el cliente lo necesita, se fabrica y se entrega, de lo contrario es mejor parar y no hacer nada. Para poder hacer esto se necesita, entre otras cosas, flexibilidad en los procesos de producción y tener sólo aquello que se requiere para poder producir. Nada más. Todo lo que es excedente se considera un despilfarro (ver inciso 3.1.1 del presente trabajo de graduación). Tomando en cuenta lo anterior, se enfocará la filosofía de 5S al sistema SMED: “para poder trabajar de la manera más inteligente y con el menor esfuerzo posible, se debe establecer un puesto de trabajo ordenado, limpio y atractivo para tener todo a la mano cuando se necesite, simplificando así las actividades que son necesarias durante los cambios de altura” (2).

#### **4.6.2.1 Seleccionar (Seiri)**

*Seleccionar los objetos innecesarios para las operaciones diarias o habituales y descartarlos.*

##### **Objetos descartados máquina Wima y cabina de control de procesos del departamento de ensamble:**

Escoba, trapos en cajas de cartón, manguera de aire, cartillas de color, formatos de control de procesos obsoletos, piezas de máquina, recipientes vacíos para solvente, diferentes plantillas sin identificación, suéter sucio del operario, tableros en mal estado, recogedor de basura. En la cabina se descartaron: tarjetas de rastreabilidad, formatos discontinuados de control de procesos, vasos desechables, envases de diferentes presentaciones, cartillas de color, cinta adhesiva, formatos discontinuados de puestas a punto de máquina Lanico.

##### **Objetos descartados en máquina Lanico y cajón de mecánico de línea:**

Herramientas quebradas, piezas de máquina, trapos, wipe, cajas de cartón, vasos desechables, formatos de puestas a punto obsoletos, suéter sucio del operario.

##### **Objetos descartados en Volteador de envases:**

Se evalúa para este punto el área de almacenaje de los Volteadores y se descartan todos aquellos que ya no tienen uso normal por estar en pésimas condiciones.

### **Objetos descartados en Probadoras de Envases y área de empaque:**

Tableros quebrados, formatos varios sin uso alguno, cubetas sucias, wipe, trapos, vasos desechables, recipientes sin identificar, cajas que han sido usadas para otras presentaciones de envases, tornillos sueltos, tuercas sueltas, llaves de cola.

#### **4.6.2.2 Ordenar (Seiton)**

El objetivo: *“lo que queda” sea de uso sencillo y se encuentre fácilmente cuando se necesite.* Todas las personas deben poder encontrar inmediatamente lo que requieran para su trabajo, y cuando lo hayan utilizado, deben devolverlo a un lugar previamente identificado, es decir, *“un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.*

### **Objetos ordenados en máquina Wima y cabina de control de procesos del departamento de ensamble:**

- Todos los herramientas y piezas de la máquina fueron ordenados e identificados con marcador permanente en un estante exclusivo para el departamento de ensamble. Los coronadores de la máquina fueron identificados de acuerdo al diámetro fabricado.
- Se asignó una mesa exclusivamente para papelería: formatos de control de procesos del departamento de ensamble, Leitz que contiene las plantillas para regulación de altura, Tarjetas de Rastreabilidad en uso y archivadas, Manual de Soldadura, Formatos de Mantenimientos, suministros para limpieza y mantenimiento de codificadores y manuales de uso general.
- Se les proporcionó a cada operario una caja portátil de herramientas las cuales serán guardadas bajo llave en las mesas de control de procesos de cada máquina Wima.

- Se le agregó otra gaveta a cada mesa de control de procesos de las Wimas para que en ellas se guarden trapos, wipe y cintas adhesivas.
- Los recipientes para solvente que quedaron fueron dos, los cuales fueron identificados y dejados en la un área específica de la máquina.

#### **Objetos ordenados en máquina Lanico y cajón de mecánico de línea:**

- A pesar de tener identificados la mayoría de objetos, los mismos no estaban ordenados en el cajón del mecánico.
- Cada llave herramienta fue ubicada en su lugar. Las llaves que utilizarán las personas para el cambio de Volteador de Envases y Probadoras de Aire fueron identificados para su fácil localización.
- En la máquina quedarán: un alicate, una tenaza y guantes anti-corte en caso de atascamientos.
- Se asignó una mesa exclusivamente para papelería tal y como se explicó en la máquina Wima.
- Se asignó un área para las cajas plásticas que se compraron con el fin de almacenar los cilindros que servirán durante los cambios de altura en Lanico y Volteador de Envases. Todas fueron identificadas.
- Todos los herramientas y piezas de la máquina, de acuerdo al diámetro, fueron ordenados e identificados con marcador permanente en un estante exclusivo para el departamento de ensamble.

#### **Objetos ordenados en Volteador de envases:**

- Las herramientas a ser utilizadas durante los cambios de altura se encuentran ubicadas e identificadas en el cajón de herramientas del mecánico de línea.

- Todos los Volteadores de Envases fueron pintados de acuerdo al diámetro que pertenecen (verde: diámetro 211, amarillo: diámetro 205, azul: diámetro 202, blanco: diámetro 307) y también fueron identificados con marcador permanente de acuerdo a la altura al cual pertenecen. Fueron ordenados de acuerdo al diámetro en la bodega de barnices.
- La escalera que servirá durante el cambio del Volteador fue dejado en forma permanente cerca de la banda magnética de la línea 2.

### **Objetos ordenados en Probadoras de Aire y área de empaque**

- Los envases terminados a ser utilizados para la regulación de altura en las máquinas Probadoras se ubicaron en las mismas cajas plásticas descritas en la máquina Lanico para almacenamiento de envases cilindrados.
- Se asignó una mesa exclusivamente para papelería tal y como se explicó en la máquina Wima.
- Las herramientas a ser utilizadas durante los cambios de altura se encuentran ubicadas e identificadas en el cajón de herramientas del mecánico de línea.

#### **4.6.2.3 Limpiar (Seiso)**

Una vez que ha quedado estrictamente lo necesario y que todo está debidamente ordenado, el siguiente paso será limpiar pisos, máquinas, mesas y en general todo aquello que sea susceptible a ser limpiado. En el entorno de operaciones, la limpieza se relaciona estrechamente con la habilidad para producir envases de calidad. En éste punto también se incluye localizar y reparar focos que produzcan continuamente suciedad (goteo de aceite, grasas, barnices). *Las tareas de limpieza quedarán como tareas adicionales de los trabajadores para conservar en perfectas condiciones su puesto de trabajo.*

### **Limpieza en máquina Wima y cabina de control de procesos del departamento de ensamble:**

Responsable: operadores de Wima

- Libre de polvo y grasas - máquina Wima (diario).
- Libre de polvo - Horno de curado de barnices (diario).
- Libre de polvo - mesa de control de procesos (diario).
- Libre de polvo - la mesa para uso exclusivo de papelería (diario).
- Libre de polvo y grasas - piso (diario).
- Libre de polvo - mesa para realizar pruebas destructivas (diario).
- Libre de grasas - cadenas transportadoras que conducen los envases de la máquina Wima hasta la faja magnética (semanal).
- Libre de barniz - campana del extractor de barnices (quincenal).

Responsable: supervisor de Aseguramiento de Calidad

- Limpieza general de cabina de control de procesos: piso, ventanas, mostrador, equipo de cómputo, galgas o calibradores (diario).

### **Limpieza en máquina Lanico y cajón de mecánico de línea:**

Responsable: operadores de Lanico (mecánicos de línea)

- Libre de polvo y grasas - máquina Lanico (diario).
- Libre de polvo - mesa para domos y fondos (diario).
- Libre de polvo y grasas - cajón de herramientas (diario).
- Libre de polvo, grasas y objetos - piso (diario).

- Libre de polvo - estante que almacena los herramientas y piezas de máquinas Wima y Lanico (semanal).
- Libre de polvo y grasas - cajas plásticas que guardan envases cilindrados y terminados (quincenal).

### **Limpieza Volteador de envases:**

Responsables: personal del área de empaque

- Libre de polvo y grasas - piso que abarca desde la faja magnética hasta llegar al área de la máquina Lanico.(diario).
- Libre de grasa - faja magnética (diario).
- Libre de polvo y grasas - carrilera que conduce envases del Volteador de Envases a la máquina Lanico (diario).
- Libre de polvo - piso del área donde se almacenan todos los Volteadores de Envases en bodega de barnices (semanal).

### **Limpieza en Probadoras de Aire y área de empaque**

Responsable: operadores de Probadora y personal del área de empaque

- Libre de polvo, grasas, aceites, tableros sueltos, trapos, vasos desechables – máquinas Probadoras de Aire (diario).
- Libre de polvo y grasas – piso del área de empaque y Probadoras.
- Libre de obstáculos - áreas de paso de todo el departamento ensamble (diario).
- Libre de polvo, grasas y vasos desechables – mesas para empacar (diario).

#### 4.6.2.4 Estandarizar (Seiketsu)

*Establecer y mantener en todo momento el alto estándar de orden y limpieza que se ha fijado para el lugar de trabajo. Una de las formas más prácticas y fáciles para que el personal tenga presente cómo debe mantener su puesto de trabajo es por medio de fotografías.*

#### **MAQUINA WIMA:**

Maquina Wima y Extractor de barnices



Mesa para pruebas destructivas



Horno curado de barnices  
y mesa de control de procesos



Mesa para uso papelería



## *MAQUINA LANICO:*

Máquinas Lanico: Líneas 1, 2 y 3



Lanico y mesa para domos y fondos



Cajones de herramientas de mecánicos



Estante para herramientas y piezas de Lanico y Wima



***VOLTEADOR DE ENVASES***

Volteador de envases, carrilera, faja magnética y cadenas transportadoras



Almacén de volteadores de envases



## *MAQUINAS PROBADORAS DE AIRE*

Máquinas Probadoras, carrileras, mesas para domos y fondos y área de Empaque



#### **4.6.2.5 Enseñar respeto (Shitsuke)**

Este punto se refiere a “*enseñar, mantener y respetar los estándares de orden y limpieza establecidos*”. Sin duda es la “S” más difícil de implementar y de conseguir ya que requiere disciplina por parte del personal para habituarse a los nuevos procedimientos. Enseñar implica capacitar; es por ello que en reunión sostenida con el personal del departamento se procedió a explicar y publicar todas las actividades a efectuarse durante la limpieza diaria, semanal y en algunos casos quincenal, también se publicaron en cada área de trabajo las fotografías que serán los *estándares a cumplir*. Una vez publicadas las fotografías en el departamento, la Gerencia de Aseguramiento de Calidad ha contemplado evaluar mensualmente por medio de *auditorías de orden y limpieza* el cumplimiento de dichos estándares.

## **5 INTEGRACIÓN DEL EQUIPO SMED-ENSAMBLE PARA EL SEGUIMIENTO DE MEJORA CONTINUA**

### **5.1 Entrenamiento al personal de línea en los nuevos tiempos de cambio de altura obtenido**

En reunión sostenida con el personal del departamento de ensamble, se leyeron todos los PEO's redactados:

- PEO# 23-35 : cambio de altura en máquinas Probadoras de Aire.
- PEO# 23-36: cambio de altura en Volteador de Envases.
- PEO# 23-37: cambio de altura en máquina soldadora Wima VAA20.
- PEO# 23-38: cambio de altura en máquina cerradora Lanico.
- Se explicó detalladamente las actividades a realizarse durante el cambio de altura.
- Se explicó en dónde iban a estar archivados los procedimientos.
- Se publicó una copia de cada uno de ellos en la pizarra de información del departamento de ensamble.
- Se hizo ver que el tiempo estándar para los cambios de altura quedó en 28.88 minutos y que de acuerdo al avance de los trabajos a ser efectuados a mediano o largo plazo, dicho tiempo será reducido.
- Se efectuó un cambio con todo el personal para completar la capacitación.

## **5.2 Integración del equipo SMED-Ensamble**

Se integra el equipo por dos razones fundamentales:

- a) Dar seguimiento al tiempo establecido en el taller de 28.88 minutos, por medio de gráficos semanales hasta que el personal se habitúe en la ejecución de las actividades de cambio y todos los estándares establecidos.
- b) Dar seguimiento al plan de acción de mejora continua.

Por votación democrática, el equipo queda integrado de la siguiente manera:

- Coordinador de SMED: Alex Cuc (Jefe de Producción).
- Líder de equipo: Herber Rosales (mecánico de línea y operador de Lanico).
- Secretario del equipo: Victor Alfaro (asistente de producción).
- Colaboradores: Arturo Gómez (empacador), Carlos Jopín (operador de Probadoras), Hugo Ajcot y Jose Che (operador Wima), Josué Sepúlveda (mecánico de línea y operador de Lanicos).

### **5.2.1 Responsabilidades del Líder de equipo**

- Dirigir las reuniones semanales, quincenales o mensuales que se programen.
- Guiar al equipo para lograr el objetivo propuesto: disminuir aún más el tiempo estándar de 28.88 minutos para cambios de altura.
- Verificar que las soluciones planteadas se estén llevando a cabo en base al plan de acción.
- Seguimiento a las asignaciones de cada miembro del equipo acordadas en las reuniones.

- Reportar al coordinador los progresos y / o barreras para la implementación de las mejoras planteadas.
- Preparar juntamente con el secretario del equipo las agendas escritas para cada reunión programada.
- Cuando fuere necesario, coordinar con los departamentos de planta las actividades que fueren necesarias para cumplir con las mejoras propuestas.

### **5.2.2 Responsabilidades del secretario del equipo**

- Preparar juntamente con Líder del equipo las agendas escritas para cada reunión programada.
- Tener un archivo maestro para guardar las minutas de las reuniones y plan el avance de los planes de acción.
- Elaborar minutas escritas al final de cada reunión y distribuir una copia a cada integrante del equipo y publicarlas en el centro de información de la planta.
- Ir tomando nota acerca de ideas y sugerencias que se acuerden en las reuniones de grupo para la agilización de implementación de las mejoras planteadas. Es importante anotar el nombre de la persona que dará seguimiento y la fecha de ejecución.

### **5.2.3 Responsabilidades de los colaboradores**

- Asistir a las reuniones programadas.
- Aportar ideas y soluciones a los problemas que analice el equipo.
- Cumplir con las asignaciones que les fueran impuestas en las reuniones para el seguimiento de mejoras y solución de los problemas.
- Coordinar con otras áreas las actividades para el cumplimiento de asignaciones que les fueran impuestas.

### 5.3 Plan de acción de mejora continua

- *¿Qué es un plan de acción de mejora continua?* Es un plan de implementación cronológico. Este especifica las actividades a ejecutar, quién tomará la responsabilidad de ellas y las fechas para ser realizadas.
- *¿Cuándo se utiliza?* Los miembros del equipo utilizarán el plan de acción para el seguimiento de todas aquellas ideas que fueron planteadas en el análisis del paso 4 del taller práctico de SMED cuya implementación no fue posible realizar por requerir de una inversión o un tiempo mas largo de ejecución.
- *¿Por qué utilizarlo?* garantiza la ejecución de las mejoras a mediano o largo plazo con el fin de disminuir aún más el tiempo estándar de 28.88 minutos establecido en el taller práctico.
- *¿Cuándo finaliza?* cuando las mejoras se implementen en su totalidad el equipo de SMED determina el nuevo tiempo estándar de cambio (obviamente debe ser menor que 28.88 minutos).

#### 5.3.1 Trabajo a realizar a corto plazo

Se denomina así toda actividad de implementación inmediata. Para el presente trabajo de graduación se consideran a corto plazo todas las ideas y sugerencias que fueron implementadas inmediatamente en el paso 4 del taller de SMED durante el análisis de los tres cambios de altura programados en las líneas 1, 2 y 3.

#### 5.3.2 Trabajo a realizar a mediano plazo

Se denomina así a toda actividad que requiera implementación no mas de 1 mes.

### **5.3.3 Trabajo a realizar a largo plazo**

Se denomina así a toda actividad que requiera implementación no mas de 2 meses. Los trabajos a realizar a mediano y largo plazo dependerán de la disponibilidad inmediata del factor económico de la empresa en dónde sea aplica la técnica SMED. Lo aconsejable es no dejar pasar mucho tiempo para que el objetivo de reducción del tiempo no se pierda.

Tomando en cuenta las definiciones anteriores se presenta el plan de acción de mejora continua que será implementado en el departamento de ensamble para acortar aún más el tiempo estándar de 28.88 minutos establecido en los resultados preliminares para los cambios de altura. El seguimiento estará bajo la responsabilidad del equipo de SMED-Ensamble por medio de reuniones quincenales tal y como se describe en el inciso 5.4 del presente trabajo de graduación:

**Tabla XXXIII**

**Plan de acción de mejora continua – mediano y largo Plazo**

ACTIVIDAD A IMPLEMENTAR	RESPONSABLE DE IMPLEMENTACION	FECHA INICIO	FECHA FINALIZACION						COMENTARIOS
				20%	40%	60%	80%	100%	
<b>MEJORAS PARA SER IMPLEMENTADAS A MEDIANO PLAZO (NO MAS DE 1 MES)</b>									
Comprar cajas de herramientas portátiles para los operadores de Wima.	Alex Cuc (Jefe de Producción)	2da sem. abril'05 hacer requisición y compra	2ª. Semana de abril. Se han entregado las cajas.						Permitirá trasladar fácilmente las herramientas al área de trabajo.
Archivar muestras de las plantillas utilizadas en la Wima para regular altura (según diámetro y altura).	José Che y Hugo Ajcot (operadores Wima). Deben marcar centro de referencia.	A partir de la primera semana de abril'05	3ª. semana de abril'05						No afectará el tiempo de 24 minutos ya que la implementación se refiere más a completar el archivo de plantillas.
<b>MEJORAS PARA SER IMPLEMENTADAS A MEDIANO PLAZO (NO MAS DE 2 MESES)</b>									
Al comprar los pantalones del uniforme del personal, se deben pedir los mismos con bolsas laterales	Alex Cuc (Jefe de Producción) Alberto Carranza (Gerente de Producción)		Segunda semana de mayo'05						Permitirá que los operadores tengan a la mano llaves que utilizarán durante los cambios.
Instalar llave de paso para el "barniz de costura interna" en la parte frontal de la máquina Wima VAA20 para ya no regular la mezcla aire-barniz .	O. Euribe (Gte. Mtto.) Rolando Melgar (taller soldadura) Herber Rosales (Mecánico-operador de Lanicos)	2da. Sem. abril'05 hacer requisición de materiales a utilizar	4ª. semana de abril'05						El sistema original requiere que la mezcla se realice a prueba y error en dos puntos diferentes. Se instalarán llaves de paso en las tres Wimas
Estandarizar el largo de los Volteadores de Envases	Rolando Melgar (Taller de soldadura)	2ª. Semana de abril'05	3ª. Semana de abril'05						En algunos casos se tiene que mover la máquina Lanico para que el Volteador ajuste con la carrilera de la faja magnética
Fabricar un juego de perros de arrastre para la cadena de una de las Wimas Si funciona, entonces se fabricarán dos juegos más para las otras dos máquina Wimas.	Oscar Euribe (Gte. Mantenimiento) Josué Sepúlveda (Mecánico-operador Lanicos).	2ª. Semana de abril'05	4ª. Semana de abril'05						El modelo de la máquina Wima es muy antiguo por lo tanto el precio para perros de arrastre originales es muy oneroso.
Cambiar el sistema para el ajuste de la carrilera que conduce envases terminados de la máquina Lanico al área de empaque.	Oscar Euribe (Gte. Mtto.) Josué Sepúlveda (mecánico-operador de Lanicos) Rolando Melgar (Taller de Soldadura)	3ª. Sem. abril'05 hacer requisición materiales.	1ª. Semana de mayo fabricar para la Línea 1 y 2. La tercera semana de mayo para la 3ª. Línea.						Cambiar el sistema a solo dos puntos ajustables

**Tabla XXXIV Gastos incurridos para implementar el plan de acción**

<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>COSTO</b>
Salario de 6 semanas de Soldador de planta ya que estuvo apoyando en la fabricación de las llaves de paso del barniz interno para las tres máquinas soldadoras Wimas, estandarización largo de Volteadores de Envases y cambio del sistema de carrileras que conducen los envases de las máquinas Lanico a empaque de las tres líneas	Q 4,200.00
Salario de 2 semanas de un tornero por apoyar en la fabricación de perros de arrastre para cadenas de las tres máquinas soldadoras Wimas	Q1,500.00
Los dos mecánicos-operadores de la línea de ensamble devengan el mismo salario, por lo tanto se contabiliza el tiempo total que ellos estuvieron involucrados en la implementación del plan de acción. Contabilizar salario de 6 semanas	Q 4,500.00
El costo de dos cajas de herramientas fueron	Q 300.00
El costo de los materiales utilizados para las llaves de paso en las tres máquinas soldadoras Wimas	Q 300.00
El costo total ya fabricado de los perros de arrastre para las cadenas de las tres máquinas soldadoras Wimas	Q 4,200.00
No se considera como inversión la compra de uniformes del personal. Es obligación de la Compañía efectuarlo anualmente	
El archivo de plantillas utilizadas en las máquinas Wimas para regulación de alturas no requirió de inversión	
La estandarización del largo de la bajada no requirió inversión (únicamente contempla el salario del soldador ya considerado en el primer punto).	
<b>TOTAL</b>	<b>Q15,000.00</b>

## **5.4 Minutas de reuniones**

*Las minutas tienen como objetivo mantener un registro de las reuniones del equipo SMED-Ensamble. Por medio de ella se informará, a todos los miembros, el avance cronológico del plan de acción y los resultados graduales obtenidos. Se efectuará una reunión cada 15 días. Un día después de cada reunión se pasará una copia de la minuta a cada miembro integrante y se publicará una copia en la pizarra de información de planta general para que todos los empleados de la Compañía estén enterados acerca del trabajo del equipo. Existirá un archivo maestro de toda la documentación referente al plan de acción y minutas de las reuniones; el acceso a la misma no será restringido al personal de planta.*

Se detalla el procedimiento para redacción de minutas:

**Fig. 23**      **Procedimiento estándar de operación para elaboración de minutas para equipo SMED**

**CROWN CORK GUATEMALA**  
**Procedimiento Estándar de Operación**  
**Elaboración de minutas para equipo SMED**

**Manual de PEO's**  
**Departamento:** Producción /Ensamble  
**Preparado por:** Alex Cuc

**PEO# 23-39**  
**Páginas:** 2  
**Fecha de Emisión:** 11/04/05  
**Fecha de revisión:** 11/04/05

- 1. Propósito:**  
Establecer los pasos a seguir para la elaboración de minutas con ayuda del formato estándar. El fin será informar a todos los integrantes del equipo SMED-Ensamble todos los puntos a acordar en las diferentes reuniones programadas.
- 2. Alcance:**  
Este procedimiento va dirigido al Secretario y Líder del equipo SMED-Ensamble.
- 3. Consideraciones de Seguridad:**  
No aplica.
- 4. Revisiones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente y antes si se cambia alguna condición o algún nuevo requerimiento que afecte a la misma.
- 5. Referencias:**  
No aplica.
- 6. Definiciones:**  
Minuta: actas elaboradas después de cada reunión para dejar constancia de todos los puntos tratados en la reuniones del equipo SMED-Ensamble.
- 7. Registros:**  
Se debe llevar un correlativo de las minutas y un archivo maestro el cual estará bajo la responsabilidad del Secretario del equipo.
- 8. Anexos:**  
Formato para minutas SMED-Ensamble ( Forma SMED 3-05)
- 9. Revisiones y actualizaciones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente a partir de la fecha de emisión.

## **10. Procedimiento:**

- Una vez concluidas las reuniones quincenales por parte del equipo SMED-Ensamble, el Secretario del equipo debe elaborar un informe acerca de los puntos tratados en una minuta formal utilizando el formato único para tal fin.
- Una vez elaborada la minuta, debe pasar una copia de la misma a cada integrante del equipo, una copia al Coordinador de SMED, una copia a las Gerencias de Calidad, Producción, Mantenimiento y Finanzas. Lo anterior con el fin de informar los avances y resultados del plan de acción elaborado para disminuir el tiempo de cambio de altura respecto a los 28.88 minutos establecidos en el taller del SMED.
- Publicar una copia en la pizarra de información de planta general.
- Se debe llevar un archivo maestro de todas las minutas y copias del avance de los planes de acción, el cual deberá estar ubicado en la mesa para asignó exclusivamente para papelería, formatos y manuales del departamento de ensamble. El Líder y Secretario del equipo, serán los responsables de llevar el control de dicho archivo maestro.
- Toda minuta debe llenarse de acuerdo al formato SMED 3-05.

**Fig. 24 Formato de minuta par reuniones SMED-Ensamble**

A: *Integrantes del Equipo* De: (nombre del líder del equipo)

Coordinador: \_\_\_\_\_ Fecha de reunión: \_\_\_\_\_

Minuta No. \_\_\_\_\_ Fecha de emisión minuta: \_\_\_\_\_

Objetivo del Equipo:  
\_\_\_\_\_

Miembros Presentes:	Miembros Ausentes:
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Fecha inicio objetivo: \_\_\_\_\_

Avance actual plan de acción (en porcentaje): \_\_\_\_\_

Fecha a completar al 100% plan de acción: \_\_\_\_\_

**PUNTOS QUE QUEDARON PENDIENTES EN LA REUNION ANTERIOR:**

**PUNTOS TRATADOS EN ESTA REUNION:**

Fecha de próxima reunión: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

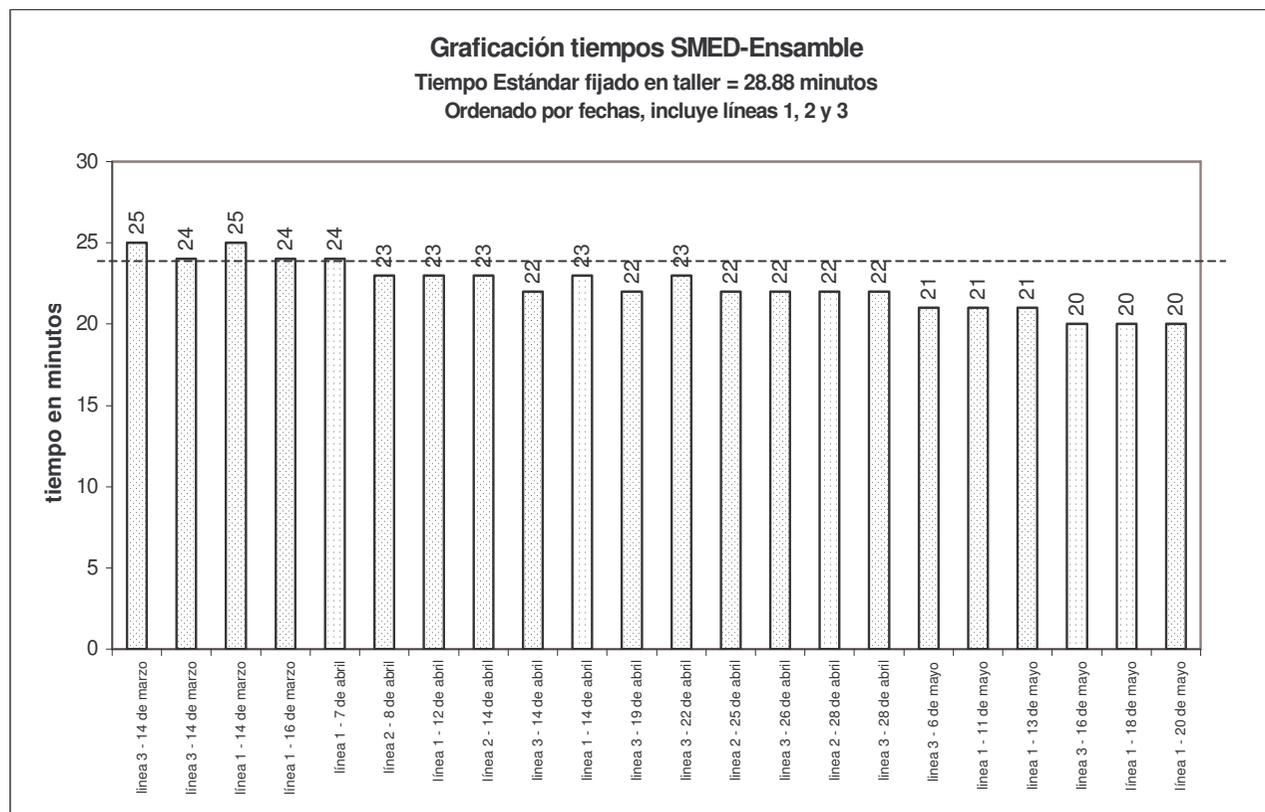
Minuta copiada a las siguientes personas: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Forma SMED 3-05*

## 5.5 Graficación de los tiempos obtenidos

Tabla XXXV Graficación de tiempos obtenidos durante dos meses de implementación



Día	Tiempo real obtenido en min.
línea 3 - 14 de marzo	25
línea 3 - 14 de marzo	24
línea 1 - 14 de marzo	25
línea 1 - 16 de marzo	24
línea 1 - 7 de abril	24
línea 2 - 8 de abril	23
línea 1 - 12 de abril	23
línea 2 - 14 de abril	23
línea 3 - 14 de abril	22
línea 1 - 14 de abril	23
línea 3 - 19 de abril	22
línea 3 - 22 de abril	23
línea 2 - 25 de abril	22
línea 3 - 26 de abril	22
línea 2 - 28 de abril	22
línea 3 - 28 de abril	22
línea 3 - 6 de mayo	21
línea 1 - 11 de mayo	21
línea 1 - 13 de mayo	21
línea 3 - 16 de mayo	20
línea 1 - 18 de mayo	20
línea 1 - 20 de mayo	20

La gráfica anterior muestra el seguimiento del tiempo durante dos meses. Conforme el plan de acción avanza en su implementación dicho tiempo tiende a disminuir respecto a los 28.88 minutos establecidos como estándar; *al completarse todos los puntos de plan, el nuevo estándar para el tiempo para los cambios de altura es de 23.41 minutos.*

## **5.6 Resultados obtenidos durante el taller Workshop SMED, situación inicial versus situación final**

Tomando en cuenta que la implementación de las actividades del plan de acción de mejora continua se han completado en un 100%, se presentan los resultados finales obtenidos por el equipo SMED-Ensamble para disminuir los tiempos de cambios de altura realizados no sólo en una sino en las tres líneas que conforman el departamento de ensamble de Crown Cork de Guatemala S.A. Los resultados fueron presentados a las Gerencias de Planta, al personal del departamento de ensamble y publicado en la pizarra de información de Planta General.

**Tabla XXXVI      Resultados obtenidos, después de la aplicación de la técnica SMED para cambios de altura, en el departamento de ensamble de Crown Cork de Guatemala S.A. situación inicial versus final**

<i><b>ANTES DE APLICAR SMED</b></i>	<i><b>DESPUÉS DE APLICAR SMED</b></i>
Promedio tiempo de cambio altura = 60 minutos	Promedio tiempo de cambio altura = 20 minutos
El mejor tiempo de cambio = 50 minutos	El mejor tiempo de cambio = 20 minutos
Promedio de la cantidad de cambios /mes = 12	Promedio de la cantidad de cambios /mes = 12
Existen PEO para los cambios: NO EXISTEN	Existen PEO para los cambios: SI EXISTEN
Costo producción./hora (costo / hora para cambios de altura) = Q1,1190.00	Costo producción./hora = Q1,190.00
<i>Los cambios son necesarios y están considerados en los “factores de atrasos” para la velocidad estándar de las máquina que conforma la líneas del departamento de ensamble. Dichas estándares están dadas de acuerdo al tamaño del envase a fabricar (Establecidos por la Casa Matriz: Crown Holdings los cuales son considerados confidenciales), por lo tanto un ahorro en el tiempo total de cambio se considera un aumento de productividad y por ende un ahorro en el costo de fabricación..</i>	
<i><b>Nuevo estándar de tiempo para los cambios de altura = 23.41 minutos.</b></i>	Costo / hora para cambios de altura = Q396.67
	Ahorro obtenido / hora = Q793.33
	Ahorro mensual obtenido (en promedio se efectuarán 12 cambios) = Q9,519.96
	Ahorro anual obtenido (no se considera el mes de diciembre por mantenimientos) = Q104,719.56
	Gastos incurridos para la implementación del plan de acción = Q15,000.00
	<i>Ahorro real obtenido para el primer año: Q 89,719.56</i>
	<i>Ahorro anual a partir del 2,006 = Q104,719.56</i>

## CONCLUSIONES

1. Trabajar con productividad implica hacer un poco más de lo que se tiene programado. Por otro lado, trabajar con eficiencia implica cumplir con lo programado. Una empresa es productiva cuando elimina los despilfarros en sus procesos.
2. SMED es una técnica de optimización para el cambio de herramientas de máquinas en líneas de producción; enfoca su atención en acortar los tiempos de preparación y en consecuencia mejora la flexibilidad de las líneas para cumplir las demandas cada día más exigentes de los clientes. Con la implementación de la misma en Crown Cork de Guatemala S.A. se ha aceptado fabricar mínimos de 5,000 envases por orden de producción.
3. SMED aumenta la productividad al sacar mayor provecho de los factores humano y máquinas en función del tiempo. SMED es útil en el análisis de operaciones, ya que, mejora, simplifica o modifica los procesos que participan durante el cambio de herramientas. Al aplicar la técnica en la fabricación de envases aerosoles, departamento de ensamble, para los cambios de altura, se logró reducir el tiempo de cambio de altura de 50 a 20 minutos, promedios de tiempos reales, es decir, el tiempo se redujo en un 60% lo cual significó para la Compañía Crown Cork de Guatemala S.A. un ahorro en su costo de fabricación para el año 2,005 de Q89,719.56. Subsecuentemente un ahorro de Q104,719.56 a partir del año 2,006.

4. El Equipo SMED-Ensamble y el personal que participó durante el taller SMED se llevan los méritos del ahorro obtenido: sin duda dos cabezas piensan mejor que una, tres mejor. El grupo de empleados demostró su capacidad, habilidad y responsabilidad para cumplir con el objetivo trazado de *reducir el tiempo de cambio de altura*. Esto no es mas que el trabajo en equipo.
5. Elaborar procedimientos estándares de operación, ha facilitado la conducción de cada actividad que participa durante el cambio de altura. También, ha garantizado la ejecución de los procedimientos de la misma manera, todo el tiempo no importando quién los realice.
6. La técnica “5S” ha garantizado que el puesto de trabajo de cada empleado del departamento de ensamble se mantenga siempre de la misma forma todo el tiempo, al estandarizarlas por medio de fotografías, logrando con ello la disciplina en cada puesto.
7. El Plan de Acción de Mejora Continua fue básico para que el equipo estableciera un tiempo promedio final de 20 minutos a pesar de que se tiene un tiempo estándar de 23.41 minutos en base a esos 20 minutos. Sin duda el éxito del SMED fue el seguimiento que se le dió al cumplimiento del tiempo, aún sin haber logrado implementar al 100% todos los puntos del plan.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar la técnica SMED en las demás áreas productivas de Crown Cork de Guatemala S.A.
2. Que el equipo SMED-Ensamble le de seguimiento, por medio de reuniones mensuales, al tiempo estándar establecido de 23.41 minutos hasta estar seguros que todo el personal se ha habituado con los procedimientos estándares de operación para el cambio de altura. De ser posible, analizar, nuevamente las líneas del departamento de ensamble aplicando SMED porque *siempre hay una mejor manera para hacer las cosas*.
3. Capacitar al personal en la solución de problemas y profundizar en la técnica “5S” para mejorar aun más las condiciones de trabajo y en consecuencia, la calidad y productividad.
4. Capacitar al personal en temas de “liderazgo” y “dirección de grupos”.
5. Concienciar a los empleados de eliminar los despilfarros de las líneas de producción.
6. Animar al lector del presente trabajo de graduación a implementar SMED en sus procesos productivos.
7. Que ésta técnica sea dada a conocer en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

8. Al aplicar SMED, estandarizar los tiempos reales obtenidos en la ejecución del cambio. Calificar la actuación del (los) operario (s) y adicionar un margen de tolerancia. Esto acomoda el tiempo del operario normal al resto de operadores que trabajan abajo o arriba del tiempo estándar.

## REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

1. Luis Herbruger, **Relación aerosol – medio ambiente y ventajas de la utilización de LPG en aerosoles.** (Única edición. Guatemala: editado por Aerogases e Hidrocarburos, S.A., 1996), p. 6.
2. CarnaudMetalBox, **Módulo de formación SMED Workshop.** (Versión 1.0. Inglaterra: editado por CarnaudMetalBox, 1996), p.111.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CARNAUD Metal Box. **Módulo de formación SMED Workshop.** Versión 1.0. Inglaterra: Carnaud Metal Box, 1996.
2. CARNAUD Metal Box. **Módulo de formación “5S” Workshop.** Versión 2.0. Inglaterra: Carnaud Metal Box, 1996.
3. CROWN Cork de Guatemala S. A. **Manual de control estadístico del proceso.** Actualizado 2004. Guatemala: Crown Cork de Guatemala, 2004.
4. CROWN Holdings, Inc. **Desempeño de Clase Mundial.** Philadelphia-USA: Centro Técnico Alsip, 2002.
5. CROWN Holdings, Inc. **Manual de procedimientos estándares de operación.** Actualización año 2003. Chicago: Centro Técnico Alsip, 2003.
6. GARCIA del Aguila, Renzo Mauricio. **Control de proceso en la fabricación de envases aerosoles.** Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2000.
7. HERBRUGER, Luis. **Relación aerosol – medio ambiente y ventajas de la utilización de LPG en aerosoles.** Única edición. Guatemala: Editado por Aerogases e Hidrocarburos, S. A., 1996.
8. MAYER R., Raymond. Gerencia de producción y de operaciones. 3ª. edición en inglés y 1ª. en español. Colombia: McGraw-Hill Latinoamericana, 1977.
9. NIEBEL W., Benjamín. **Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos.** 3ª. Edición. México: Ediciones Alfaomega, 1990.
10. OXLAJ De León, David Eliseo. **Control de la producción de envases aerosoles. Tesis Ing. Industrial.** Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1998.
11. PINEDA Sandoval de Montenegro, Aura Virginia. **La elevación de la productividad como justificativo de la flexibilización.** Tesis Abogada y Notaria. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Derecho, 1998.

12. SHINGO, Shigeo. **Una revolución en la producción: El Sistema Smed.**  
2ª. Edición. España: Gráfica Hergos S. A. 1990.

# ANEXOS

**Fig. 25** Formato para información de problemas entre departamentos

**CROWN CORK DE GUATEMALA  
INFORMACIÓN INTERNA DE PROBLEMAS  
(MEMORANDO)**

DE: \_\_\_\_\_ DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_

PARA: \_\_\_\_\_ DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

ASUNTO

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

CON COPIA A: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
FIRMA

*SMED 4-05* *Forma*



**Fig. 27 Formato “Reporte de efectividad diario” del departamento de ensamble**

CROWN CORK GUATEMALA DEPARTAMENTO DE ENSAMBLE REPORTE DE EFECTIVIDAD		TURNO 1 _____		TURNO 2 _____		DECORACIONES _____																				
LINEA No. _____		FECHA: _____		ORDENES DE PRODUCCION _____																						
HORA	Retirazo Litografía	Lámina mal Litografiada	Cortadora	Soldadura Wima	Barniz interior	Barniz exterior	Curado barniz	Volteadores	Pestañado	Cerrado fondo	Cerrado domo	Fuga	Empaque	Cambio diseño	Cambio altura	Cambio diám.	Mantenimiento	Pruebas	Env. Trabados	Reventarse hilo de cobre	Otros	Prod. real	Prod. Std.	COMENTARIOS		
TIEMPO EN QUE LA LINEA NO PRODUCE																										
7 - 8																										
8 - 9																										
9 - 10																										
10 - 11																										
11 - 12																										
12 - 13																										
13 - 14																										
14 - 15																										
15 - 16																										
16 - 17																										
17 - 18																										
18 - 19																										
<b>CAMBIO DE TURNO</b>																		<b>TOTAL:</b>		<b>EFICIENCIA:</b>						
19 - 20																										
20 - 21																										
21 - 22																										
22 - 23																										
23 - 24																										
24 - 1																										
1 - 2																										
2 - 3																										
3 - 4																										
4 - 5																										
5 - 6																										
6 - 7																										
<b>CAMBIO DE TURNO</b>																		<b>TOTAL:</b>		<b>EFICIENCIA:</b>						



# APÉNDICE 1

**Márgenes o tolerancias para obtención de tiempos estándares de la Oficina Internacional del Trabajo. Fuente: Ingeniería Industrial, Niebel. 9ª Edición, pag.443.**

**FACTOR A CONSIDERAR**  
**PORCENTAJE**

A.	Tolerancias constantes:	
	1. Tolerancia personal .....	5
	2. Tolerancia básica por fatiga .....	4
B.	Tolerancias Variables:	
	1. Tolerancia por estar de pie .....	2
	2. Tolerancia por posición no normal:	
	a) Ligeramente molesta .....	0
	b) Molesta (cuerpo encorvado) .....	2
	c) Muy molesta (acostado, extendido) .....	7
	3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar):	
	Peso levantado (kilogramos y libras, respectivamente)	
	2.5; 5 .....	0
	5; 10 .....	1
	7.7; 15 .....	2
	10; 20 .....	3
	12.5;25 .....	4
	15; 30 .....	5
	17.5; 35 .....	7
	20; 40 .....	9
	22.5; 45 .....	11
	25; 50 .....	13
	30; 60 .....	17
	35; 70 .....	22
	4. Alumbrado deficiente:	
	a) Ligeramente inferior a lo recomendado .....	0
	b) Muy inferior .....	2
	c) Sumamente inadecuado .....	5
	5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) – variables .....	0-10
	6. Atención estricta:	
	a) Trabajo moderadamente fino .....	0
	b) Trabajo fino o de gran cuidado .....	2
	c) Trabajo muy fino o muy exacto .....	5
	7. Nivel de ruido:	
	a) Continuo .....	0
	b) Intermitente – fuerte .....	2
	c) Intermitente – muy fuerte .....	5
	d) De alto volumen – fuerte .....	5
	8. Esfuerzo mental:	
	a) Proceso moderadamente complicado .....	1
	b) Proceso complicado o que requiere amplia atención .....	4
	c) Muy complicado .....	8
	9. Monotonía:	
	a) Escasa .....	0
	b) Moderada .....	1
	c) Excesiva .....	4
	10. Tedio:	
	a) Algo tedioso .....	0
	b) Tedioso .....	2
	c) Muy tedioso .....	5

## APÉNDICE 2

**Fig. 28**      **PEO 23-26: Procedimiento estándar de operación para uso de Video Seam Monitor**

### **CROWN CORK GUATEMALA** **Procedimiento Estándar de Operación** **Uso de Video Seam Monitor**

**Manual de PEO's**  
**Departamento:** Ensamble Aerosol  
**Preparado por:** Sergio Barrios

**PEO# 23-26**  
**Páginas:** 5  
**Fecha de Emisión:** 15/07/2002  
**Fecha de revisión:** 12/12/2004

- 1. Propósito:**  
Establecer los lineamientos generales para el uso del Vídeo Seam Monitor.
- 2. Alcance:**  
Este aplica al departamento de Ensamble y Aseguramiento de Calidad.
- 3. Consideraciones de Seguridad:**  
No aplica.
- 4. Revisiones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente y antes de su vencimiento se revisará en caso de fallas en el equipo de medición.
- 5. Referencias:**  
Manual del Fabricante.
- 6. Definiciones:**  
Vídeo Seam Monitor: Instrumento de precisión que utiliza componentes mecánicos ópticos y electrónicos para medir las dimensiones del cierre de envases.
- 7. Registros:**  
Se lleva a cabo en el formato de Control de Procesos de la Máquina Lanico.
- 8. Anexos:**  
No hay.
- 9. Revisiones y actualizaciones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente a partir de la fecha de emisión.

**10. Procedimiento:**

1. Encender el equipo, una pantalla de chequeo con números de calibración aparecerá.



2. Presionar ENTER para continuar.



3. Colocar el envase muestra en el anaquel situado a la derecha del equipo.



4. Poner el cierre del envase en contacto con el prisma y observar la pantalla.



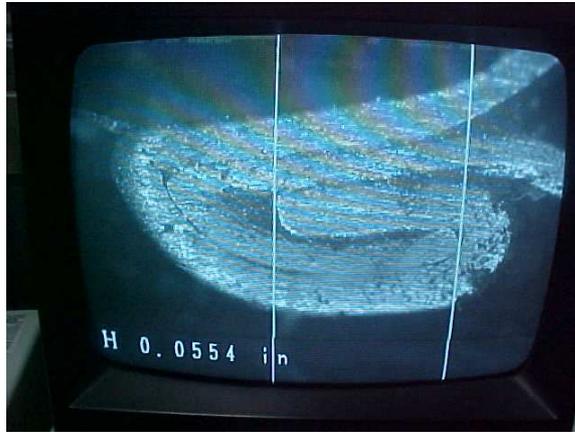
5. Mover el cursor derecho en la pantalla a la posición deseada, girando convenientemente el botón derecho del panel frontal.



6. Mover el cursor izquierdo en la pantalla a la posición deseada, haciendo girar el botón izquierdo del panel de frontal.



7. Observar la imagen y leer el dato, el cual está dado en pulgadas.



8. Mover el switch Horizontal / Vertical a la posición vertical para tomar medidas verticales.



9. Utilizar los botones del panel frontal para mover convenientemente el cursor de arriba y el cursor de abajo a las posiciones deseadas para tomar una medida.



10. Visualizar la imagen y tomar el dato de la medida.



11. Apagar el equipo después de usar.



## APÉNDICE 3

**Fig. 29**      **PEO 23-29: Procedimiento estándar de operación para Uso de Cortadora de Envases**

### **CROWN CORK GUATEMALA** **Procedimiento Estándar de Operación** **Uso de Cortadora de Envaes**

**Manual de PEO's**

**Departamento:** Ensamble Aerosol

**Preparado por:** Sergio Barrios

**PEO# 23-29**

**Páginas:** 3

**Fecha de Emisión:** 15/07/2002

**Fecha de revisión:** 12/12/2004

- 1. Propósito:**  
Establecer los lineamientos generales para el uso de la Cortadora de Envase..
- 2 Alcance:**  
Este aplica al departamento de Ensamble y Aseguramiento de Calidad..
- 3. Consideraciones de Seguridad:**
  - Usar protección para manos
  - Usar protección para ojos y cara
- 4. Revisiones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente y antes de su vencimiento se revisará en caso de fallas en el equipo de medición
- 5. Referencias:**  
Manual del Fabricante..
- 6. Definiciones:**  
Cortadora de envases: equipo utilizado para cortar metales de pared o espesor delgada. El uso frecuente ocurre en el corte de envases para realizar chequeos de medidas de los cierres y verificación de oxidación interna.
- 7. Registros:**  
Se lleva a cabo en el formato de Control de Procesos de la Máquina Lanico.
- 8. Anexos:**  
No hay
- 9. Revisiones y actualizaciones:**  
No aplica

## 10. Procedimiento:

1. Presionar botón rojo para habilitar la cortadora.



2. Poner el envase horizontalmente sobre la plataforma del equipo, con la parte de corte de cara a la doble sierra.



3. Deslizar el envase contra la doble sierra de forma suave pero firme.



4. Deslizar el envase hacia atrás cuando éste encuentre el tope de la sierra.



5. Apagar el equipo.



## APÉNDICE 4

**Fig. 30**      **PEO 23-18: Procedimiento estándar de operación para uso del Altímetro**

### **CROWN CORK GUATEMALA** **Procedimiento Estándar de Operación** *Uso del Altímetro*

**Manual de PEO's**  
**Departamento:** Ensamble Aerosol  
**Preparado por:** Sergio Barrios

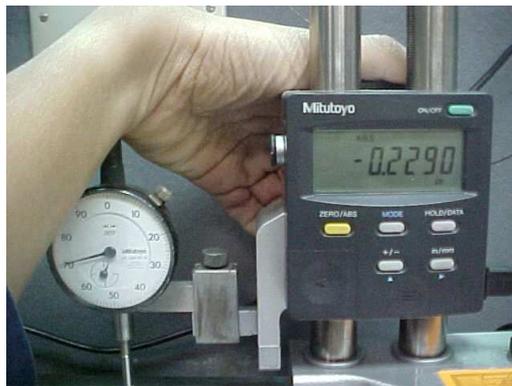
**PEO# 23-18**  
**Páginas:**  
**Fecha de Emisión:** 15/07/2002  
**Fecha de revisión:** 12/12/2004

- 1. Propósito:**  
Establecer los lineamientos generales para el uso del Altímetro.
- 2. Alcance:**  
Este aplica al departamento de Ensamble, Mantenimiento y Aseguramiento de Calidad.
- 3. Consideraciones de Seguridad:**  
No aplica.
- 4. Revisiones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente y antes de su vencimiento se revisará en caso de fallas en el equipo de medición
- 5. Referencias:**
  - Manual del fabricante.
  - Manual de Control de Proceso.
- 6. Definiciones:**  
Altímetro: Instrumento que sirve para medir alturas de componentes, envases y otros.
- 7. Registros:**  
Se lleva a cabo en el formato de Control de Procesos de la Máquina Lanico.
- 8. Anexos:**  
No hay
- 9. Revisiones y actualizaciones:**  
No aplica
- 10. Procedimiento:**

1. Presionar la tecla ON/OFF para habilitar el instrumento.



2. Bajar el instrumento con la manecilla en la parte trasera.



3. Detener cuando la aguja en el dial marque "0".



4. Presionar la tecla ZERO/ABS para inicializar el instrumento.



5. Subir nueva mente el deslizador y colocar la muestra en la base.



6. Bajar el deslizador hasta que el tornillo medidor coincida con el punto donde se desea tomar la medida y la aguja en el dial marque "0".



7. Comprobar que la aguja en la carátula marca cero.



8. Se visualiza el dato de la medida en la pantalla.



9. Presionar tecla HOLD/DATA si se desea guarda la lectura en una base de datos.



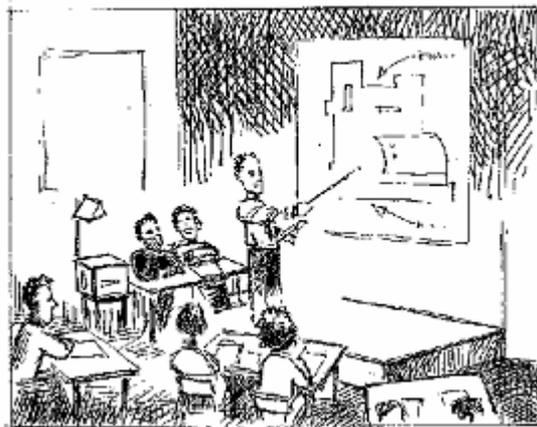
10. Remover la muestra de la base del medidor.



## APÉNDICE 5

### GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE SMED

Esta guía es presentada con el fin de dirigir a aquellas personas que estén interesadas en implementar SMED en algún puesto o línea de fabricación en serie. Aunque es escrita para proporcionar información necesaria para organizar un Workshop SMED o taller de SMED, se sugiere que reciba una formación acerca del tema. Una vez que haya leído el presente trabajo de graduación, tendrá un panorama más claro de ésta técnica. Se recomienda que lea una vez los siguientes incisos del presente trabajo: 3.1, 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.2.. ya que a partir de ahora usted es nombrado *coordinador de SMED*.

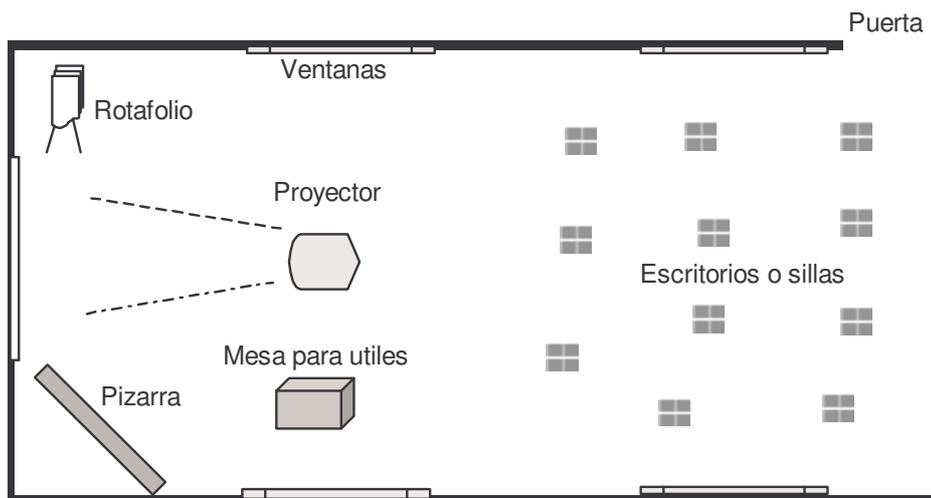


***El taller de SMED tiene una duración de 5 días.*** Es importante verificar la lista de requisitos que debe cumplir la “sala” en donde se impartirá dicho taller:

- La sala para celebrar el taller: espaciosa, con sillas o escritorios, buena ventilación, próxima al área de trabajo, silenciosa, buena iluminación natural.

- En la sala deben haber: marcadores para pizarras, post-its, proyector, transparencias del módulo de entrenamiento, papel, bolígrafos, cronómetros (de acuerdo al número de maquinas de la línea a ser analizada), tableros con suficientes hojas papel bond carta, cinta adhesiva, portafolios, cámara fotográfica, engrapadoras, perforadora.
- En la sala no deben haber: impresoras, teléfonos, alimentos, desorden, personas ajenas o no invitadas, en fin todo aquello que distraiga la atención del equipo.
- Es preferible que la sala se encuentre cerca del área de trabajo.

Se sugiere el siguiente plano de ubicación, sin embargo esto dependerá del lugar o área de reunión que asigne la empresa en donde se aplique SMED:



*SMED es una técnica que tiene como objetivo acortar los tiempos de cambio de herramientas en máquinas de líneas de producción que fabrican productos de especificación distinta.* Todas las líneas que producen varios tipos de productos requieren de un tiempo para el desmontaje de herramental, montaje del siguiente herramental, ajustes y puestas a punto; si sus líneas pasan por todo ese proceso, entonces no dude en aplicar ésta técnica. Para ello debe contar con la siguiente información:

- El promedio del tiempo de cambio actual.
- El mejor tiempo de cambio sin haber aplicado SMED.
- Promedio o cantidad de cambios en un mes, trimestre, semestre o período a analizar.
- Definición del tipo de cambio en donde está interesado en aplicar SMED (por ejemplo: altura, diámetro, sabor, color, tamaño por peso, tamaño por volumen, tamaño por capacidad, etc ).



- Existen algún procedimiento estándar de operación para efectuar los cambios (PEO). Y de existir, es conocido por los empleados?
- Encargados de los cambios previo a SMED.
- Diagramas de flujo de las operaciones (en caso de necesitarlas).
- Razones por la que se ha elegido la línea para ser analizada.
- ¿Existe recurso económico para invertir en la línea o máquinas si fuera necesario?
- ¿Tienen conocimiento las Gerencias acerca de la importancia de SMED?

- Disponibilidad de operarios, mecánicos de línea, supervisores y personal que participa en la fabricación habitual de productos (ya que se aprovechará la habilidad, conocimiento y experiencia de cada uno de ellos durante el taller).
- Disponibilidad de la (s) máquina (s) / línea (s) durante la semana del taller.

### **Es importante programar las actividades que se efectuarán durante el taller de 5 días:**

#### **Día 1 (Teórico):**

- *Presentación general del taller de SMED, expectativas y objetivo a lograr:* en éste punto usted debe explicar las razones de implementar la técnica tomando en cuenta el principal objetivo: *reducir los tiempos de cambio*. Haga énfasis acerca de la información recopilada en el inciso "B" del presente apéndice . Informe a los integrantes del equipo que se le ha asignado por parte de la empresa *el tipo de cambio a efectuar*.

8:00 a.m. (aprox.. 1 hora).

- *Conceptos:* es importante que el personal tenga claro algunos conceptos que se manejan regularmente en piso o área productiva de cualquier empresa ya que las mismas serán de gran utilidad para el encauzamiento del taller. Para no aburrir con estos temas se recomienda comunicación de doble vía con las persona participantes (opiniones). Tome en cuenta que algunos conceptos quizá no lleguen a utilizarse porque depende del tipo del proceso que se analice. De igual manera traslade la parte teórica de los siguientes conceptos:
  - Productividad
  - Workshop o trabajo de taller
  - Tormenta de ideas
  - Pareto

- Diagrama de causa-efecto
- Costos de fabricación

9:00 a.m. (aprox.3 horas).

- Teoría “5S”. Traslade la parte teórica y tome como ejemplo la implementación de cada paso efectuada en el departamento de ensamble de Crown Cork de Guatemala S.A.

13:00 p.m. (aprox. 3 horas).

## **Día 2 (Teórico):**

- Todo lo concerniente a la parte teórica de SMED.

8:00 a.m. (aprox. 4 horas).

- Visita del equipo al área de aplicación SMED y determinar condiciones de máquinas. En éste punto se recomienda efectuar un estatus general de cada máquina ya que es posible mejorar las condiciones de operación de cada una de ellas durante el análisis de que se efectúa en los pasos 3 y 4 de SMED.

14:00 p.m. (2 horas).



### **Día 3 (Práctico):**

- Asignación de responsabilidades para el primer cambio y repaso de los 4 pasos de SMED.  
8:00 a.m. (aprox. 1 hora).
- Realización del primer cambio en piso aplicando los cuatro pasos de SMED  
9:00 a.m. (el resto del día).

### **Día 4 (Práctico):**

- Asignación de responsabilidades para el segundo cambio práctico. Se deben implementar las mejoras sugeridas por el equipo para acortar el tiempo de cambio respecto al primer cambio realizado el día 3. Todas las mejoras que no se hayan implementado quedarán establecidas en un plan de acción que será ejecutado a mediano o largo plazo.  
8:00 a.m. (aprox. 30 minutos).
- Realización del segundo cambio en piso aplicando los cuatro pasos de SMED  
8:30 a.m. (el resto del día).

### **Día 5 (Práctico):**

- Asignación de responsabilidades para el tercer y último cambio práctico (30 minutos). Se deben implementar las mejoras sugeridas por el equipo para acortar el tiempo de cambio respecto al segundo cambio realizado el día 4. Todas las mejoras que no lleguen a implementarse quedarán establecidas en un plan de acción a mediano o largo plazo.
- Realización del cambio en piso de acuerdo a las últimas mejoras sugeridas.
- Estandarización del tiempo cronometrado para obtener *tiempos estándar*.

- Estandarización de las nuevas actividades para el cambio. Explique que es un Procedimiento Estándar de Operación (PEO) contenida en el inciso 4.6.1 del presente trabajo de Graduación.
- Estandarizar áreas de trabajo de acuerdo al programa de aplicación de “5S”.
- Integración del equipo SMED y sus responsabilidades.
- Elaboración de planes de acción de mejora continua corto, mediano y largo plazo.

El equipo de SMED integrado, dará seguimiento formal al plan de acción de mejora continua (mediano y largo plazo) durante dos meses como máximo para reducir aún más el tiempo de cambio. Recuerde que un plan de acción requerirá siempre de una inversión económica. Si las Gerencias optan por no gastar más en la implementación entonces usted finalizará el taller haciendo mención que los resultados preliminares contemplan únicamente resultados de la implementación práctica de 5 días. Quizá usted y su equipo no logren reducir el tiempo a 10 minutos; no se preocupe de cualquier manera está garantizado que logrará reducir el tiempo en relación al tiempo de cambio antes de aplicar SMED.

A lo largo del taller práctico de 5 días, el coordinador de SMED debe:

1. Dirigir las reuniones.
2. Facilitar el trabajo de comunicación.
3. Ayudar en la obtención de datos.
4. Asignar responsabilidades para efectuar los cambios.

## **Lo que se debe impartir durante el taller:**

***Tormenta de ideas:*** es una técnica en la que un grupo de personas crean ideas para solucionar problemas que afectan el desempeño de los procesos. Hacerlo en conjunto es siempre más productivo que una persona pensando por si sólo; se utiliza la capacidad del pensamiento colectivo, además de fomentar el pensamiento creativo. Las reglas básicas a seguir son: los participantes deben pertenecer a distintas disciplinas y preferible si tienen experiencia en las actividades en donde ha surgido el problema.

***Diagrama de Pareto:*** Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas y las causas que los generan. El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano VILFREDO PARETO (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según éste concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema. Las Graficas Pareto están basadas en datos (no opinión).

***Diagrama de causa y efecto:*** También es conocido como diagrama de espigas de pescado (por su forma), o diagrama de Ishikawa (por ser este su autor), y fue desarrollado para representar la relación entre algún efecto y todas las posibles causas que puedan estar en el origen. En 1953 Kauro Ishikawa resumió la opinión de los ingenieros de una planta dándole la forma de un diagrama de causa-efecto mientras discutían un problema de calidad. Esta fue la primera vez que se usó este enfoque.

Cuando el diagrama se usó en la práctica, mostró ser muy útil y pronto se llegó a usar ampliamente en muchas compañías en todo Japón. Se incluyó en la terminología del JIS (Estándares Industriales Japoneses) del control de calidad.

Es una técnica que permite clasificar, relacionar y profundizar las listas producidas en la tormenta de ideas para que puedan ser útiles:

- Clasificar: agrupar conceptos afines para facilitar su análisis.
- Relacionar: eliminar duplicidad y mantener todos los elementos de la lista en una perspectiva coherente.
- Profundizar: expandir la lista hasta hacerla abarcadora y exhaustiva.

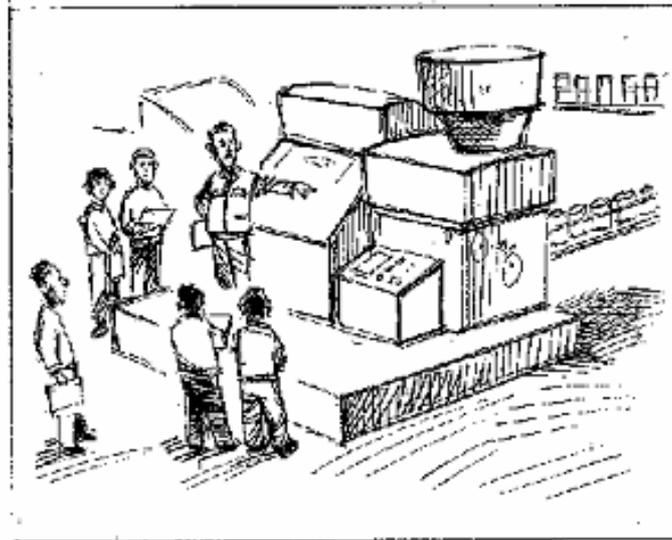
Por qué se usa?

- Identifica las verdaderas causas de una situación y no solamente sus síntomas. Según factores genéricos, las agrupa en determinadas categorías para encauzar las actuaciones de análisis-mejora de modo sistemático.
- Resume todas las relaciones existentes entre las causas y efectos de un proceso.
- Utilizándolo con otras herramientas estadísticas, por ejemplo el Diagrama de Pareto, promueve la mejora del proceso según prioridades.
- Favorece el pensamiento creativo o divergente del personal, con objeto de acumular el mayor número de ideas y aportaciones ante una situación por medio de la tormenta de ideas.
- Mediante la identificación de un conjunto de factores básicos que inciden en una determinada situación, permite obtener una visión global y estructurada de la misma, para realizar de un modo más eficaz los análisis de las causas.
- Proporciona a todos los miembros del equipo la misma comprensión del problema (se recomienda su uso en grupo).

- Ayuda a analizar y resolver un problema de una manera sistemática, fomentando el análisis científico, ya que tras examinar el diagrama, se detecta qué información es relevante para determinar de un modo fidedigno la causa principal del efecto estudiado.

### *Que es un Workshop*

Workshop = trabajo de taller



Son ejercicios prácticos formales realizados en piso o en las área de trabajo en un tiempo definido. Dar oportunidad a un grupo de empleados para integrar equipos de trabajo para aplicar conocimientos, habilidades, experiencia, métodos para alcanzar siempre un objetivo común. Los objetivos del Workshop SMED serán:

- I) Comprender la técnica SMED
- II) Reducir el tiempo de cambio (típica del 50/60 %)

## *Papeles a tomar durante el taller de SMED*

Considere el ejemplo de un partido de fútbol

<b>Futbol</b>	<b>Workshop</b>
Entrenador	Coordinador
Capitán	Líder de Equipo
Jugadores	Integrantes de equipo SMED
Logro = Trofeo	Logro = Reto reducción tiempo
Resultado = Satisface a la afición	Resultado = Productividad

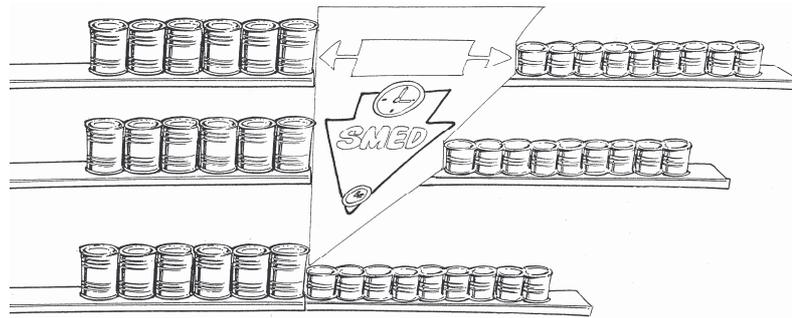
**¿Que es eficiencia?** Es cumplir el trabajo programado, por ejemplo: se tienen que fabricar 10,000 camas en un turno de 8 horas y se fabrican las 10,000 camas en ese turno, entonces decimos que somos eficientes en un 100%.

**¿Que es eficacia?** Es la calidad del trabajo cumplido y programado, por ejemplo: las 10,000 camas se fabricaron sin presentar problemas de calidad.

**¿Que es productividad?** Es hacer un poco más del trabajo programado, por ejemplo: en un turno de 8 horas teníamos que fabricar 10,000 camas y fabricamos 11,000, entonces decimos que somos productivos en un 10%.

### **¿Que es SMED?**

Es una técnica que tiene como objetivo acortar los tiempos de cambio de herramientas en máquinas de líneas de producción que fabrican productos de especificación distinta.



*SMED (single minute exchange of die)* significa: Cambio de utilaje en menos de diez minutos. El creador fue un Ingeniero Mecánico llamado Shigeo Shingo. Fue desarrollada a lo largo de 19 años. En el año 1969 redujo drásticamente el tiempo de cambio en una prensa de 1000T en Toyota Motors Company (Japón) de 3 horas a tres minutos. Aunque conocida fuera del Japón alrededor de 1975 no fue aceptada de manera generalizada hasta 1980, desde entonces se ha venido aplicando en la industria asiática demostrando ser una de la técnicas más eficaces para mejorar el rendimiento de la fabricación en serie.

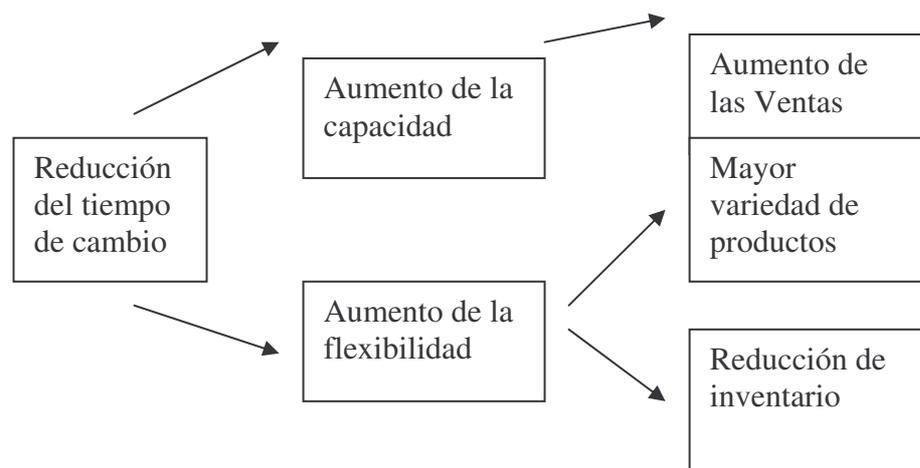
La reducción del tiempo se logra mediante la simplificación de las actividades realizadas durante los cambios involucrando al factor humano para trabajar de una manera mas inteligente con el menor esfuerzo posible; aunque dichos tiempos no necesariamente son acortados a diez minutos, si se logra una reducción significativa respecto a los tiempos antes de aplicarla. Fue una de las primeras técnicas que se divulgaron como parte del sistema Justo a Tiempo. Justo a Tiempo es una filosofía industrial que considera la eliminación o reducción de todo lo que implique desperdicio en actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina).

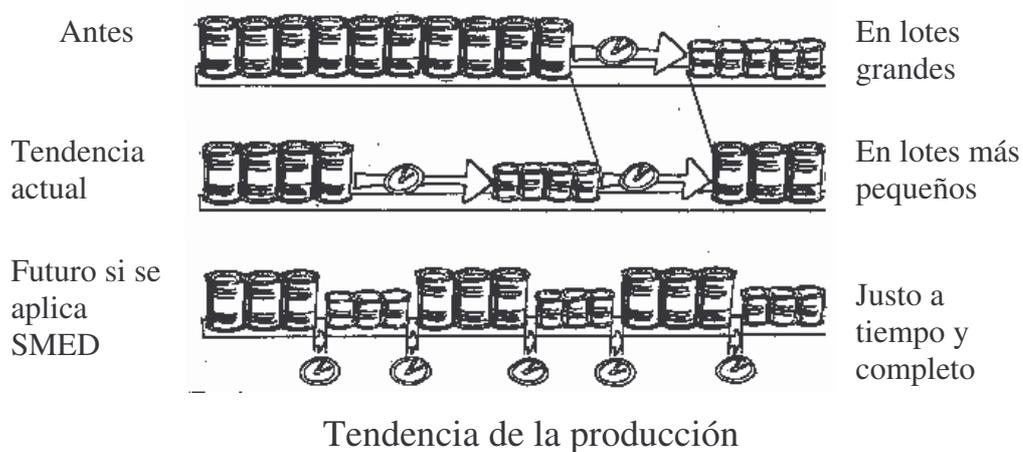
Justo a tiempo no es un medio para conseguir que los proveedores hagan muchas entregas y con absoluta puntualidad para no tener que manejar grandes volúmenes de existencia o componentes comprados, sino que es una filosofía de producción que se orienta a la demanda: *se produce lo que el cliente realmente quiere*.

Pero qué tiene que ver eso con la reducción del tiempo para cambios de herramientas?

- En el pasado, los clientes pedían grandes cantidades del mismo producto.
- En la actualidad la tendencia se dirige hacia cantidades más pequeñas del mismo producto, por lo que si no se reduce el tiempo de cambio, resultará imposible producir el mismo volumen en el mismo período de tiempo.
- En un futuro próximo, la demanda del cliente será *obtener un pedido más pequeño, completo y a tiempo*, entonces los tiempos de cambio tendrán un enorme impacto sobre la producción.

En resumen:





Que beneficios se obtienen al aplicar SMED?

- Producir lotes más pequeños.
- Reducción de inventarios.
- Líneas más productivas y por ende más competitivos.
- Reducción de costos innecesarios.
- Tiempo de entrega más cortos.
- Tiempos de cambio más confiables.
- Producir el mismo día, y en una misma línea, productos de especificación distinta.
- Aumentar la flexibilidad o capacidad de adaptarse a los cambios en la demanda.

Para poder obtener los anteriores beneficios, es necesario que se eliminen los despilfarros. *Pero que es despilfarro?* Es un gasto excesivo y superficial que por ser innecesario debe ser eliminado, ésta teoría es el principio de SMED. Taiichi Ohno, un experto japonés, identificó hace varias décadas siete tipos de despilfarros en los procesos productivos:

- *Por exceso de producción:* realizar una producción no ajustada a las cantidades demandadas por los clientes.
- *Por tiempos de espera:* personas pasivas o máquinas paradas.
- *De transporte:* manipulación y traslado de materiales.
- *De proceso:* actividades innecesarias, maquinaria en mal estado.
- *De existencias:* materiales obsoletos, excesos de existencias, almacenes intermedios.
- *De movimiento:* movimientos innecesarios o incómodos para las personas.
- *Por defectos del producto o servicio:* reclamaciones, garantías, rechazos.

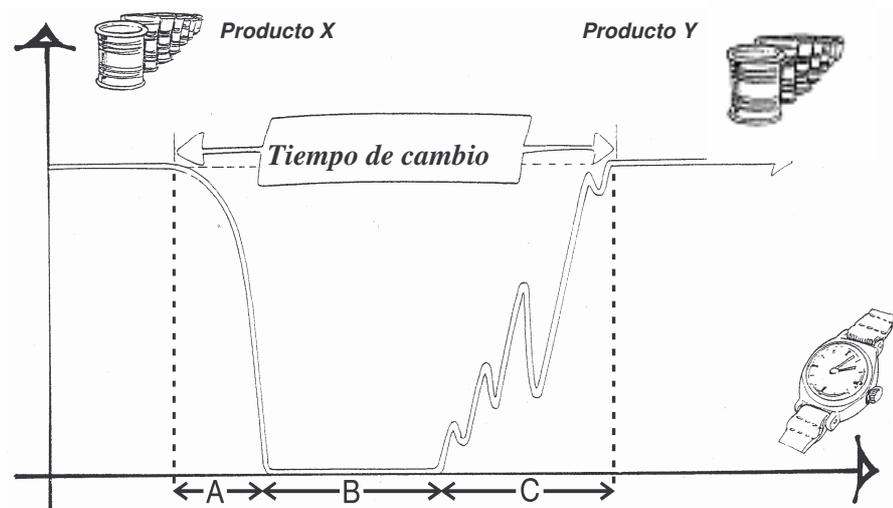
Posteriormente se añadió a la lista un octavo tipo de despilfarro que resultó ser la más importante: ***“no utilizar la inteligencia, imaginación y creatividad de todas las personas de una organización”***. Durante los tiempos de cambio de producción se presentan la mayoría de estos despilfarros.

## **Tiempo de cambio de producción**

Son los tiempos utilizados al cambiar herramental en máquinas de una línea de producción. También es llamado ***cambio total***. Este tiempo incluye el desmontaje de piezas de las máquinas que se usaron para fabricar el producto X, el montaje de las piezas de las máquinas que se usarán para fabricar el producto Y, los ajustes y puesta en marcha de dichas máquinas.

Existe una definición que respalda lo anterior: *el tiempo transcurrido entre la fabricación del último producto bueno “X” a la velocidad de producción estándar especificada y la fabricación del primer producto bueno “Y” a la velocidad de producción estándar especificada.*

- A → Tiempo para apagar la (s) máquina (s)
  - B → Máquina (s) apagada (s)
  - C → Ajustes y puesta en marcha de la (s) máquina (s)
- } **Cambio total**



*Tiempo de cambio = cambio total*

**En términos monetarios cómo ayuda SMED a las empresas que desean aplicar dicha técnica?**

Volvamos nuevamente al ejemplo de las camas: tenemos programado fabricar 10,000 camas en un turno de 8 horas, esto implica que se tengan que utilizar los siguientes *costos de fabricación*:

**Costos:** son elementos consumidos por la producción de un bien o servicio, en éste caso la producción de camas.

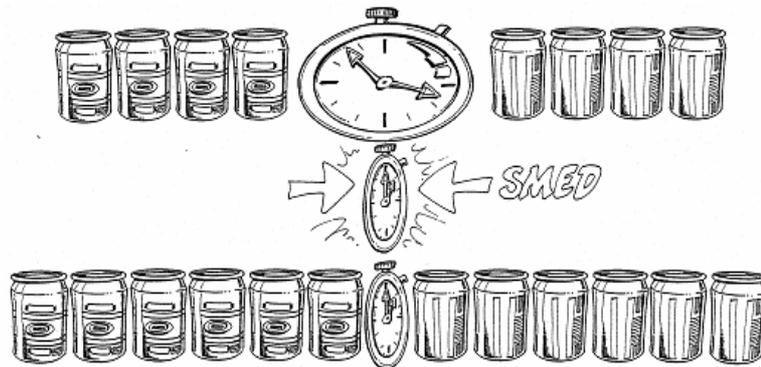
**Costo de fabricación:** son los que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados. En ello participan:

- Materiales directos o materia prima (MP).
- Mano de obra directa (MOD).
- Costos indirectos de fabricación (Una parte importante de los CIF es de naturaleza fija. Como consecuencia, el CIF por unidad aumenta a medida que disminuye la producción, y disminuye cuando ésta se incrementa).

SMED esta íntimamente ligada con los costos de mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación. Si producimos las 10,000 camas en 8 horas a un costo (MP + MOD) de Q80,000, entonces el costo por cama para esos dos elementos sería Q8.00/cama. Pero si en lugar de 10,000 camas producimos 11,000 en las mismas 8 horas, entonces el costo para esos dos elementos sería de Q7.27/cama.

## Implementación práctica de SMED para reducción de tiempos

En forma gráfica el objetivo de SMED será: reducir el tiempo



Para poder cumplir con el objetivo se deben asignar con antelación las responsabilidades que tendrán los integrantes del equipo. Para ello se asignan dos tipos de responsabilidades:

1. Las de cambio: Son todas las actividades necesarias a efectuar en cada máquina para realizar los cambios. Es preferible que estas actividades las realicen los operadores habituales o regulares de cada máquina el cual permite establecer comparaciones directas y medir así las mejoras a implementar.
2. Las de observación y toma de datos: Consiste en tomar y registrar datos sobre la forma de trabajar de cada una de las personas que sean signadas para efectuar el cambio en cada máquina. Dependiendo del numero de participantes así serán las asignaciones de personas por máquina (hacer énfasis en que los resultados de SMED dependerán de los datos que se registren y tomen).

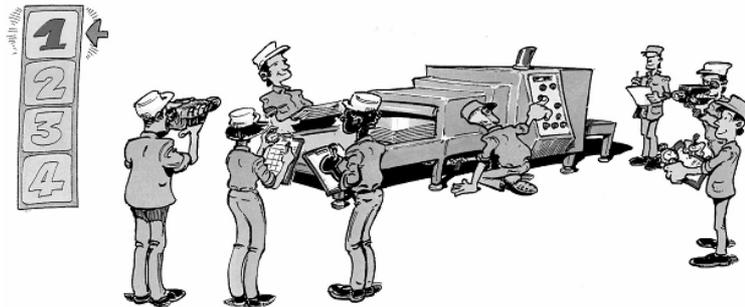


Equipo de SMED  
recibiendo  
asignación de  
responsabilidades  
por parte del  
coordinador

Una vez establecido las responsabilidades para cada integrante del equipo, se entra de lleno a la implementación de SMED. Se deben efectuar tres cambios siguiendo los cuatros pasos cíclicos básicos:

- Paso 1: Observar y medir.
- Paso 2: Separar actividades internas y externas.
- Paso 3: Convertir actividades internas a externas.
- Paso 4: Análisis de reducción de tiempos de las actividades internas y externas.

## PASO 1: OBSERVAR Y MEDIR



Recordar el concepto de tiempo total de cambio: *el tiempo transcurrido entre la fabricación del último producto bueno “X” a la velocidad de producción estándar especificada y la fabricación del primer producto bueno “Y” a la velocidad de producción estándar especificada.* Es decir que el tiempo total de cambio empieza a cronometrarse desde que pasa el último producto bueno por la línea (o máquina) y se termina de cronometrar hasta que se produzca el primer producto bueno bajo condiciones normales de operación

*¿Quién cronometra el tiempo? ¿Por qué hay personas anotando en la explicación gráfica del primer paso?*

Respuesta: Las personas que fueron asignadas para las responsabilidades de observación y toma de datos

- a) Una o dos personas toman el tiempo en que el operador de la máquina realiza el “cambio total”, estas personas reciben el nombre de *cronometradores* y es obvio que necesitarán cronómetros, tableros, hojas de papel y lapiceros para realizar su trabajo. Tome en cuenta que los cronometradores deben conocer el proceso de fabricación ya que ellos tienen que dividir el tiempo total en sub-tiempos de acuerdo a las partes de la máquina y chequeos/ajustes que participan en el cambio (esto se hace con el fin de simplificar el análisis que se efectuará en el paso 4 de SMED); estos sub-tiempos reciben en el nombre de *elementos*. Ejemplo:

Tiempo total para que un mecánico automotriz cambie una llanta usada por una nueva : 20 minutos

Elementos:

Colocar gato = 2 minutos

Aflojar tuercas = 4 minutos

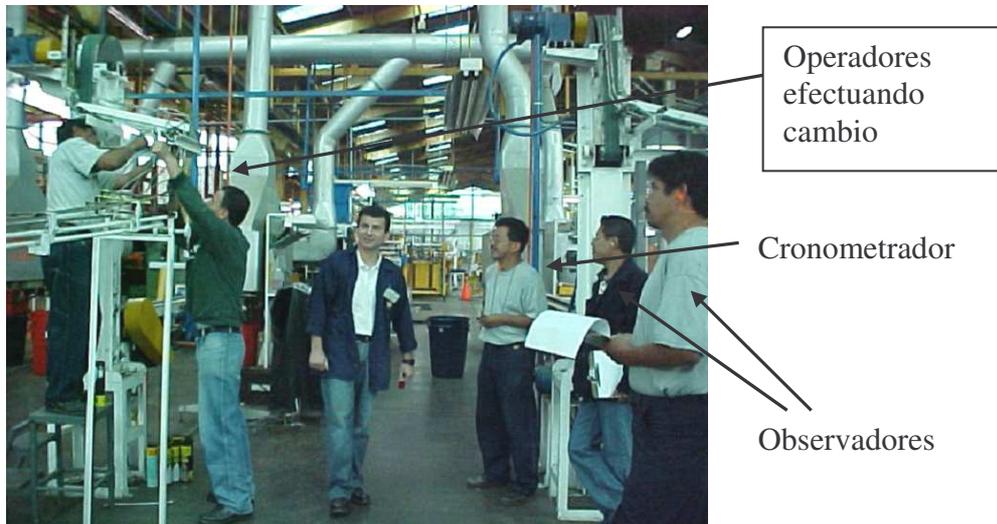
Fue a buscar llanta nueva = 3 minutos.

Poner llanta nueva = 5 minutos

Apretar tuercas y quitar gato = 4 minutos

Guardar herramientas y llanta usada = 2 minutos

- b) Las otras personas observan los detalles de las actividades del operador que está efectuando el cambio; anotan en hojas de papel bond cualquier anomalía que ellos consideren; registran también los detalles causados por el método de trabajo, máquinas, materia prima, herramientas, instrumentales, etc., por ejemplo: el operador no tenía llaves a la mano, el operador fue a buscar aceite hasta la bodega, la máquina estaba muy sucia, etc.; estas personas reciben el nombre de *observadores*; para efectuar su trabajo necesitan hojas de papel, tableros y lapiceros.



Para cada máquina deben haber suficientes cronometradores y observadores. Una vez completadas las actividades de cambio por parte de los operadores, se autoriza correr la línea con el nuevo producto. El tiempo de cada elemento debe sumarse para obtener el tiempo total para el *primer cambio efectuado*. Este será el tiempo a reducir aplicando los restantes tres pasos cíclicos de SMED. Antes de entrar de lleno a la implementación recuerde algunos conceptos de ingeniería básica:

**Tiempo estándar:** Es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se define de la siguiente manera:

$$TE = (\text{tiempo cronometrad})(\text{factor calificación actuación operario}) \pm (\text{tolerancias})$$

***Operario Normal:*** Se define como un obrero calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo sino uno representativo del promedio.

***Tiempo cronometrado:*** Es el tiempo real que se toma con reloj en mano desde que el operario comienza a realizar una operación hasta que termina dicha operación (en nuestro caso cada elemento).

***Factor de calificación del operario:*** Mientras la persona llamada *observador* se fija en los detalles de cada actividad que el operario realiza al efectuar el cambio, también debe observar con todo cuidado la actuación del mismo. La actuación se define como: la forma en que se desenvuelve un operario al ejecutar las distintas actividades durante el cambio: velocidad, destreza o habilidad, ausencia de falsos movimientos, el ritmo de trabajo, la coordinación, la efectividad y todo aquello que dependa del operador. En el sistema de calificación o nivelación, el observador debe mentalizarse que la persona que va a ejecutar el cambio es un *operario normal*, luego debe aplicar el siguiente principio: *saber ajustar el tiempo de cada elemento durante el cambio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo o conjunto de actividades*. Pero ¿cómo se ajusta dicho tiempo? Por medio de un factor numérico el cual se explica a continuación:

**Método de Calificación Westinghouse:** Es uno de los métodos más antiguos y de los más utilizados. Fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. Este considera cuatro factores al evaluar la actuación del operario: *habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y por último consistencia*.

**La habilidad:** se define como la *pericia en seguir un método dado* y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos. La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en los movimientos y ausencia de titubeos y movimientos falsos. Una disminución en la habilidad generalmente es resultado de una alteración visual, falla de reflejos y pérdida de fuerza o coordinación muscular. De esto se deduce fácilmente que la habilidad de una persona puede variar de un trabajo a otro y aun de operación a operación en una labor determinada. La siguiente tabla muestra los grados de habilidad que la Westinghouse asigna a los operarios con sus valores numéricos equivalentes. La calificación se traduce luego a su valor porcentual que va desde 15% para operarios superhábiles, hasta menos 22% para operarios de baja habilidad.

#### **Destreza y habilidad**

+ 0.15	A1	Extrema
+ 0.13	A2	Extrema
+ 0.11	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena
+ 0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente

**El esfuerzo o empeño:** se define como *demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia*. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad y puede ser controlado en alto grado por el operario. La siguiente tabla muestra los grados de esfuerzo o empeño que la Westinghouse asigna a los operarios con sus valores numéricos equivalentes:

#### **Esfuerzo o empeño**

+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular
- 0.04	E1	Aceptable
- 0.08	E2	Aceptable
- 0.12	F1	Deficiente
- 0.17	F2	Deficiente

**Las condiciones** para éste procedimiento de calificación son aquellas que afectan al operario y no a la operación. Los elementos que afectan las condiciones de trabajo para que el operador realice bien su trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. La siguiente tabla presenta los valores que la Westinghouse asigna para las condiciones:

#### **Condiciones**

+ 0.06	A	Ideales
+ 0.04	B	Excelentes
+ 0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
- 0.03	E	Aceptables
- 0.07	F	Deficientes

*La consistencia del operario* se evalúa cuando se preparan los informes finales. Se determina si el trabajo cíclico realizado por el operador tiene repetición constante al ocupar casi el mismo tiempo para cada elemento del trabajo. La siguiente tabla los valores que la Westinghouse asigna a la consistencia:

### Consistencia

+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.03	B	Excelente
+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
- 0.02	E	Aceptable
- 0.04	F	Deficiente

Una vez que se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia, y se han establecido sus valores numéricos equivalentes, el factor de actuación se determina sumando algebraicamente los cuatro valores y agregando a dicha suma la unidad que corresponde al factor de calificación para la máquina (todos los elementos controlados por máquinas se califican con 1). Por ejemplo si un elemento se ha calificado con C2 en habilidad, C1 en esfuerzo, D en condiciones y E en consistencia, el factor de actuación será:

Habilidad.....	C2	+ 0.03
Esfuerzo.....	C1	+ 0.05
Condiciones..	D	0.00
Consistencia.	E	<u>- 0.02</u>
Suma alg.....		+ 0.06
<i>Factor Actuación...</i>		<i>1.06</i>

Si éste factor de actuación se multiplica por el “tiempo cronometrado” obtenemos el “tiempo normal” o “tiempo nominal”.

$$\text{Tiempo normal (TN)} = \text{tiempo cronometrado} \times \text{factor actuación}$$

Para el ejemplo anterior si el tiempo cronometrado hubiese sido 23 minutos, entonces el tiempo normal sería:  $1.06 \times 23 \text{ minutos} = 24.38 \text{ minutos}$ .

**Tolerancias y márgenes:** Después de haber obtenido el tiempo normal se debe dar un paso más para llegar a un estándar de tiempo justo. Este último paso consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y disminución del ritmo de trabajo producidos por la fatiga inherente a todo trabajo. Dicho en otras palabras, se debe asignar un margen o tolerancia al operario para que el estándar de tiempo resultante sea justo y fácilmente mantenible por la actuación del operario normal a un ritmo normal de trabajo.

En general las tolerancias se aplican para cubrir tres ampliar áreas: demoras personales, fatiga y retrasos inevitables.

**Retrasos Personales:** En éste renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del empleado (idas al sanitario y tomar agua). Estudios detallados de producción han demostrado que un margen o tolerancia de 5% por retrasos personales, o sea, aproximadamente de 24 minutos en ocho horas, es apropiado para las condiciones de trabajo típicas de taller. El tiempo por retrasos personales dependerá naturalmente de la clase de persona y de la clase de trabajo. El 5% antedicho parece ser adecuado para la mayor parte de los trabajadores, hombres y mujeres.

**Fatiga:** Estrechamente ligada a la tolerancia por retrasos personales, está el margen por fatiga, aunque éste generalmente se aplica sólo a las partes del estudio relativas a esfuerzo. La fatiga no es homogénea en ningún aspecto; va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga puramente psicológica, e incluye una combinación de ambas. Tiene marcada influencia en ciertas personas, y aparentemente poco a ningún efecto en otras. Ya sea fatiga física o mental, los resultados son similares: existe una disminución en la voluntad de trabajar.

**Retrasos inevitables:** Esta clase de demoras se aplica a elementos de esfuerzo y comprende conceptos como interrupciones por el supervisor, el compañero de al lado y de otras personas, irregularidades en los materiales y todo aquello en que el operador no tiene la culpa de que ocurra. Es importante hacer mención que existe una tabla que puede adaptarse al tipo de procesos en que se quiera establecer tolerancias de la Oficina Internacional del Trabajo (ver en sección de apéndices el “Apéndice I” del presente trabajo de graduación).

Ya que se tiene claro el concepto de *tiempo estándar*, se obtiene la siguiente fórmula:

$$TE = \text{tiempo normal} + \text{tolerancias}$$

Es importantes hacer ver que el tiempo estándar será calculado hasta que se complete el ciclo de los tres cambios programados. Y esto por qué? SMED es una técnica que ayuda en el *análisis de operaciones*, y por ende mientras se está analizando una operación no es recomendable establecer tiempos estándar a no ser que se esté plenamente convencido de que se ha finalizado el análisis y que los resultados obtenidos ya no sufrirán variación alguna para que todo sea estandarizado (tiempos, actividades, puestos de trabajo, etc). Respecto a éste punto Benjamín Niebel en su libro *Ingeniería Industrial* (9ª. Edición, páginas 465 y 466) aclara:

“Los elementos de trabajo que se incluyen generalmente en los estándares de preparación comprenden todos los sucesos que ocurren desde el momento en que se termina el trabajo anterior hasta el comienzo del trabajo en la primera pieza del nuevo. También se acostumbra incluir en el estándar de preparación los elementos “desmontaje de herramientas y dispositivos” y de “retiro”, que comprenden todos los elementos de trabajo que intervienen desde la terminación de la última pieza hasta la preparación del siguiente trabajo”. También agrega: “Al establecer los tiempos de preparación, el analista emplea un procedimiento idéntico al seguido para establecer estándares para producción. ***En primer lugar debe cerciorarse de que se utilizan los mejores métodos de preparación y que se ha adoptado un procedimiento estandarizado.*** Luego se divide cuidadosamente el trabajo en elementos, y se fija su tiempo con exactitud, se califica la actuación y se le asignan los márgenes o tolerancias apropiados ... el analista debe estar alerta al fijar los tiempos para los elementos de preparación, porque no tendrá oportunidad de obtener una serie de valores elementales para determinar tiempos medios. Tampoco podrá observar con antelación al operario cuando realice los elementos y, en consecuencia, estará obligado a dividir la preparación en elementos mientras se efectúa el estudio”.

***En conclusión SMED aplica tiempos estándares una vez concluido el tercer cambio.*** Note que en la “programación de actividades” se considero estandarizar actividades y puestos de trabajo el 5º. Día. Todo esto conlleva también a estandarizar el tiempo.

## PASO 2: SEPARAR ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS



Actividad Interna (AI): Incluye todas las tareas que se pueden efectuar únicamente si la(s) máquina(s) se encuentra(n) parada(s) y apagada(s) porque en ella(s) se está realizando un cambio. Por ejemplo: cambiar engranaje a una máquina es una actividad interna ya que se puede efectuar solamente si la máquina se encuentra parada y apagada.

Actividad Externa(AE): Incluye todas las tareas que pueden efectuarse aún cuando la(s) máquina(s) está en funcionamiento, es decir, anticiparlas antes de parar y apagar dicha (s) máquina(s) para efectuar el cambio. Por ejemplo: tener a la mano el engranaje y las herramientas que se usarán para el cambio antes de que la máquina pare y se apague.

Tomando en cuenta lo anterior, el segundo paso consiste en separar las actividades internas de las externas considerando todos los ELEMENTOS Y OBSERVACIONES que se efectuaron en cada una de las máquinas. El equipo o grupo se traslada a la sala o lugar donde se efectuará el análisis de cada una de las actividades. Todos deben aportar sus opiniones respecto a éste punto por el conocimiento que tienen del trabajo efectuado.

Primero se analiza si un *elemento* es o no una actividad externa, si no lo fuera, se procede a analizar las *observaciones* efectuadas para ese elemento en particular, determinando así si una observación es o no una actividad externa. Si un *elemento* fuera una actividad externa, es obvio que todas las observaciones efectuadas para ese elemento serán actividades externas.

Para efectuar la separación de actividades se usara la “Tabla de cambio rápido”. Este es el documento básico de análisis del SMED. Recolecta información de los primeros tres pasos de SMED.

- Por qué? Facilita el análisis del cambio.
- Quién lo utiliza? El equipo durante el análisis de cambio.
- Cuándo? Después de las observaciones del cambio.
- Cómo se usa?
  - Utilizar post-its para desglosar el cambio en pequeños elementos (paso 1 de SMED).
  - Registrar el tiempo de los elementos de acuerdo a la hoja de los cronometradores (paso 1 de SMED).
  - Anotar todos los detalles adicionales u observaciones sobre cada elemento que participan durante el cambio (paso 1 de SMED).
  - Separar actividades internas y externas (paso 2 de SMED).
  - Anotar las ideas que permitan la reducción del tiempo de cambio mediante la eliminación de las actividades externas (en la medida de lo posible ), y en la conversión de actividades internas a externas (paso 3 de SMED).
  - Analizar la reducción de tiempos de las actividades internas y externas: cómo, quién, cuándo (paso 4 de SMED).
  - Los nuevos estándares y tiempos para cada elemento se anotan al finalizar la implementación de la técnica SMED.

Deben haber tablas del tamaño de una pizarra para que el análisis sea fácilmente efectuado por todo el personal. Habrán tantas tablas como máquinas a analizar.

**Modelo de Tabla de Cambio Rápido**

Elementos				
Tiempo				
Detalles adicionales (hechos)				
Actividades Internas				
Actividades Externas				
Ideas para mejorar				
Nuevo tiempo				
Nuevo estándar				

*Forma SMED 1-05*

Siguiendo el ejemplo del mecánico que cambia la llanta, aplicaremos el paso 2 de SMED en nuestra tabla de cambio rápido. Asumiremos que se hicieron observaciones durante el cambio de llanta los cuales fueron anotados por los OBSERVADORES en hojas de papel, esas observaciones deben ser trasladadas a la tabla.

<i>Elementos</i>	<i>Colocar gato</i>	<i>Aflojar tuercas</i>	<i>Fue a buscar llanta nueva</i>	<i>Poner llanta nueva</i>	<i>Apretar tuercas y quitar gato</i>	<i>Guardar herramienta y llanta usada</i>
<i>Tiempo</i>	2 minutos	4 minutos	3 minutos	5 minutos	4 minutos	2 minutos
<i>Detalles adicionales (hechos u observaciones)</i>	- Tuvo que buscar tres veces la posición del gato	-Copa de llave de chuchos muy gastada y las tuercas muy oxidados, dificulto sacarlos.	Fue a buscar la llanta porque no la tenía a la mano, además NO la encontraba	Trajo la llanta que no era y tuvo que ir a buscarla nuevamente (se tardo para ello dos minutos)	Copa de llave de chuchos muy gastada	Tuvo que hacer espacio en el baul del carro ya que la misma estaba muy desordenada.
<i>Actividades int.</i>	x	X		x	x	x
<i>Actividades ext.</i>			x			
<i>Ideas para mejorar actividades</i>						
<i>Nuevo tiempo</i>						
<i>Nuevo estándar</i>						

En este paso dos nos damos cuenta de que existe solamente una actividad externa: “fue a buscar llanta nueva”. Es externo porque antes de proceder a cambiar la llanta debió ir a buscarla con antelación, por ende no constituye parte del cambio ya que se debe tener a la mano todo lo que se necesite previo a iniciar la actividad.

### PASO 3: CONVERTIR ACTIVIDADES INTERNAS A EXTERNAS



El paso 3 viene a ser la médula espinal de la técnica SMED. El objetivo será *eliminar en la medida de lo posible todas las actividades externas y en equipo analizar si las actividades internas pueden convertirse en externas para que también sean eliminadas*, para éste punto en particular es necesario usar la creatividad, la experiencia y conocimiento de las personas. El principio es claro: *todas las tareas que puedan realizarse aún cuando la(s) máquina(s) esté(n) en funcionamiento permitirá que el tiempo de cambio se reduzca considerablemente*. Si un “elemento” fuera una actividad externa, es obvio que todas las observaciones efectuadas para ese elemento en particular serán actividades externas. Habrán actividades internas que no podrán convertirse a externas pero si podrán ser analizadas para simplificar las operaciones de las mismas ya sea rediseñando piezas de máquinas, eliminando piezas de máquinas, etc.

*Ejemplo del uso de la Tabla de cambio rápido y el análisis del 2do. y 3er. paso de SMED*

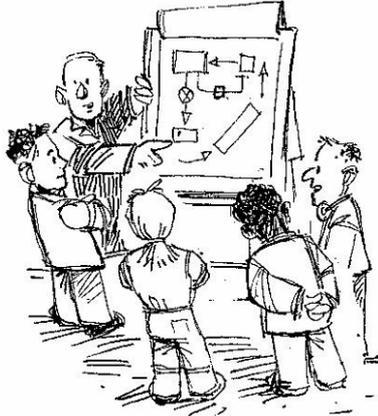


Siguiendo con el mismo ejemplo del mecánico que cambia la llanta, aplicaremos el paso 3 de SMED en nuestra tabla de cambio rápido. Aquí deben listar todas las ideas que contemplen soluciones de mejora para cada elemento u observación realizada.

<i>Elementos</i>	<i>Colocar gato</i>	<i>Aflojar tuercas</i>	<i>Fue a buscar llanta nueva</i>	<i>Poner llanta nueva</i>	<i>Apretar tuercas y quitar gato</i>	<i>Guardar herramienta y llanta usada</i>
<i>Tiempo</i>	2 minutos	4 minutos	3 minutos	5 minutos	4 minutos	2 minutos
<i>Detalles adicionales (hechos u observaciones)</i>	- Tuvo que buscar tres veces la posición del gato	-Copa de llave de chuchos muy gastada y las tuercas muy oxidadas, dificulto sacarlos.	Fue a buscar la llanta porque no la tenía a la mano, además NO la encontraba	Trajo la llanta que no era y tuvo que ir a buscarla nuevamente (se tardo para ello 2 minutos)	Copa de llave de chuchos muy gastada	Tuvo que hacer espacio en el baul del carro ya que la misma estaba muy desordenada.
<i>Actividades int.</i>	X	X		X	X	X
<i>Actividades ext.</i>			X			
<i>Ideas para mejorar actividades</i>	- Capacitar a mecánico para poner gato, porque es posible que sea un modelo nuevo de carro	- Comprar llave de chucho - Recomendar al cliente aceitar de vez en cuando las tornillos	Antes de iniciar la actividad buscar llanta y tenerla a la mano.	Ordenar las llantas de acuerdo al número de RING	Comprar llave de chuchos	Recomendar al cliente que orden el baul.
<i>Nuevo tiempo</i>						
<i>Nuevo estándar</i>						

Es importante tomar en cuenta que: si un elemento es interno quizá las observaciones realizadas para ese elemento en particular sean actividades externas. Por ejemplo: Poner llanta es un elemento interno porque es parte normal del proceso, pero el hecho de ir a buscar nuevamente la llanta es una actividad externas ya que debió tener la llanta a la mano y estar seguro que era la correcta.

## PASO 4: ANÁLISIS DE REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS



**Objetivo:** Analizar en equipo las ideas planteadas en las tablas de cambio rápido y evaluar la aplicación en cada máquina: quién, cómo y cuándo. Se deben considerar aquellas que requieran una inversión económica demasiado alta y dejarlas como mejoras a mediano y largo plazo porque es probable que se tengan que realizar modificaciones a las piezas de máquinas, comprar galgas, etc. con el fin de simplificar las operaciones de cambio. Lo anterior depende del tipo del proceso, máquinas y disponibilidad de recurso económico de la empresa. Todas aquellas ideas que no puedan ser implementadas antes del segundo cambio podrán ser implementadas antes del tercer cambio; en todo caso quedarán plasmadas en el *plan de acción* como mejoras a efectuarse a mediano y largo plazo. En este punto se establece la ejecución o puesta en marcha de las ideas planteadas en el paso 3 antes de efectuar el segundo cambio. Siguiendo con el mismo ejemplo del mecánico que cambia la llanta, aplicaremos el paso 4 analizando cada idea planteada en el paso 3, se asignarán a los responsables para la ejecución inmediata, cómo lo realizará, cuándo la ejecutara (preferible antes del siguiente cambio). Este paso es aplicable a todas las máquinas que participan en el cambio.

- Juan debe capacitar al mecánico el día hoy para la colocación del gato ya que es empleado de reciente ingreso. Implementar antes de que el mecánico realice el siguiente cambio de llanta al mismo carro.
- Pedro debe hacer requisición inmediata de una llave de chuchos para el mecánico y pedir a Rosa el cheque para comprarlo inmediatamente. Implementar antes de que el mecánico realice el siguiente cambio de llanta al mismo carro.
- Pablo debe ordenar el área de llantas nuevas ya que se encuentra muy desordenado. Debe clasificarlas de acuerdo al Ring y marca de carro a la cual pertenece. Debe identificarlas con pedazo de maskin-tape para su fácil localización. Implementar antes de que el mecánico realice el siguiente cambio de llanta al mismo carro
- El mecánico debe buscar con anticipación la llanta antes de comenzar a efectuar el cambio. También debe tener a la mano todas las herramientas necesarias durante el cambio. Implementar antes de efectuar el siguiente cambio de llanta al mismo carro.
- Rosa deberá hacer en computadora un rótulo que diga: “Estimado cliente, mucho le agradeceremos que mantenga ordenado el baúl del carro con el fin de aprovechar al tiempo y tener listo su carro en el menor tiempo posible”.

Luego de estar seguro que se han implementado las correcciones inmediatas, se procede a realizar por segunda vez el cambio de llanta; se debe completar nuevamente el ciclo de aplicación de los cuatro pasos de SMED. Seguramente notará, a partir del segundo cambio, una disminución del tiempo.

*Segundo cambio efectuado.* Note que el elemento "fue a buscar llanta nueva" ya no aparece; aquí hemos ahorrado 3 minutos. Asumiendo que las mejoras planteadas en el paso 4 del primer cambio se han efectuado en su totalidad, los tiempos posiblemente quedarían así:

<i>Elementos</i>	<i>Colocar gato</i>	<i>Aflojar tuercas</i>		<i>Poner llanta nueva</i>	<i>Apretar tuercas y quitar gato</i>	<i>Guardar herramienta y llanta usada</i>
<i>Tiempo</i>	1 minutos	2 minutos		3 minutos	3 minutos	1 minutos
<i>Detalles adicionales (hechos u observaciones)</i>						
<i>Actividades int.</i>	x	X		x	x	x
<i>Actividades ext.</i>						
<i>Ideas para mejorar actividades</i>						
<i>Nuevo tiempo</i>						
<i>Nuevo estándar</i>						

El tiempo total ahora fue de 10 minutos. Con las mejoras implementadas hasta ahora el tiempo de cambio ha reducido 10 minutos. Para el segundo cambio usted podría considerar como idea para mejorar la compra de un gato hidráulico y que para apretar las tuercas se compre un una herramienta eléctrica, etc., posiblemente el tiempo baje a 7 minutos. Para el tercer cambio usted podría considerar otro tipo de mejoras y es posible que el tiempo baje a 5 minutos. Por lo regular en el tercer cambio se plasman las ideas que serán implementadas a mediano o largo plazo.

Asumamos que el tiempo obtenido en el tercer cambio fue de 5 minutos. Dicho tiempo debe ser estandarizado y para ello va a necesitar información de los cuadros que califican la actuación del operario y del cuadro contenido en el apéndice 1 del presente trabajo de graduación que establece el margen de tolerancias. Usted calificó a la persona que cambio la llanta de la siguiente manera:

Destreza o habilidad = buena (C2) =	+ 0.03
Esfuerzo = Regular (D) =	0.00
Condiciones = Aceptables (E) =	- 0.03
Consistencia = regular (D) =	<u>0.00</u>
Suma algebraica =	0.00
Sumar "1" de máquina =	<u>1.0</u>
<b>FACT. ACTUACIÓN =</b>	<b>1.00</b>

Luego asignó una tolerancia de 9% según la Oficina Int. Del Trabajo para tolerancias constantes. Obtenemos entonces el tiempo estándar:

$$TE = TN + TOL$$

$$TE = 1 * 5 \text{ min.} + 9\% \text{ del TN}$$

$$TE = 5 \text{ min.} + 9\% * 5 \text{ min.}$$

$$TE = 5 + 0.45 \text{ minutos} = 5.45 \text{ minutos}$$

Es decir que el tiempo estándar para que una *persona normal* pueda cambiar la llanta es de 5.45 minutos. Es aconsejable que usted calcule el tiempo estándar para cada elemento en particular. Por ejemplo, al elemento “colocar gato” se le evalúa por separado asignando una calificación al operario, luego se le aplica el margen de tolerancia. Seguidamente vendría el elemento “aflojar tuercas”, luego “poner llanta nueva”, etc.

**Resultados preliminares:** al completar el ciclo de aplicación de los cuatro pasos de SMED para el tercer cambio ya tendrá resultados preliminares que puede ser presentado a las Gerencias. Recuerde que las mejoras que queden pendiente después del tercer cambio serán consideradas para ser implementadas a mediano y largo plazo ya que por lo general requieren de una inversión monetaria mas fuerte. Si la (s) Gerencia (s) decide (n) continuar con la implementación de las dichas mejoras, tendrá que elaborar un “plan de acción de mejora continua” para dar seguimiento cronológico a las mismas (se recomienda un máximo de dos meses).

Luego es indispensable que estandarice las nuevas actividades después de efectuar el ciclo de aplicación del tercer cambio ya que éste será el parámetro que regirá la forma de efectuar el cambio. Para ello apóyese en los Procedimientos Estándares de Operación (PEO’s).

**¿Qué son los PEO’s?** Son documentos sistemáticos que se redactan para asegurar la repetibilidad de las operaciones de manufactura; observando y desarrollando paso a paso todas las actividades que conducen a la culminación de los mismos. Usted puede crear sus propios PEO’s de acuerdo al formato que maneja su empresa, sin embargo, tome una idea de los que se han redactado en el presente trabajo de graduación (inciso 4.6.1).

Siguiendo el mismo ejemplo del mecánico que cambia la llanta, un PEO quedaría de la siguiente manera:

## TALLER DE MECANICA XXXX

**Manual de PEO's**  
**Area :** Pinchazo  
**Preparado por:** Alex Cuc

**PEO# 1**  
**Páginas: 2**  
**Fecha de Emisión: xxx**  
**Fecha de revisión: xxx**

- 1. Propósito:**  
Establecer los pasos a seguir durante los cambios de llantas ya sea nueva o usada en el área de pinchazos.
- 2. Alcance:**  
Este procedimiento va dirigido a los mecánicos automotrices en general que laboran y realizan práctica en la empresa.
- 3. Consideraciones de Seguridad:**  
No poner parte del cuerpo debajo del carro.
- 4. Revisiones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente y antes si se cambia alguna condición o algún nuevo requerimiento que afecte a la misma.
- 5. Referencias:**  
No aplica.
- 6. Definiciones:**  
No hay.
- 7. Registros:**  
No hay.
- 8. Anexos:**  
No hay.
- 9. Revisiones y actualizaciones:**  
Este procedimiento será revisado anualmente a partir de la fecha de emisión.
- 10. Procedimiento:**

***ANTES DEL CAMBIO:***

- Busque con anticipación llanta nueva o de repuesto, máquina eléctrica para quitar tuercas, gato hidráulico.

***DURANTE EL CAMBIO***

- Introduzca el gato hidráulico debajo de la base de la llanta
- Oprima el botón verde para encender gato hidráulico y verifique presión de aire .
- Levante el carro con ayuda del gato hidráulico
- Introduzca las copas en forma correcta en las tuercas de la llanta
- Oprima el botón verde para sacar una por una las tuercas de la llanta.
- Quite la llanta usada y ponga la nueva o de repuesto.
- Oprima el botón verde para colocar una por una las tuercas de la llanta introduciendo en forma correcta la copa.
- Baje el auto y oprima botón rojo para apagar gato hidráulico
- Retire gato hidráulico debajo de la llanta.

***DESPUÉS DEL CAMBIO***

- Regrese en el lugar donde encontró la máquina eléctrica para quitar tuercas y gato hidráulico
- Coloque la llanta usada en el área designada cerca de los compresores.

## **Estandarice áreas de trabajo con ayuda de “5S”**

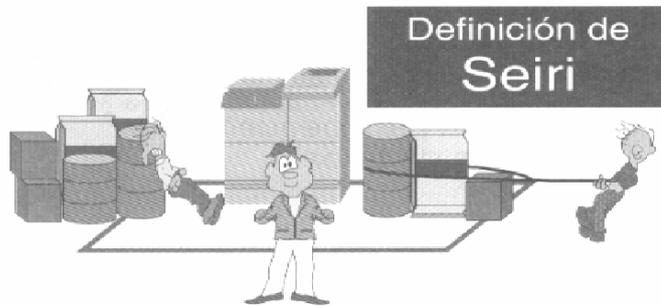
El creador del programa “5S” fue Hiroyuki Hirano al escribir un libro llamado “Los 5 Pilares de la Fabrica Visual”. En él explica las bases para crear y mantener una disciplina en el lugar de trabajo. Los cinco pilares se convierten en etapas: *seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar y respetar o mejorar estándar*. Dado el origen japonés del sistema, cada etapa tiene un nombre japonés cuya primera letra tiene el sonido de la “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

¿Cómo ayuda 5S a la técnica SMED?

Al igual que SMED, el programa 5S es parte del sistema “Justo a Tiempo” porque es útil para aumentar la productividad y crear un ambiente de trabajo más efectivo. Para poder hacer esto se necesita, entre otras cosas, flexibilidad en los procesos de producción y tener sólo aquello que se requiere para poder producir. Nada más. Todo lo que es excedente se considera un despilfarro. Tomando en cuenta lo anterior se describe la filosofía de 5S para el sistema SMED: “para poder trabajar de la manera más inteligente y con el menor esfuerzo posible, se debe establecer un puesto de trabajo ordenado, limpio y atractivo para tener todo a la mano cuando se necesite, simplificando así las actividades necesarias durante los cambios”.

### **Primera etapa: Seleccionar (Seiri)**

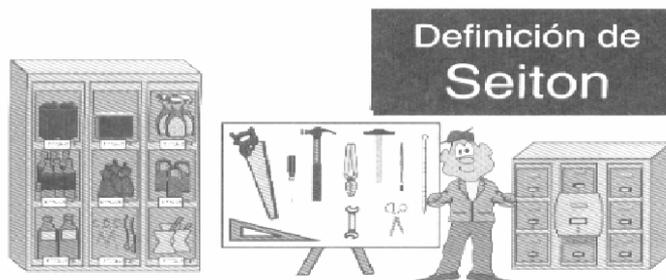
*Seleccionar los objetos innecesarios para las operaciones diarias o habituales y descartarlos.*



Seleccione los objetos innecesarios en el lugar de trabajo y descártelos.

## Segunda etapa: Ordenar (Seiton)

El objetivo: *“lo que queda” sea de uso sencillo y se encuentre fácilmente cuando se necesite*. Todas las personas deben poder encontrar inmediatamente lo que requieran para su trabajo, y cuando lo hayan utilizado, deben devolverlo a un lugar previamente identificado, es decir, *“un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”*.



Acomode los objetos necesarios en buen orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso.

- **Un lugar para cada cosa.**
- **Cada cosa en su lugar.**

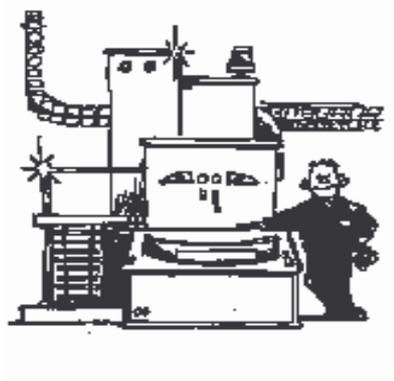
### Tercera etapa: Limpiar (Seiso)

Una vez que ha quedado estrictamente lo necesario y que todo está debidamente ordenado, el siguiente paso será limpiar pisos, máquinas, mesas y en general todo aquello que sea susceptible a ser limpiado. En éste punto también se incluye localizar y reparar focos que produzcan continuamente suciedad (goteo de aceite, grasas, barnices).



### Cuarta etapa: Estandarizar (Seiketsu)

*Establecer y mantener en todo momento el alto estándar de orden y limpieza que se ha fijado para el lugar de trabajo.* Una de las formas más prácticas y fáciles para que el personal tenga presente cómo debe mantener su puesto de trabajo es por medio de fotografías.



## **Quinta etapa: enseñar respeto (Shitsuke)**

Este punto se refiere a “*enseñar, mantener y respetar los estándares de orden y limpieza establecidos*”. Sin duda es la “S” más difícil de implementar y de conseguir ya que requiere disciplina por parte del personal para habituarse a los nuevos procedimientos. Enseñar implica capacitar, es por ello que usted debe explicar al personal del área donde se aplicó SMED como quedarán cada puesto de trabajo (preferible si se realizan auditorias para comprobar el cumplimiento de los estándares).

## **Integración del equipo SMED para el seguimiento de mejora continua.**

Antes de integrar el Equipo SMED, es aconsejable que entrene a todo el personal del área, departamento o línea, donde se realizó la implementación de SMED, en el uso de los nuevos estándares de área de trabajo y PEO's a fin de garantizar que las actividades necesarias durante los cambios se realicen siempre de la misma manera.

El equipo se integra por dos razones fundamentales:

- a) Dar seguimiento al cumplimiento del tiempo estándar obtenido en los resultados preliminares. Se hará medio de gráficos semanales hasta que el personal se habitúe en la ejecución de las actividades de cambio y todos los estándares establecidos.
- b) Dar seguimiento al plan de acción de mejora continua.

Los integrantes del equipo pueden ser elegidos por votación democrática:

- Debe existir un coordinador de SMED (en éste caso usted que está leyendo el presente trabajo de graduación).
- Líder de equipo.
- Secretario del equipo.
- Colaboradores (como mínimo 3 ).

### **Responsabilidades del coordinador de workshop SMED**

- Mantener trabajando activamente los equipos SMED en la empresa.
- Responder a las necesidades de los equipos en cuanto a capacitación e información referente a la solución de problemas se refiere.
- Evaluar las soluciones recomendadas por los equipos y trasladar sugerencias a la Gerencias de cada área para su pronta implementación.
- Coordinar con la Gerencia General / Gerencias de cada área y Líder de equipo, los proyectos que requieran inversiones significativas y definir las soluciones más factibles.

### **Responsabilidades del Líder de equipo**

- Dirigir las reuniones semanales, quincenales o mensuales que se programen.
- Guiar al equipo para lograr el objetivo propuesto: disminuir aún más el tiempo establecido en los resultados preliminares.
- Verificar que las soluciones planteadas se estén llevando a cabo en base al plan de acción.
- Seguimiento a las asignaciones de cada miembro del equipo acordadas en las reuniones.

- Reportar al coordinador los progresos y / o barreras para la implementación de las mejoras planteadas.
- Preparar juntamente con el secretario del equipo las agendas escritas para cada reunión programada.
- Cuando fuere necesario, coordinar con los departamentos de planta las actividades que fueren necesarias para cumplir con las mejoras propuestas.

### **Responsabilidades del secretario del equipo**

- Preparar juntamente con Líder del equipo las agendas escritas para cada reunión programada.
- Tener un archivo maestro para guardar las minutas de las reuniones y plan el avance de los planes de acción.
- Elaborar minutas escritas al final de cada reunión.
- Distribuir una copia de la minuta a cada integrante del equipo y publicarlas en el centro de información que se considere pertinente.
- Ir tomando nota acerca de ideas y sugerencias que se acuerden en las reuniones de grupo para la agilización de implementación de las mejoras planteadas. Es importante anotar el nombre de la persona que dará seguimiento y la fecha de ejecución.

### **Responsabilidades de los colaboradores**

- Asistir a las reuniones programadas.
- Aportar ideas y soluciones a los problemas que analice el equipo.
- Cumplir con las asignaciones que les fueran impuestas en las reuniones para el seguimiento de mejoras y solución de los problemas.

- Coordinar con otras áreas las actividades para el cumplimiento de asignaciones que les fueran impuestas.

### **Plan de acción de mejora continua**

- *¿Qué es un plan de acción de mejora continua?* Es un plan de implementación cronológico. Especifica las actividades a ejecutar, quién tomará la responsabilidad de ellas y las fechas para ser realizadas.
- *¿Cuándo se utiliza?* Los miembros del equipo utilizarán el plan de acción para el seguimiento de todas aquellas ideas que fueron planteadas en el análisis del paso 4 del taller práctico de SMED cuya implementación no fue posible realizar por requerir de una inversión o un tiempo mas largo de ejecución.
- *¿Por qué utilizarlo?* garantiza la ejecución de las mejoras a mediano o largo plazo con el fin de disminuir aún más el tiempo estándar establecido en el taller práctico.
- *¿Cuándo finaliza?* Una vez que las mejoras hayan sido implementadas en su totalidad el equipo de SMED determina el nuevo tiempo estándar de cambio (obviamente debe ser menor al de los resultados preliminares).

**Trabajo a realizar a corto plazo:** Se denomina así toda actividad de implementación inmediata.

**Trabajo a realizar a mediano plazo:** Se denomina así a toda actividad que requiera implementación no mas de 1 mes.

**Trabajo a realizar a largo plazo:** Se denomina así a toda actividad que requiera implementación no mas de 2 meses. Los trabajos a realizar a mediano y largo plazo dependerán de la disponibilidad inmediata del factor económico de la empresa en dónde sea aplica la técnica SMED. Lo aconsejable es no dejar pasar mucho tiempo para que el objetivo de reducción del tiempo no se pierda.

Una vez integrado el equipo y elaborado el plan de acción, pida autorización a la Gerencia General o Gerencia (s) de Área para llevar a cabo reuniones semanales, quincenales o mensuales, según la importancia que se le a dicho plan. Lo anterior se realiza con el fin de medir el avance y cumplimiento de cada una de las actividades contempladas.

**Modelo de formato para elaborar un plan de acción**

ACTIVIDAD A IMPLEMENTAR	RESPONSABLE DE IMPLEMENTACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FINALIZACIÓN	20%	40%	60%	80%	100%	COMENTARIOS
<i>MEJORAS PARA SER IMPLEMENTADAS A MEDIANO PLAZO (NO MAS DE 1 MES)</i>									
<i>MEJORAS PARA SER IMPLEMENTADAS A MEDIANO PLAZO (NO MAS DE 2 MESES)</i>									

Para registrar las reuniones y lo que en ellas se discuta o plantee, se recomienda elaborar minutas que registren todos los puntos tratados. El archivo maestro estará bajo la responsabilidad del Secretario del Equipo SMED tal y como se describió con anterioridad. Tome nota del modelo de la minuta descrita en el inciso 5.4 del presente trabajo de graduación.

En cada reunión se debe presentar gráficamente el cumplimiento de los tiempos establecidos. Usted y su equipo notarán que se acorta cada vez más el tiempo conforme avanza el cumplimiento del plan de acción. Elabore en EXCEL un gráfico que contemple la duración del cambio contra la fecha en que se realizó dicho cambio.

Una vez implementado al 100% el plan de acción, presente a las Gerencia los resultados obtenidos. Compare la situación inicial (antes de aplicar SMED) versus la situación final (después de haber aplicado SMED). Los números y cantidades hablarán por sí solos.

**Para concluir el presente modulo de entrenamiento considere el siguiente gráfico. Aquí cada fracción de segundo cuenta. En su caso tal vez sea lo mismo...**

