



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ingenierías

## PROYECTO DE TITULACIÓN

*[REDUCCIÓN DE TIEMPO EN CAMBIO DEL MODELO EN LA LÍNEA DE CONTEINER 1]*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
*INGENIERO INDUSTRIAL*

**PRESENTA:**

*JONATHAN MIGUEL MORALES ROJAS*

**ASESOR:**

*ALEJANDRO PUGA VARGAS*

Mayo



## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### **2. Agradecimientos.**

Agradezco a Dios a mi familia y amigos por la oportunidad y los medios necesarios para poder realizar este proyecto, por su apoyo, comprensión y paciencia en todo el tiempo que duró mi preparación profesional y en el desarrollo de este trabajo

Agradezco al ING. Juan Luis Rodríguez Martínez, asesor, y amigo de la empresa, quien, a través de su amplio conocimiento y disposición para poder resolver mis dudas e inquietudes, brindándome un mundo de información y herramientas de trabajo.

Agradezco al ING. Alejandro Puga Vargas, asesor interno del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, quien es una excelente persona, maestro y tutor, ya que gracias a la disposición, paciencia y conocimiento que me brindó, para la elaboración de este proyecto de titulación, sin él no hubiera sido posible el resultado del mismo.

### **3. Resumen.**

Con la realización de la implementación de esta herramienta (SMED), se desea lograr minimizar los desperdicios de tiempos muertos en el cambio de modelo en container 1 Marelli Mexicana, la operación para cambio de modelo tiene tiempos estándar actual de 27.71 minutos, se pretende reducir este tiempo para aumentar la disponibilidad de la máquina y poder programarle una producción más alta. Para lograr reducir los tiempos se debe aplicar la herramienta SMED, primero se define un equipo de trabajo para realizar las actividades propias de la herramienta SMED, dentro de estas actividades que se realizaron.

Registrar de cada una de las actividades que se realizan durante el cambio de modelo en container 1, registro de los tiempos de cada actividad realizada, elaboración de una tabla donde registra cada uno de los transportes realizado por el operario que realiza el alistamiento para hacer el cambio de lay out, para después reunir y definir los planes de acción y mejoras que se deben tomar para lograr la reducción de los tiempos invertidos en los cambios de modelos actualmente se dividen en actividades internas y externas; las actividades externas se pueden realizar con maquina en marcha, se debe planificar todas las acciones a realizar. Las actividades internas se realizan con maquina detenida, con la separación de estas actividades se realiza un plan de mejora para lograr obtener los resultados propuestos.

#### 4. Índice.

<b>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Agradecimientos</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Resumen</b> .....	<b>3</b>
<b>4. Índice</b> .....	<b>4</b>
<b>Lista de Tablas</b> .....	<b>6</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>6</b>
<b>Lista de Anexos</b> .....	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	<b>7</b>
<b>5.- Introducción</b> .....	<b>7</b>
<b>6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.</b> .....	<b>9</b>
Historia de la empresa .....	9
<b>Lay Out de la línea</b> .....	<b>12</b>
Misión: .....	12
Visión:.....	12
Valores: .....	12
<b>Organigrama</b> .....	<b>13</b>
Área de Trabajo: .....	13
Actividad que desempeño: .....	14
<b>7. Problemas a resolver, priorizándolos</b> .....	<b>14</b>
Área de Trabajo: .....	14
Actividad que desempeño: .....	14
<b>7. Problemas a resolver, priorizándolos</b> .....	<b>15</b>
<b>8. Justificación</b> .....	<b>16</b>
<b>9. Objetivos (General y Específicos)</b> .....	<b>17</b>
Objetivo General: .....	17
Objetivos Específicos: .....	17
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
<b>10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).</b> .....	<b>18</b>
10.1 Fundamento Teórico .....	18
10.2 Instrucción de Trabajo.....	18
10.3 Sistema de Escape .....	18
10.4 Vehículo .....	19

10.5 Ensamble .....	20
10.6 Manufactura .....	20
10.7 Modelo.....	20
10.8 Catalizador .....	21
10.1.2 Actividades .....	22
10.1.3 Diagrama de Pareto .....	22
10.1.4 Diagrama Causa y Efecto .....	23
10.1.5 Diagrama de tiempo (Gant).....	24
<b>10.1.6 SMED .....</b>	<b>24</b>
<b>10.1.7 La aplicación del método SMED consiste en el desarrollo de cuatro fases .....</b>	<b>25</b>
Fase 1. ....	25
Fase 2. ....	26
Fase 3. ....	26
Fase 4. ....	26
<b>10.1.8 Ejemplo SMED.....</b>	<b>27</b>
<b>10.1.9 casos SMED .....</b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO .....</b>	<b>36</b>
<b>11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas. ....</b>	<b>36</b>
<b>Lay Out Container 1 .....</b>	<b>36</b>
<b>Actividades de cambio de modelo .....</b>	<b>38</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....	41
<b>Diagrama Pareto .....</b>	<b>43</b>
<b>Diagrama Causa y efecto 1.....</b>	<b>44</b>
<b>Diagrama causa y efecto 2 .....</b>	<b>46</b>
PROPUESTA METODOLÓGICA .....	47
<b>Asignación y orden de las actividades.....</b>	<b>47</b>
<b>Modificaciones del entorno de la línea.....</b>	<b>48</b>
<b>Cronograma de actividades .....</b>	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
<b>12. Resultados .....</b>	<b>51</b>
Propuestas no implementadas.....	52
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>13. Conclusiones del Proyecto .....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....</b>	<b>55</b>
<b>14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>56</b>

<b>15. Fuentes de información.....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO 9: ANEXOS.....</b>	<b>57</b>
<b>17. Anexos .....</b>	<b>57</b>
<b>18. Registros de Productos.....</b>	<b>61</b>

### **Lista de Tablas**

<i>Tabla 1 Ejemplo de tiempos.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 2 Ejemplo de Mejoras .....</i>	<i>27</i>

### **Lista de Figuras**

<i>Ilustración 1 Sistema de escape .....</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 2 Lay out de la línea .....</i>	<i>12</i>
<i>Ilustración 3 Organigrama L21B ZV9.....</i>	<i>13</i>
<i>Ilustración 4 Pieza ZV9 lado LH.....</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 5 Pieza ZV9 lado RH .....</i>	<i>14</i>
<i>Ilustración 6 Componentes Sistema de escape .....</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 7 Ejemplo de Catalizador .....</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 8 Pasos para un SMED .....</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 9 Caso 2 Tiempos de Set up .....</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 10 Resultados aplicación SMED .....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 11 Resultados caso 4.....</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 12 Costo por tiempo perdido Abril-Octubre.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 13 Caso 9 Antes y después SMED .....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 14 Caso 10 Tabla comparativa de resultados.....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 15 Lay out de línea Container 1 .....</i>	<i>36</i>

### **Lista de Anexos**

<i>Anexo 1 Diagrama de tiempo de un cambio de modelo en condición actual de la línea de container 1. ...</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 2 Diagrama de tiempo esperado de cambio de modelo con reasignación de actividades de la línea de container 1. ....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 3 Estándar de cambio de modelo de la línea de container 1. ....</i>	<i>59</i>

### **Lista de Esquemas**

<i>Esquema 1 Análisis y planteamiento de las actividades que se llevaran en el desarrollo.....</i>	<i>41</i>
--	-----------

## ***CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO***

### ***5.- Introducción***

La demanda de producción y la mejora de capacidad en las empresas de diferentes rubros, principalmente de manufactura, lleva a buscar la mejora en sus procesos productivos que permitan llegar a los planes de producción. Es por ello que a través de diferentes metodologías y herramientas de mejora se busca eliminar desperdicios para mejorar la productividad.

La industria manufacturera en la que se llevan cambios de herramientas o moldes por cambio de modelo es necesario que se considere un tiempo para dicha actividad, al no estar controlado o estandarizado esta puede generar tiempos variables de paro.

Por ello una de las metodologías usuales y que permiten mejorar tiempos es el SMED (Single Minute Exchange of Die, o cambio de matriz en menos de 10 minutos) que para ello se tiene que tener definido las etapas que conforman la metodología llevando a tener una etapa preliminar donde según Fuentes et al. (2016), “no están diferenciadas las actividades internas y externas” donde Fuentes et al. (2016) dan a entender que en dicha etapa preliminar se investiga y presenta la información de la condición actual del proceso.

Las siguientes etapas de la metodología consisten en separar las actividades internas de las externas, convertir actividades internas a externas y optimizarlo. Pero para comprender de mejor manera la metodología es importante considerar cuales son las actividades internas y externas. Las actividades internas son las actividades que solo pueden realizarse con el equipo está parado. Mientras que las actividades externas son las que pueden realizarse antes de parar la producción siendo el tiempo de estas actividades no significativo en el tiempo de paro.

En la planta de Marelli Mexicana San Francisco, en específico en el manejo de aceros se han aplicado en diferentes procesos la metodología SMED. Donde se tuvieron resultado satisfactorios en los indicadores de producción de las líneas de estampado progresivo y tándem.

Algunas de las preguntas que se resolverán con el desarrollo del proyecto son: ¿Qué actividades son significativamente variables en el cambio de modelo?, ¿Quiénes son los responsables de llevar a cabo un cambio de modelo?, ¿Cómo es que se programan durante un día productivo los cambios de modelo?, ¿Cómo se hace el cambio de modelo?, ¿Cómo saben los responsables de realizar un cambio de modelo el momento y forma de hacerlo?

La problemática que se presenta para llevar a cabo este proyecto es la pérdida de HOE (Hoja de Operación Estándar) ocasionada por la duración de cambios de modelo en la línea de container 1 (Línea de producción de contenedores de monolitos como subensamble de Manifolds) que se generan durante un día de producción. De ahí la importancia del proyecto al tener que llevarse a cabo para reducir el impacto generado por dichos cambios de modelo en la línea de container 1. Las implicaciones de llevar a cabo este proyecto son el reducir el tiempo de cambio de modelo y reflejar esto en las partes producidas durante un día productivo. Las restricciones que se presentan en el proyecto son:

- Cambios de modelo no planeados durante el día productivo.
- Proceso de cambio de modelo no estandarizado.
- Involucramiento y aceptación de las áreas de manufactura, ingeniería y mantenimiento.

El presente proyecto se abordó desde una fase inicial donde se tiene identificado el punto de mejora, dado que no se ha realizado ningún intento o cambios referentes al desarrollo de SMED o mejora similar dentro de la línea de producción de container 1.

## **6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.**

### **Historia de la empresa**

Marelli Mexicana es una empresa global que desarrolla nuevas tecnologías, sistemas y componentes para la industria automotriz. En 2018, Calsonic Kansei y Magneti Marelli anunciaron que unirían fuerzas para crear el séptimo proveedor de componentes automotrices independiente más grande del mundo en función de los ingresos totales.

Durante sus 80 años de historia, Calsonic Kansei construyó una reputación líder en calidad y excelencia en la fabricación (Monozukuri). Desde su base en Japón, Calsonic Kansei amplió sus operaciones en Asia y Europa para convertirse en un actor líder en el campo de la experiencia interior (módulos de cabina/interiores), sistemas de control climático, intercambio de calor y compresores.

Fundada en la década de 1900, Magneti Marelli se hizo conocida como pionera en la industria del motor por su contribución a la movilidad inteligente y sostenible. Durante sus 100 años de historia, atendió a clientes desde su base en Italia, aumentando sus operaciones en Europa, América del Norte y del Sur, India y China para convertirse en un actor líder en el campo de la iluminación, la electrónica, el tren motriz y los deportes de motor.

En 2019, se formó oficialmente Marelli. La unión de estos dos gigantes industriales fue reconocida por reunir una experiencia industrial sobresaliente y un patrimonio único. Las dos compañías no solo eran altamente complementarias en términos de sus líneas de productos combinadas, sino también en términos de presencia geográfica. La formación de Marelli presentó una unión de calidad e innovación.

Magneti Marelli es una compañía con ubicación global, teniendo presencia en Europa, Asia y América. Marelli Mexicana cuenta con plantas en distintas regiones del país mexicano. El presente proyecto se realizará en una de las dos plantas localizadas en el estado de Aguascalientes, ubicada en el Parque industrial San Francisco, Av. San Francisco De Los Romo - Aguascalientes 401, 2da. sección, 20300 Centro, Ags.

Marelli Mexicana planta San Francisco cuenta con tres unidades de negocio que son: Aceros, que tiene como producto principal los escapes para vehículos (XBU); Aluminios, que tiene como producto principal los condensadores para vehículos (HBU); Plásticos, que tiene como producto principal el aire acondicionado para vehículos (CBU).

La unidad de negocio en donde se llevará a cabo el proyecto es XBU, teniendo como productos los escapes para vehículos, estos se conforman principalmente de manifold, frontal, central y main muffler, siendo el ensamble de estas partes el sistema de escape completo de los vehículos en los que se ensambla. La fabricación de estos escapes es principalmente para Nissan, compañía de automóviles reconocida a nivel mundial.



*Ilustración 1 Sistema de escape.*

Marelli Mexicana planta San Francisco cuenta con distintos departamentos de los cuales los principales son recursos humanos, ventas, compras, manufactura, ingeniería, calidad, mantenimiento y gestión de proyectos.

La función del sistema de escape proporciona una correcta evacuación de los gases de escape que asegura un correcto llenado de la cámara de combustión, Tras la explosión de la mezcla y cuando aún existe presión dentro de la cámara de combustión, se abre la válvula de escape para evacuar los gases y dejar la cámara completamente vacía para su posterior llenado.

El sistema de escape funciona por diferencias de presiones. La presión que existe en el interior de los cilindros se opone a la existente en el exterior.

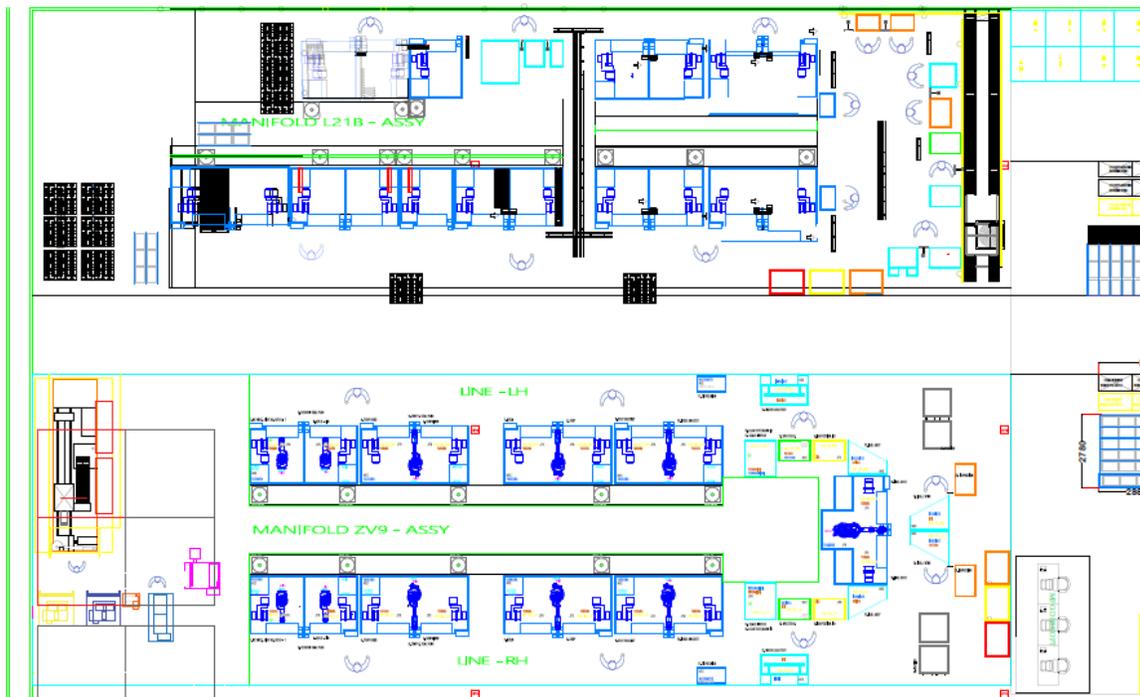
El sistema de escape va ensamblado en la parte inferior del vehículo Un sistema de escape se compone de Múltiple de escape catalizador y silenciador intermedio y trasero En Calsonic Marelli el sistema de escape que se fabrica se compone de 4 componentes principales;

- a) Manifold (múltiple de escape).
- b) Tubo Frontal,
- c) Tubo Central,
- d) Main Muffler.

El Manifold van acoplados directamente al bloque del motor y son los primeros en recibir los gases de escape provenientes del motor. Este proceso, aparentemente sencillo, es de vital importancia para el correcto rendimiento del motor.

## LayOut de la línea.

Ilustración 2 Layout de la línea ZV9 L21B.



### Misión:

Trabajamos mano a mano con nuestros clientes para crear un mundo más seguro, más verde y mejor conectado.

### Visión:

Existimos para innovar y transformar el futuro de la movilidad.

### Valores:

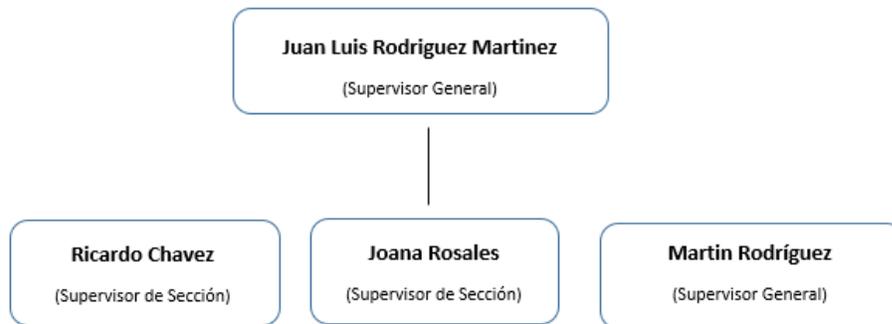
- **Innovación:** Durante más de un siglo, hemos dado forma a la movilidad con la brillantez técnica de nuestra gente. Nuestra mentalidad innovadora es clave para mantenernos un paso adelante mientras nos esforzamos por habilitar el futuro.
- **Diversidad:** Nuestro objetivo es promover una cultura basada en la diversidad y la inclusión. Nuestro éxito futuro estará impulsado por la apreciación de nuestra diversa herencia, diversidad de mentes, antecedentes, género, etnia, habilidades y discapacidades, así como la diversificación de clientes y geografía.

- **Colaboración:** La colaboración es parte de lo que somos, está en nuestro ADN. Trabajamos juntos, a través de todos los límites, trabajando de manera eficiente para impulsar mejores soluciones.
- **Sustentabilidad:** Tenemos el deber de buscar el crecimiento de manera responsable y comportarnos de una manera que considere y promueva nuestras responsabilidades sociales, ambientales y éticas.

## Organigrama

Organización interna de las líneas de producción manifold 5 y 6 en la industria marelli mexicana.

*Ilustración 3 Organigrama L21B Y ZV9.*



## Área de Trabajo:

Área de Manufactura, dicha área es la encargada de gestionar toda la línea de producción desde las materias primas hasta su transformación en bienes finales.

De manera global se encuentra en comunicación con diferentes plantas de Marelli que de la misma forma se encuentran trabajando en los cambios, así como con cliente.

### **Actividad que desempeñe:**

En la empresa Marelli Mexicana, desempeñe el puesto de becario de manufactura en las áreas de manifold 5 y 6 brinde el soporte y herramientas para cumplir con los objetivos del área.

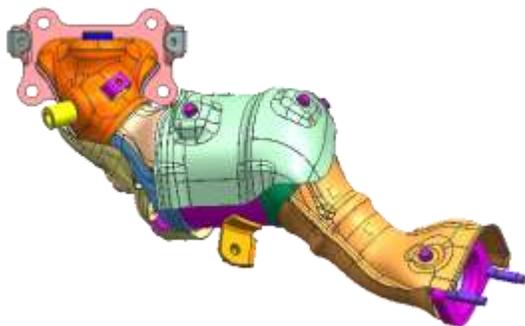
Como becario apoye con actualización de documentos, requisiciones de materiales a recibo, inventarios de almacén, liberación de las piezas y dar soporte a cualquier problema que se encuentre en las líneas por mencionar algunas.

### **7. Problemas a resolver, priorizándolos.**

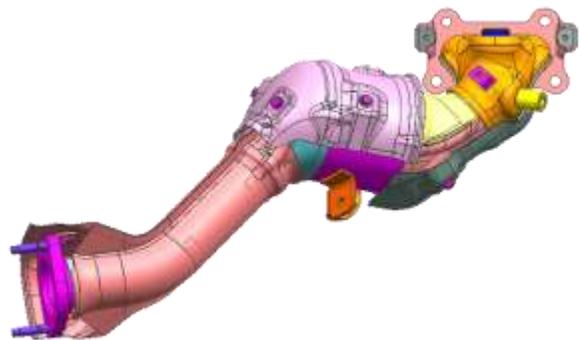
#### **Área de Trabajo:**

Área de Manufactura Manifold 5 y 6, encargada de gestionar todas las líneas de producción desde las materias primas hasta su transformación en bienes finales, dicha área cuenta con 2 líneas, se clasifican en 5 secciones, Dobladora, L21, Container 1, RH y LH, cada una de ellas cuenta con un trabajo específico, y primordial para así poder abastecer y llevar a cabo los ensambles de piezas que a continuación se presentan. El área de container 1 lleva a cabo el proceso de fabricación del catalizador, una de las partes más importantes del sistema, ya que cuenta con dicho componente el cual se encarga de controlar las emisiones del tubo de escape, reduciendo su toxicidad y afectando menos al medio ambiente.

*Ilustración 4 Pieza ZV9 lado LH.*



*Ilustración 5 Pieza ZV9 lado RH.*



## **7. Problemas a resolver, priorizándolos.**

El siguiente punto a tratar es en términos concretos las características que se observan actualmente para lograr el objetivo del proyecto.

### **1. Reducir el tiempo de cambio de modelo en un 30%**

Es el principal problema por lo que, si se gestiona el tiempo de forma adecuada, afrontaremos consecuencias negativas como fechas límite incumplidas, un flujo de trabajo ineficiente, resultados deficientes, de lo contrario mejora nuestra capacidad y mayor eficiencia.

### **2. Eliminar scrap**

El scrap es de suma importancia porque posee un valor económico que genera gastos innecesarios y mala inversión del presupuesto de la empresa.

### **3. Reducir la sobreproducción en línea en un 30%**

La sobreproducción reduce el tiempo de rotación de su stock. El espacio que usa es más importante que el que realmente necesita, esto tiende a consecuencias graves como cuello de botellas y una alta pérdida económica.

### **4. Reducir la cantidad del costo de inventario de los productos que se almacenan en la planta en un 30%.**

Es significativo pues la inversión se queda en almacén sin generar flujo de efectivo ni rendimientos, además de esto incrementa los costos de logística, pues el mantenerlo en almacén genera un gasto en espacio.

### **5. Incremento de eficacia de mi proceso.**

Al incrementar la eficacia cualquier cosa que pueda hacer más rápido, más eficiente brindara una gran ventaja. El aumento de la productividad conduce a una mayor competitividad. Si puede producir sus productos a un costo menor, puede cobrar menos.

## **8. Justificación**

La empresa Marelli ha venido experimentando un crecimiento en los últimos años tanto en su capacidad productiva como en la demanda de sus productos en el mercado, es necesario que los procesos se vuelvan cada vez más eficientes para lograr ajustarse y cumplir las exigencias del cliente actual, órdenes de producción más pequeñas en plazos de entrega más cortos y con mayor calidad. En un escenario con estas características la implementación de SMED (Single Minute Exchange of Die) como herramienta de modelo de gestión enfocado a la reducción de los tiempos de cambio de productos manufacturados es de una alta utilidad para aumentar la eficiencia de los procesos productivos.

El objetivo del single minute exchange of die (SMED) es la reducción de las acciones que no se deben realizar en una empresa, las cuales no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar, generando sobrecostos y disminuyendo las utilidades. Por lo tanto, lo que se busca es determinar qué tipo de actividades se observan y que es lo que afecta a el área donde se desarrollará el proyecto para poder cumplir con el objetivo de 10 minutos en el cambio de modelo.

El estado actual del cambio de modelo dentro de la línea de container 1 existe una hoja de operación estándar (HOE), teniendo en cuenta que, el personal de operación no cumple con ella y esto ocasiona que no se cumpla el tiempo programado, todo esto es por consecuencia de alta rotación de personal y mal adiestramiento a los operadores, esto es debido a la falta de herramientas necesarias para llevar una buena capacitación, por lo que generan los cambios de modelo fuera del tiempo designado, por esta razón no se encuentra completamente estandarizado, los operadores conocen las actividades y pasos que hay que hacer para realizar el cambio, estas no llevan un orden ni asignación. Para esto se realizó un primer acercamiento a la línea de container 1 para conocer que herramientas o equipo se ven afectados con el cambio.

Esto genera un desperdicio en inventarios inicial por el acumulado de materia prima desde un comienzo hasta un final y la pérdida de aproximadamente un 3% de scrap. Los cambios de modelo en la línea de container 1 en promedio de los últimos 3 meses es de 27.71 minutos, por lo cual no se encuentran completamente estandarizados, por lo que el procedimiento resulta en un tiempo extenso y variable en los dos diferentes turnos y tres grupos de operarios.

## **9. Objetivos (General y Específicos)**

### **Objetivo General:**

- Incrementar la productividad en la línea container 1 en la empresa Marelli mexicana, S.A de C.V.

### **Objetivos Específicos:**

- Reducir el tiempo de cambio en un 30% de modelo en la línea de container 1 en la empresa Marelli mexicana, S.A de C.V
- Eliminar el 3% de scrap
- Reducir la sobreproducción en línea en un 30%
- Reducir la cantidad del costo de inventario de los productos que se almacenan en la planta en un 30%.
- Incremento de eficacia del proceso.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

### **10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).**

#### **10.1 Fundamento Teórico**

Se mencionan las terminologías a las que hace referencia la investigación, así como investigaciones y análisis realizados previamente por conocedores de la herramienta SMED, a su vez el conocimiento adquirido a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial.

#### **10.2 Instrucción de Trabajo**

Documento en el que se describe paso o paso cada una de las actividades que se deberán de realizar en algún proceso, esto debe ser de manera clara y mediante el uso de un lenguaje entendible para el trabajador, de esta manera se evitarán confusiones en la manera de desempeñar funciones establecidas en ella.

La instrucción de trabajo debe contener cada uno de los lineamientos de seguridad, así como el equipo de protección que se deberá usar al momento de su ejecución, así se evitará daños a la salud del trabajador.

Por otra parte, se establecen responsabilidades y se definen respuestas claras a eventos contingentes del proceso.

#### **10.3 Sistema de Escape**

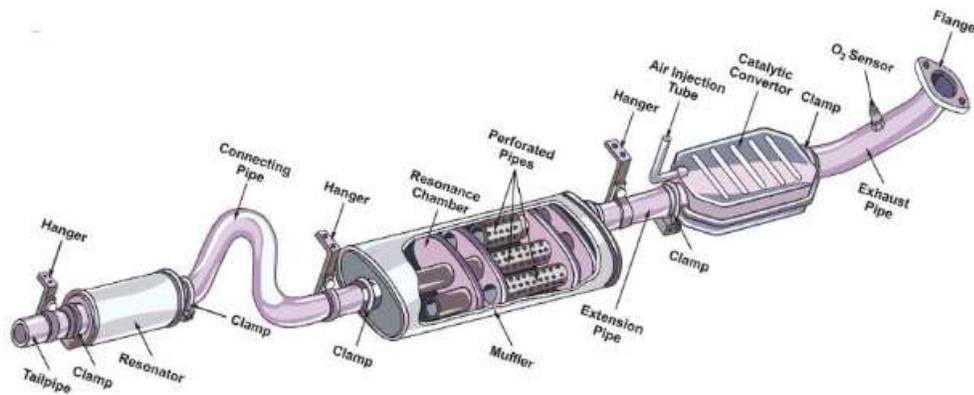
El sistema de escape de un automóvil es un conjunto de elementos y conductos que facilitan la expulsión al exterior de los gases que se han generado en el proceso de combustión. (Hello Insurance Group, 2018)

La finalidad del sistema de escape de un coche es la de mejorar el rendimiento del motor y la sonoridad. Se trata de un conjunto de elementos esenciales en el correcto funcionamiento de un motor.

- **Las válvulas de escape:** son los elementos encargados de permitir la salida desde los cilindros de los gases producidos durante la combustión.
- **Los múltiples o colectores de escape:** responsables de recoger los gases al salir de las válvulas de escape.

- **El sensor de oxígeno o sonda lambda:** este sensor mide la cantidad de oxígeno que se encuentra en el interior de los conductos para determinar la eficiencia del catalizador.
- **El convertidor catalítico o catalizador:** se emplea para controlar y reducir la cantidad de gases tóxicos expulsados al exterior mediante reacciones químicas.
- **El silenciador:** es el elemento que se encarga de mejorar la sonoridad del vehículo, reduciendo el ruido generado.
- **El resonador:** se trata de otros elementos para mejorar la sonoridad, pero que en este caso emiten ondas de sonido para anular los ruidos molestos.
- **El tubo de cola o salida de escape:** cumple una función estética y es por donde los gases producidos durante la combustión acaban saliendo al exterior.
- El conjunto de tubos y conductos que unen todas las partes del sistema de escape.

*Ilustración 6 Componentes Sistema de escape y su ensamble de todas sus partes.*



## 10.4 Vehículo

Se trata de una máquina que permite desplazar algo o alguien de un sitio a otro y por cualquier medio. Esto quiere decir que, por ejemplo, un vehículo es tanto un tren (transporte de personas por tierra) como una carretilla (transporte de objetos por tierra) como un submarino (transporte de personas por agua). (S.p.A, s.f.)

### **10.5 Ensamble**

Unión dos o más partes entre sí para formar un conjunto o subconjunto completo. La unión de las partes se puede lograr con soldadura de arco o de gas, soldadura blanda o dura o con el uso de sujetadores mecánicos o de adhesivos. (Salazar, s.f.)

### **10.6 Manufactura**

La manufactura es un proceso de fabricación donde se convierte la materia prima en un producto final mediante el uso de herramientas, el esfuerzo humano, maquinaria, etc. Dejando el producto listo para su distribución y consumo. Estos procesos pueden ser manuales, simples, elaborados o pueden implicar la intervención de máquinas y nuevos avances tecnológicos. El término manufactura viene del latín “manus” que significa mano y “factos” que significa hechura.

Al observar las cosas que tenemos a nuestro alrededor podemos ver infinidad de productos terminados, nuestra computadora, nuestra silla, nuestro escritorio, lo que llevamos puesto etc. Pero pocas veces nos ponemos a pensar en todos los procesos por los que tuvieron que pasar para llegar a nuestras manos, esto es posible gracias a la manufactura.

La manufactura le brinda valor a la materia prima a través de su transformación en un producto, a esto le llamamos valor agregado. Podemos crear desde productos sencillos como llaves, hasta productos más complejos o artísticos donde dependiendo de la creatividad, ingenio, calidad y complejidad del proceso el producto aumenta su valor. (Evidence, 2018)

### **10.7 Modelo**

Las acepciones del concepto de modelo son diversas. Puede considerarse al modelo, en términos generales, como representación de la realidad, explicación de un fenómeno, ideal digno de imitarse, paradigma, canon, patrón o guía de acción; idealización de la realidad; arquetipo, prototipo, uno entre una serie de objetos similares,

un conjunto de elementos esenciales o los supuestos teóricos de un sistema social (Caracheo, 2002).

## **10.8 Catalizador**

Un catalizador es una sustancia, simple o compuesta, que aumenta o reduce la velocidad de una reacción química, este proceso se llama catálisis.

La palabra catalizador también se emplea para referirse a las personas que logran aglomerar diferentes movimientos para llevar a cabo una reacción colectiva de gran magnitud. (Alto, 2004)

En el área de la química se estudian los catalizadores, sustancias que pueden ser de tipo líquida, gaseosa o sólida, de compuestos orgánicos, inorgánicos o de combinaciones complejas.

El catalizador tiene como principal característica que al participar en una reacción química su masa no sufre alteraciones, por tanto, no se considera como reactivo o producto según la estequiometría de la reacción.

Los catalizadores son ampliamente utilizados en diversos procesos industriales como, por ejemplo, en la industria petrolera. Entre los más empleados se pueden mencionar las sustancias sólidas como el boro, aluminio, níquel, paladio, silicio, platino. También se encuentran los sulfuros y los cloruros, entre otros.

Los catalizadores se diferencian en catalizadores positivos y catalizadores negativos:

### **10.9 Catalizador positivo:**

Es el más común y empleado. Se encarga de incrementar la velocidad de una reacción química.

#### **10.1.1 Catalizador negativo:**

También conocido como catalizador inhibidor, reduce la velocidad de una reacción. Es menos común, sin embargo, en la industria de los alimentos se suele utilizar con el objetivo de impedir el rápido deterioro de los alimentos.

*Ilustración 7 Ejemplo de Catalizador.*



### **10.1.2 Actividades**

Las actividades son todas aquellas tareas o labores que cada individuo ejerce diariamente, están las actividades laborales, las actividades escolares, las actividades recreativas, las actividades físicas, etc.

### **10.1.3 Diagrama de Pareto**

El diagrama de Pareto es una gráfica que organiza valores, los cuales están separados por barras y organizados de mayor a menor, de izquierda a derecha respectivamente. Esta gráfica permite asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones de una organización y determinar cuáles son los problemas más graves que se deben resolver primero.

Su finalidad, es hacer visibles los problemas reales que están afectando el alcanzar los objetivos de la empresa y reducir las pérdidas que esta posee.

Además, permite evaluar previamente, cuáles son las necesidades del público objetivo y cómo satisfacerlas con nuestro producto o servicio, logrando también, el objetivo de la mercadotecnia. (Souza, 2019) (RR, 2011)

## Ventajas:

- La empresa mejore continuamente.
- El análisis y priorización de problemas.
- Optimizar el esfuerzo y tiempo al centrarse en aspectos cuya mejora tendrá un impacto directo.
- Proporcionar una visión sencilla y completa de los problemas.
- Hacer que la gráfica sea fácil de comprender.
- Estimular al equipo de trabajo en la búsqueda de la mejora continua.
- Verificar cuál es la mejor herramienta de automatización se puede usar o comprar para nuestra estrategia de marketing.

### 10.1.4 Diagrama Causa y Efecto

Un diagrama de causa y efecto es una herramienta visual que se utiliza para organizar lógicamente las posibles causas de un problema o efecto específico al mostrarlas gráficamente con mayor detalle, lo que sugiere relaciones causales entre teorías.

1. Un diagrama de causa-efecto no puede identificar una causa raíz; presenta gráficamente las muchas causas que pueden contribuir al efecto observado.
2. Es una representación visual de los factores que podrían contribuir a un efecto observado que se está examinando.
3. Las interrelaciones entre los posibles factores causales se muestran claramente. Un factor causal puede aparecer en varios lugares del diagrama.
4. Las interrelaciones son generalmente cualitativas e hipotéticas.
5. Enfoca la atención de todos los miembros del equipo en el problema específico en cuestión de una manera estructurada y sistemática.

Ilustración 8 Ejemplo diagrama Causa y efecto.

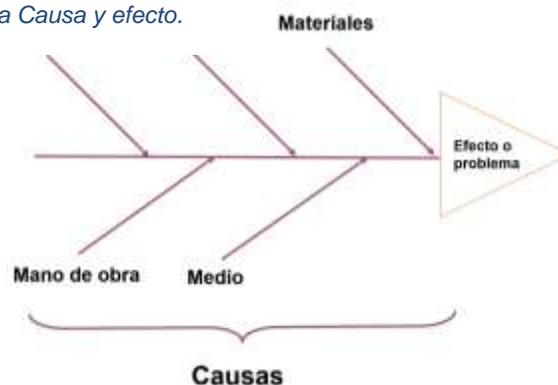
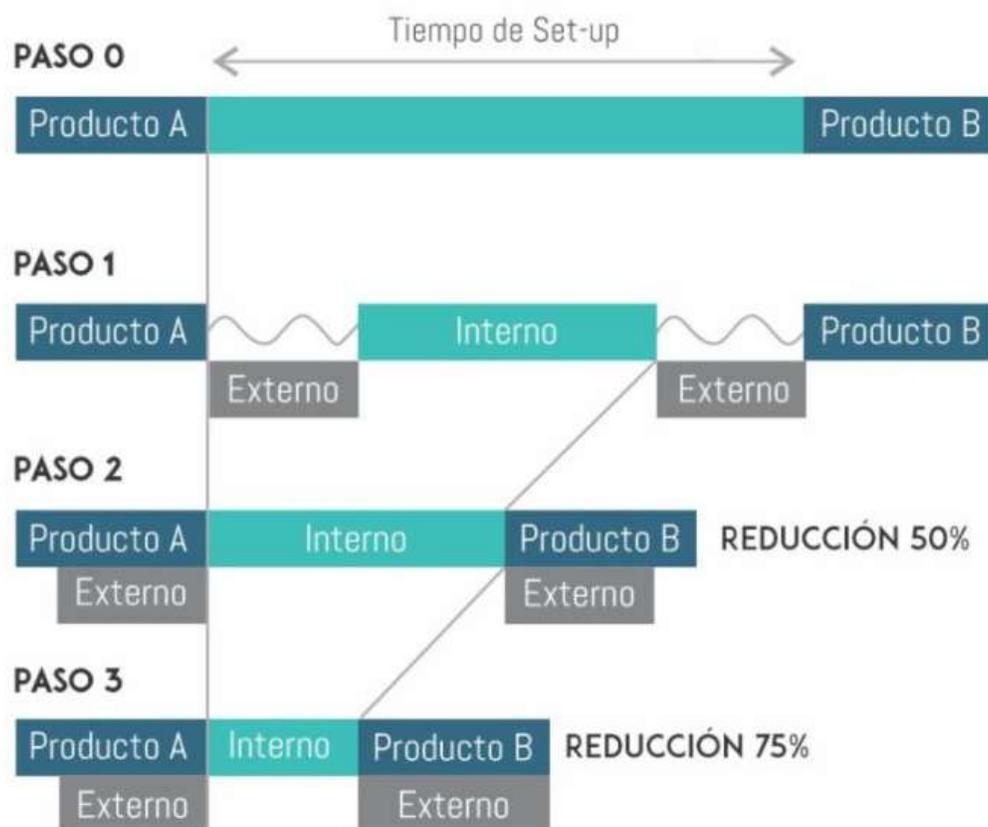




Ilustración 10 Pasos para un SMED.



### 10.1.7 La aplicación del método SMED consiste en el desarrollo de cuatro fases

#### Fase 1.

Separar las operaciones internas de las externas: Esta primera fase implica diferenciar entre la preparación con la máquina parada (preparación interna) y la preparación con la máquina en funcionamiento (preparación externa). En el primer caso se hace referencia a aquellas operaciones que necesitan inevitablemente que la máquina esté parada. En el segundo caso se hace referencia a las operaciones que se pueden realizar con la máquina en marcha. El primer paso consiste en diferenciar este tipo de operaciones, es decir, cuando la máquina está parada no se debe realizar ninguna operación de la preparación externa. En las operaciones con la máquina parada se deben realizar exclusivamente la retirada y la colocación de los elementos particulares de cada producto (moldes, matrices, ajustes etc.). Una actividad de apoyo que puede soportar esta fase es la realización de un vídeo, el cual nos ayudará a separar estas operaciones y ver el

tiempo real de cambio, así como también las mejoras de tiempo. Por ejemplo, la preparación o alistamiento del equipo A contempla la realización de las actividades 1, 2, y 3; sin embargo, luego de la fase de separación se identificó que la actividad 3 corresponde a una limpieza externa, la cual puede efectuarse con el equipo en funcionamiento. (López, 2022)

### **Fase 2.**

Convertir operaciones internas en externas: Es claro que esta actividad debe efectuarse siempre y cuando sea posible. Sin embargo, la conversión de actividades internas en externas no se limita de ninguna manera a efectuar actividades de preparación sobre la máquina este en operación, puesto que existen un sinnúmero de actividades que constituyen una conversión de actividades internas en externas sin compromisos de seguridad, esto constituye la conversión de una actividad interna en una externa.

### **Fase 3.**

Organizar las operaciones externas: Esta fase se basa en la disposición de todas las herramientas y materiales (matrices, elementos de fijación, etc.) que soportan las operaciones externas. Estos elementos deben estar dispuestos al lado de la máquina tras haberse realizado toda reparación de los componentes que deben entrar. Es usual que en esta fase se deba realizar algún tipo de inversión en activos de mantenimiento, almacenamiento, alimentación o transporte.

### **Fase 4.**

Reducir el tiempo de las operaciones internas: Esta fase consiste básicamente en reducir al mínimo los procesos de ajuste. Se considera que este tipo de procesos constituye entre el 50% y el 70% de las operaciones de preparación interna. Uno de los mejores métodos de reducción corresponde a la estandarización de las características de los sistemas de sujeción de los elementos móviles de las máquinas. Otro aspecto clave en esta fase pasa por los tiempos de parametrización y ajuste para lograr la calidad del producto, en este caso, debemos centrarnos en fijar un estándar de las operaciones del proceso de cambio de utillajes que se relacionen directamente con los parámetros de calidad. En este caso se recurre frecuentemente a mejoras de ingeniería para obtener tales resultados. (López, 2022)

### 10.1.8 Ejemplo SMED

Gallina Blanca Purina (hoy en día Affinity Petfoods) estableció la metodología sistemática SMED en la planta de los Monjos para el cambio de las matrices de las granuladoras para producir piensos y de las extrusoras para producir Petfoods. El tiempo de cambio de las matrices de las granuladoras pasó de 58 a 23,5 minutos, es decir, se redujo a la mitad. De esta manera, se pudieron producir más del doble de productos diferentes en el mismo tiempo y se dobló, por tanto, la flexibilidad de la instalación. (López, Ingeniería Industrial, 2022)

Tabla 1 Ejemplo de tiempos.

Operaciones	Tiempo inicial (min.)	Tiempo actual (min.)	Tiempo futuro (min.)
Parar el sistema	8,1	3,7	3,7
Limpiar el sistema	8	3,1	3
Desmontar los tornillos de atrás	11,7	6,7	6
Desmontar los tornillos de adelante	7,8	4,3	0,3
Descargar / cargar matriz	7,7	3,8	2,5
Desmontar / montar los conos	4,8	2,7	2,7
Desmontar /montar el deflector	3,4	1,8	1,8
Utilizar el grupo hidráulico	5,3	2,9	2,9
Compuerta y arranque de la máquina	1,2	0,6	0,6
Tiempo total	58	29,6	23,5

Tabla 3 Ejemplo de Mejoras.

Mejoras implementadas	Coste (\$)
1. Colocar las herramientas y matrices cerca de la máquina	€ 100,00
2. Limpieza con aire comprimido	€ 300,00
3. Utilizar aerosoles de lubricación	
4. Utilizar sólo cuatro tornillos de fijación rápida	
5. Utilizar destornilladores neumáticos	€ 800,00
6. Grúa para la carga / descarga de la matriz	€ 2.000,00
7. Bomba hidráulica de fijación a la matriz	€ 800,00
8. Junta hidráulica de rodillos	€ 20.000,00
Costo total	€ 24.000,00

### **10.1.9 casos SMED**

1.

La compañía Papeles Nacionales S.A., la cual produce y distribuye productos de papeles suaves y otros productos de aseo personal para el mercado nacional e internacional. En su portafolio de productos se puede encontrar papel higiénico, servilletas, toallas de cocina, pañuelos faciales, línea institucional, pañales y pañitos húmedos.

Con la aplicación de la metodología Smed y el método de división del trabajo para el cambio de bobina de semielaborado en una máquina rebobinadora de papel higiénico en la empresa Papeles Nacionales S.A se pudo reducir el tiempo de esta operación en un 32% (183 segundos con SMED versus 270 segundos sin SMED). (CASTRO, 2014)

2.

Empresa farmacéutica en Barranquilla, la operación de alistamiento para cambio de producto tiene tiempos estándar actual de 240 minutos, se pretende reducir este tiempo para aumentar la disponibilidad de la máquina y poder programarle una producción más alta.

Se estandarizó el proceso de alistamiento, esto se logró con la aplicación de un plan de acción donde se implementan las mejoras resultantes del estudio realizado, se propuso un nuevo proceso de alistamiento con las mejoras realizadas y evidenciando la disminución de los tiempos, se establece un nuevo diagrama de procesos y con la aplicación de esta herramienta se verificó que los tiempos de alistamiento en realidad disminuyeran y se propone que el tiempo de alistamiento disminuya de 240 minutos (4 horas) a 150 minutos (2.5 horas). (Rodríguez, 2018)

Ilustración 11 Caso 2 Tiempos de Set up.



3.

Implementación de la metodología SMED para la reducción de tiempos de alistamiento y limpieza en las líneas de producción 921-1, 921-2 y 921-3 de una planta farmacéutica en la ciudad de Cali.

Con las acciones definidas en el plan de acción se realizó eficientemente la implementación de la metodología, con lo que se pudo obtener los resultados esperados que se muestran a continuación y crear una disciplina constante en cada uno de los miembros del equipo SMED. (JOJOA, 2013)

Línea 921-1			
Producto anterior	Nimesulida 100 mg	Producto siguiente	Atorvastatina 20 mg
Antes de SMED		Con SMED	
Cantidad de cambios	Tiempo de cambio (horas)	Cantidad de cambios	Tiempo de cambio (horas)
1	6,35	1	4,25
2	6,45	2	3,45
3	6,1	3	3,15
4	6,22	4	3,25

<b>Línea 921-2</b>			
<b>Producto aterior</b>	Nimesulida 100 mg	<b>Producto siguiente</b>	Atorvastatina 20 mg
<b>Antes de SMED</b>		<b>Con SMED</b>	
<b>Cantidad de cambios</b>	<b>Tiempo de cambio (horas)</b>	<b>Cantidad de cambios</b>	<b>Tiempo de cambio (horas)</b>
1	4,55	1	2,57
2	4,35	2	2,45
3	4,45	3	2,37
4	4	4	2,11

<b>Línea 921-3</b>			
<b>Producto aterior</b>	Nimesulida 100 mg	<b>Producto siguiente</b>	Atorvastatina 20 mg
<b>Antes de SMED</b>		<b>Con SMED</b>	
<b>Cantidad de cambios</b>	<b>Tiempo de cambio (horas)</b>	<b>Cantidad de cambios</b>	<b>Tiempo de cambio (horas)</b>
1	5	1	3,15
2	4,58	2	2,46
3	4,55	3	2,35
4	4,09	4	2,15

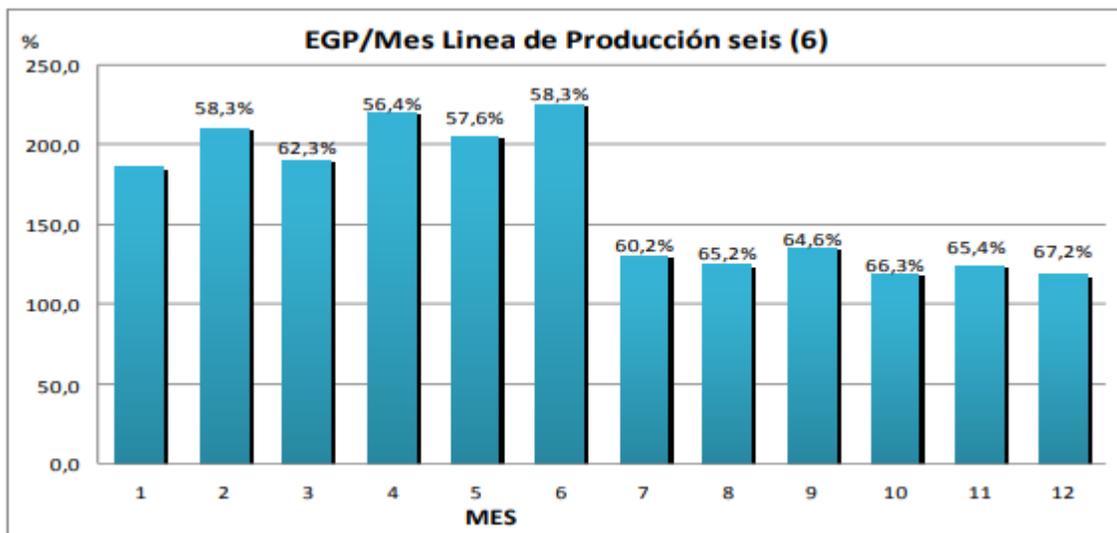
*Ilustración 12 Resultados aplicación SMED.*

4.

La implementación de esta técnica se realizó en la línea seis (6) correspondiente a galletas dulces. Después de aplicar todas las etapas del sistema se diseñó un nuevo procedimiento de cambio para hacer la transición de la referencia Brinky 2009 (4 Galletas/paq) a Brinky 3+3 (6 Galletas/Paq), junto con la lista de actividades de pre-listamiento. Estos documentos fueron divulgados a toda la tripulación, además se realizó un programa de capacitación con el propósito de tener este proceso normalizado. Al final se identificó el ahorro logrado en la implementación del proyecto, obteniendo resultados positivos para la compañía.

En este caso con la implementación del sistema SMED el tiempo de cambio de referencia en la línea seis (6) tuvo una reducción del 51.6% pasando de 236 a 122 minutos en total. Para analizar el impacto de estos tiempos logrados con el desarrollo del proyecto se graficó el comportamiento del indicador a través de todo el año 2009 para observar la tendencia, teniendo en cuenta que la aplicación del programa inicio en el mes de septiembre. (PERDOMO, 2010)

*Ilustración 13 Resultados caso 4*



5.

El área industrial del austro del Ecuador, y en particular de Cuenca, cuenta con una alta variación, al aplicar la metodología SMED a través de la simulación un balance de la carga de trabajo y con el aumento de una persona en el proceso de cambio de materiales y set up de máquina, se logra una reducción del 15% al 12% del total del tiempo disponible para producción que se utilizaría en realizar los cambios. En unidades de tiempo se tendría que con la aplicación se tardarían 4860 minutos equivalentes en horas 81 horas. Son 20 horas menos en las que se pueden producir 251 llantas adicionales al mes. En promedio esto sería una reducción del 19,81% del tiempo empleado para realizar cambios de materiales y set up de máquina tanto en la SAV 1 como en la SAV 2. (ANDRÉS, 2011)

6.

Aplicación de Single Minute Exchange Die (SMED) en General Motors fue un éxito, ya que el objetivo principal de este proyecto se ha logrado, ya que se aumentó la productividad de la línea cuando se hace cambio de modelo puesto que anteriormente tuvimos un 45% de productividad y se logró subirlo a 61% lo que significa cerca de 720 piezas más.

Se logró reducir un 53% el tiempo total de cambio de modelo, esto significa que perdieron 8.8 horas de cambio igual a 1320 piezas que tuvieron que tener en inventario cuando se hiciera el cambio de modelo. Con este proyecto llegaron a la meta de 4.1 horas siendo igual a 600 piezas mismas que se analizó como se deben compensar para minimizar está perdida; se pudo hacer la carta de restricciones que es de mucha ayuda para comprender que como en toda empresa hay factores no permiten cumplir con la demanda. (Angulo, 2008).

7.

Empresa de artes gráficas Cuatro Etiquetas (Andújar, Jaén). En concreto, se implantará sobre una máquina de acabado de etiquetas que se encuentra en la planta de producción de la empresa, por lo que existen tiempos demasiados elevados, por lo que se aplicó la herramienta SMED y estos fueron los resultados.

Aplicar las mejoras, el tiempo promedio estimado de realización del acabado de un pedido de 30000 etiquetas sería de 6014 segundos (100 min). De esta forma, se obtendría un ahorro de tiempo de 5 min en la realización de un pedido de 30000 etiquetas (en la situación actual se tarda 105 min). Aplicado la mejora de tiempo sobre las 16 horas diarias (960 min) que trabaja la máquina, el ahorro total de tiempo al día sería de 46,2 min (231 min a la semana) y tras facilitarnos la empresa el número de días que la máquina trabaja al año (225 días), podemos afirmar que el ahorro de tiempo en la realización del acabado tras la implantación de las mejoras sería de 10.395 min/año, es decir, de 173,25 h/año (6 días al año aproximadamente).

8.

La empresa farmacéutica en México necesita captar mayor fabricación y acondicionamiento de medicamentos de diferentes tipos, con la misma maquinaria con las que ya cuenta, para poder seguir siendo competitiva ante los países emergentes en Latinoamérica.

Una forma de reducir los inventarios y bajar el costo del producto es mediante la mejora del proceso. Para mejorar el proceso existe una herramienta que ayuda a reducir los tiempos de preparación de la línea y esta herramienta de mejora es la metodología SMED.

*Ilustración 14 Costo por tiempo perdido Abril-Octubre*

MES	TIEMPO PERDIDO	TARIFA MAQUINA MAS PERSONAL X HR	TOTAL PESOS
<b>Abril</b>	143	5595	\$ 800085
<b>Mayo</b>	141	5595	\$ 788895
<b>Junio</b>	100	5595	\$ 559500
<b>Julio</b>	86	5595	\$ 481170
<b>Agosto</b>	70	5595	\$ 391650
<b>Septiembre</b>	60	5595	\$ 335700
<b>Octubre</b>	80	5595	\$ 447600

Se observaron costos que aún tiene la línea de empaque II por hora perdida con una suma de 210 horas perdidas en los últimos 3 meses del año 2013, por 300 horas de operación lo que nos da un 41.1% de tiempo perdido del tiempo total disponible en los últimos 3 meses del año en comparación de los primeros 3 meses del año 2013 con 505 horas de tiempo perdido por 510 horas de operación lo que es un 49.7% de tiempo perdido del total de tiempo disponible, lo que es una reducción del 8.6% del tiempo perdido que pasa al tiempo de producción que representa en promedio 8 horas de tiempo que no se pierden que representa \$ 44760 pesos mensuales y anualmente se ahorra \$ 537120 pesos que no se pierden, y que se ve reflejado en la velocidad de la línea y el número de piezas que obtiene la línea al final del mes.

9.

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.

En relación con la implementación de las actividades del plan de acción de mejora continua se ha 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.

<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>

*Ilustración 15 Caso 9 Antes y después SMED*

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 con base a esos 20 minutos. Sin duda el éxito del SMED fue el seguimiento que se le dio al cumplimiento del tiempo, aún sin haber logrado implementar al 100% todos los puntos del plan. (CAB, 2005).

10.

Este trabajo se realizó con el fin de documentar los trabajos con relación en la empresa automotriz a el diseño de un sistema S.M.E.D, con el fin de optimizar los tiempos en el área de inyección específicamente al realizar los cambios de molde en las maquinas por un cambio no previsto o planeado, dicho sistema ayudara a conseguir tiempos mínimos en los cambios, con un método elaborado y estandarizado para también aumentar la productividad del área disminuyendo perdidas por cambio de herramental, tiempos muertos, eliminando cuellos de botella sin afectar el flujo del proceso y también la calidad del producto.

Con respecto al primer estudio en diciembre del año pasado se pudo reducir el tiempo en tres máquinas de cuatro posibles, estas con el mayor número de cambios a la semana

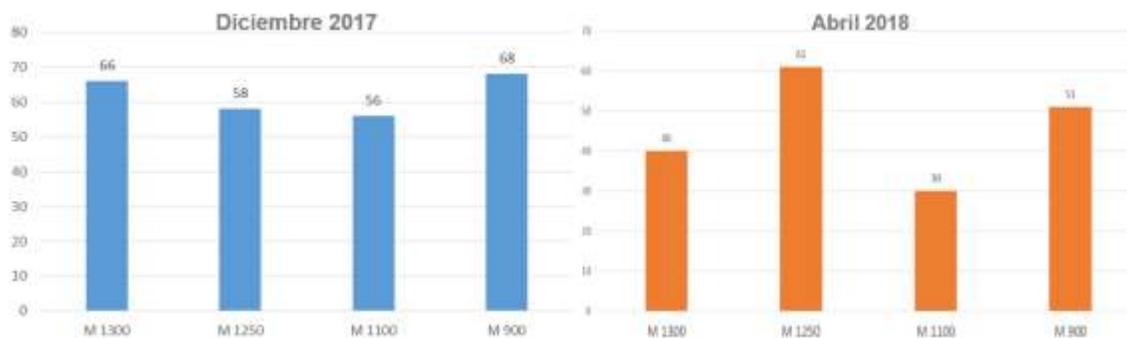


Ilustración 16 Caso 10 tabla comparativa de resultados

En las referencias cruzadas se aprecia una disminución del 77% sobre el tiempo total de las tres máquinas en las que se redujo el tiempo de operación. (Luna, 2018)

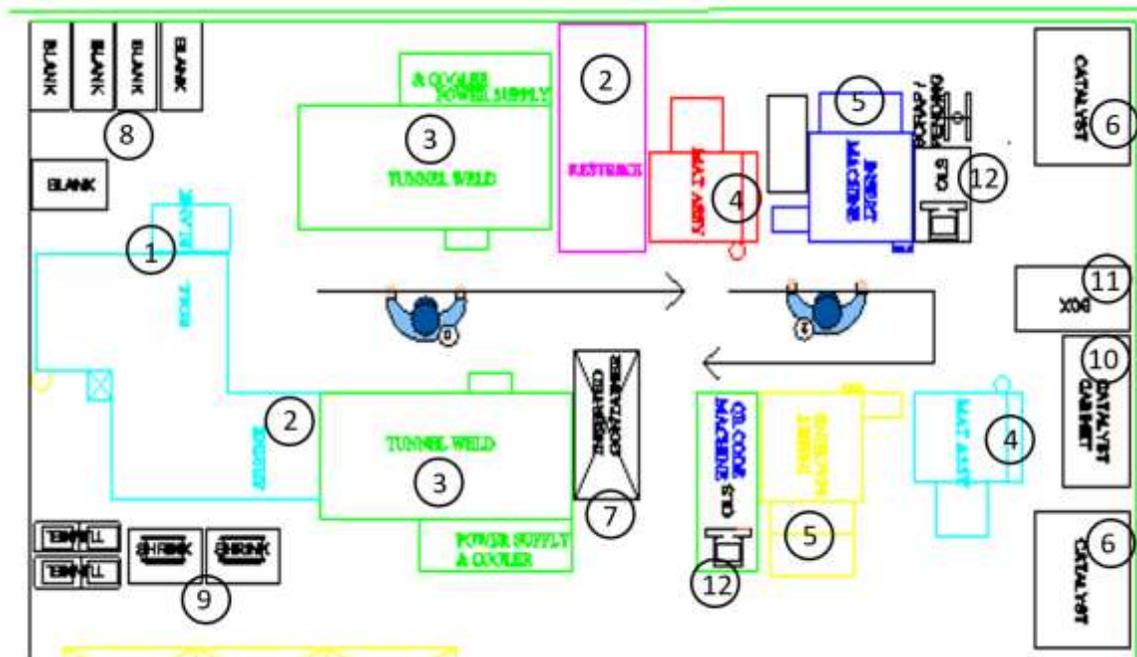
## CAPÍTULO 4: DESARROLLO

### 11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

El estado actual del cambio de modelo de container 1 no se encuentra estandarizado, los operadores conocen las actividades y pasos que hay que hacer para realizar el cambio, asimismo estas no llevan un orden ni asignación. Para esto se realizó un primer acercamiento a la línea de container 1 para conocer que herramientas o equipo se ven afectados con el cambio; se revisó el proceso de container 1 y así conocer las maquinas o equipos dentro de la línea y cuales se ven involucrados en el cambio, como se muestra en la Ilustración 1 el layout de la línea de container 1 que se explicara a continuación en la Tabla 3.

### LayOut Container 1

Ilustración 17 Layout de línea Container 1



Nota. Layout de la línea container 1 con traslado de operarios.

*Tabla 3 Descripción y nombre de todas las máquinas y equipos de línea que se utilizan durante el turno para la realización del catalizador.*

Indicador	Maquina/equipo/área (Cantidad)	Descripción	Implicada en el cambio de modelo
1	Roll (1)	Maquina donde ingresa el blank (lamina de acero) para recibir un formado cilindrico.	No
2	Shrink o Restrike (2)	Maquina encargada de rectificar la lámina a un molde cilindrico con el fin de mantener su forma.	Si
3	Tunnel Weld (2)	Túnel de soldadura plasma que se encarga de unificar la lámina, dejando así un contenedor cilindrico.	Si
4	Mat Assy (2)	Mesa de trabajo donde se realiza de forma manual la adición de Mat suport (Tipo de esponja que es colocada alrededor del monolito) mediante una base específica para cada modelo.	Si
5	Insert Machine (2)	Maquina donde se coloca contenedor y monolito con mat, para que pueda este último ser insertado dentro del contenedor.	No
6	Catalyst (2)	Área asignada para que se coloquen los monolitos del almacén de recibo.	Si
7	Inserted Container Car (1)	Carrito transportador de contenedores finales. Estos al completarse la orden de producción son llevados a las siguientes áreas correspondientes.	Si
8	Blank (1)	Área asignada para la recepción y resguardo de láminas de acero.	Si
9	Tunnel/shrink tooling (1)	Área asignada para el resguardo de los herramientales de las maquinas restrike y túneles de soldadura.	Si
10	Catalys Gabinet (1)	Gabinete asignado para el resguardo de monolitos que quedaron como sobrantes de las ordenes de producción.	No
11	Box (1)	Área asignada para que se coloque cartón y plástico que se usa durante el proceso. Este material es para el reciclaje.	No
12	OLS (2)	Equipo que funciona como contador de partes finales, este lleva un registro simultaneo que trabaja con la orden de producción y al completar dicha orden este equipo imprime una tarjeta de manufactura para el carrito transportador.	No

### **Actividades de cambio de modelo**

Las actividades que se realizan actualmente para el cambio de modelo se muestran en la Tabla 2, estas actividades se tomaron de un cambio de modelo completo en la línea de container 1. Se debe considerar que para la línea de container 1 solo hay dos operadores durante el proceso de fabricación, mismos que se encargan de hacer el cambio de modelo. Así mismo, el cambio de modelo se genera por el cambio de espesor de la lámina, los cuales hay dos tipos de lámina; 1.2 y 1.5 mm de espesor, por lo que hay dos juegos de herramientas para la línea.

*Tabla 4 Descripción y tiempos de actividades para el cambio de modelo en la línea container 1.*

#Act.	Actividad	Operador 1	Operador 2	Tiempo (min)
0	Producción de última pieza.		X	1
1	Seteo inicial de tunnel Weld 1.	X		0.11
2	Seteo inicial de tunnel Weld 2.	X		0.11
3	Liberación de espacio de blanks.	X		0.13
4	Abrir compuerta de tunnel Weld 2.	X		0.16
5	Tomar herramienta para desatornillar.	X		0.03
6	Desatornillar herramental de tunnel Weld 2 (4 tornillos).	X		1.08
7	Seteo inicial de restrike 2.		X	0.06
8	Liberación de espacio de carrito transportador.		X	0.68
9	Levantamiento de tapetes.		X	0.46
10	Abrir compuerta de tunnel Weld 1.	X		0.2
11	Tomar herramienta para desatornillar	X		0.03
12	Desatornillar herramental de tunnel Weld 1 (4 tornillos).	X		0.81
13	Transportar herramental a la línea para su cambio de tunnel Weld 1.		X	1.11
14	Desatornillar tornillos de ajuste de herramental anterior de tunnel weld 1.		X	0.4
15	Colocar herramental sobre carrito de herramental de tunnel Weld 1.	X		0.4
16	Atornillar tornillos de ajuste de herramental nuevo de tunnel Weld 1.		X	0.65

17	Transportar herramental a la línea para su cambio de tunnel Weld 2.	X		0.9
18	Girar carrito de herramental de tunnel Weld 1.		X	0.2
19	Colocar nuevo herramental en tunnel Weld 1.	X		0.23
20	Tomar herramienta para desatornillar.		X	0.03
21	Atornillar herramental nuevo de tunnel Weld 1 (4 tornillos).		X	1.68
22	Transportar herramental anterior de tunnel Weld 1 al área asignada.	X		0.85
23	Colocar herramental sobre carrito de herramental de tunnel Weld 2.	X		0.36
24	Desatornillar tornillos de ajuste de herramental anterior de tunnel weld 2.	X		0.35
25	Atornillar tornillos de ajuste de herramental nuevo de tunnel Weld 2.	X		0.8
26	Cerrar compuerta de tunnel Weld 1.		X	0.06
27	Seteo final de tunnel Weld 1.		X	0.95
28	Girar carrito de herramental de tunnel Weld 2.	X		0.31
29	Colocar nuevo herramental en tunnel Weld 2.	X		0.46
30	Tomar herramienta para desatornillar.	X		0.03
31	Atornillar herramental nuevo de tunnel Weld 2 (4 tornillos).	X		1.23
32	Transportar herramental anterior de tunnel Weld 2 al área asignada.		X	1.65
33	Cerrar compuerta de tunnel Weld 2.	X		0.06
34	Transportar herramental a la línea para su cambio de restrike 2.		X	0.68
35	Seteo final de tunnel Weld 2.	X		0.78
36	Liberar ajustes de herramental de restrike 2.		X	0.15
37	Sacar herramental de restrike 2.	X		0.55
38	Colocar nuevo herramental de restrike 2.	X		0.43
39	Seteo final de restrike 2.	X		0.18
40	Transportar herramental a la línea para su cambio de restrike 1.		X	1.7
41	Transportar herramental anterior de restrike 2 al área asignada.	X		1.03

42	Reacomodar tapetes.		X	0.78
43	Seteo inicial de restrike 1.		X	0.2
44	Liberar ajustes de herramental de restrike 1.	X		0.36
45	Sacar herramental de restrike 1.	X		0.55
46	Colocar nuevo herramental de restike 1.	X		0.66
47	Transportar herramental anterior de restrike 1 al área asignada.		X	2.7
48	Acomodar tapetes.	X		0.35
49	Colocar carrito transportador vacío en la línea.	X		1.48
50	5s en mesas de trabajo de mat. Suport.		X	1.93
51	Colocar nuevos blanks.	X		1.4
52	Seteo final restrike 2.	X		0.11
53	Seteo de insertadora.		X	0.28
54	Preparar mesas de trabajo de mat. Suport.		X	0.26
55	Inicia Producción de primer pieza.	X		3

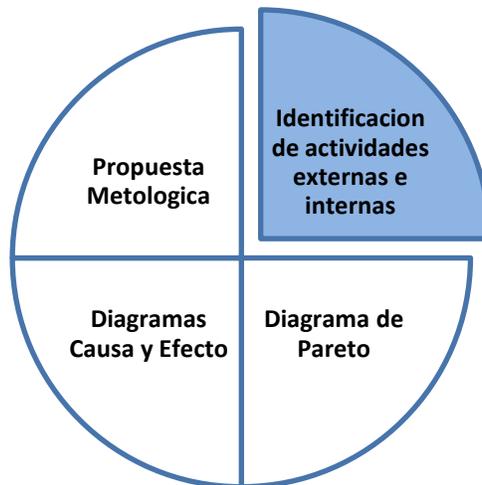
Actividades tomadas en el orden y asignación de operarios que se muestra actualmente de un cambio de modelo en la línea de container 1. Los tiempos mostrados son específicamente de un cambio de modelo del turno matutino del 1 de septiembre de 2022.

El tiempo que se obtuvo de la muestra de cambio de modelo actual fue de 20.2 minutos Donde el objetivo REPRESENTAN UN 74% en la línea de container 1 es de 74% considerado un tiempo promedio de cambio de modelo de 20 minutos. Se considera que hay 2 cambios de modelo por día productivo, por lo que se considera que con el tiempo promedio de los registros este sería de 40 minutos por día productivo.

## PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

Esquema de planteamiento de proyecto del análisis de las actividades que se llevara durante este el desarrollo del proyecto para comprender los puntos de manera sintetizada.

*Esquema 1 Análisis y planteamiento de las actividades que se llevaran en el desarrollo.*



Para el planteamiento del proyecto SMED es necesario identificar las actividades internas y externas del cambio de modelo. Según Cruz y Badii (2004).

Primeramente, será necesario realizar un listado de actividades secuenciales realizadas durante el Set-Up e identificar cuáles son internas (realizadas durante un paro de máquina) y externas (realizadas durante la operación normal de la máquina)

Con esto y tomado en cuenta la Tabla 4. se realizó una tabla donde se muestra a partir de la secuencia indicada las actividades internas y externas del cambio de modelo actual.

Tabla 5 Clasificación y acomodo de las actividades internas y externas de cambio de modelo actual.

Secuencia	Interna/ Externa	Secuencia	Interna/ Externa	Secuencia	Interna/ Externa
1	Externa	19	Interna	37	Interna
2	Externa	20	Interna	38	Interna
3	Externa	21	Interna	39	Interna
4	Externa	22	Interna	40	Interna
5	Externa	23	Interna	41	Interna
6	Externa	24	Interna	42	Interna
7	Interna	25	Interna	43	Interna
8	Interna	26	Interna	44	Interna
9	Interna	27	Interna	45	Interna
10	Interna	28	Interna	46	Interna
11	Interna	29	Interna	47	Interna
12	Interna	30	Interna	48	Interna
13	Interna	31	Interna	49	Interna
14	Interna	32	Interna	50	Interna
15	Interna	33	Interna	51	Interna
16	Interna	34	Interna	52	Interna
17	Interna	35	Interna	53	Interna
18	Interna	36	Interna	54	Interna

Ahora bien, con la identificación de las actividades de la Tabla 5, se tomará en cuenta junto con el anexo 1 para generar un diagrama de tiempo donde en este se asignen las actividades y tiempos actuales a los operarios de modo que la secuencia sea modificada para mejorar el tiempo de manera teórica. Dicho anteriormente, se muestra en el anexo 2, donde como resultado teórico se tiene que el tiempo de cambio de modelo es de 19.5 minutos, lo que generó la asignación y cambio de secuencia en las actividades una reducción de 42 segundos.

Para conocer que actividades son significativas en el tiempo de cambio de modelo se realizó un diagrama de Pareto (Ilustración 16) donde se consideró el tiempo de las actividades de la condición actual que se muestra en la Tabla 4, así como su secuencia respectiva.

## Diagrama Pareto

Diagrama de Pareto elaborado con la muestra de un cambio de modelo, muestra los tiempos de actividades de cambio de modelo ordenados de mayor a menor, esto depende de su impacto del proceso de container 1.

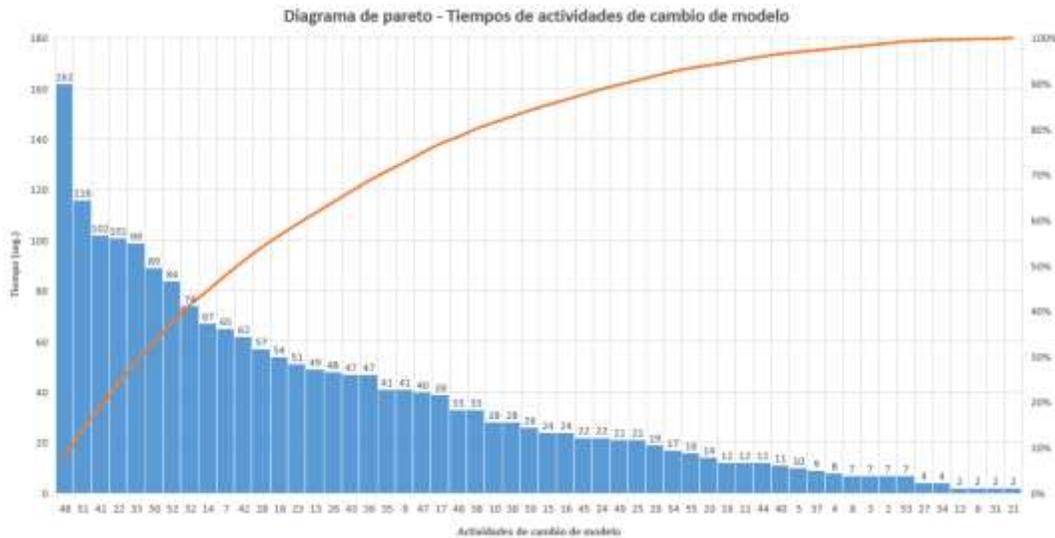


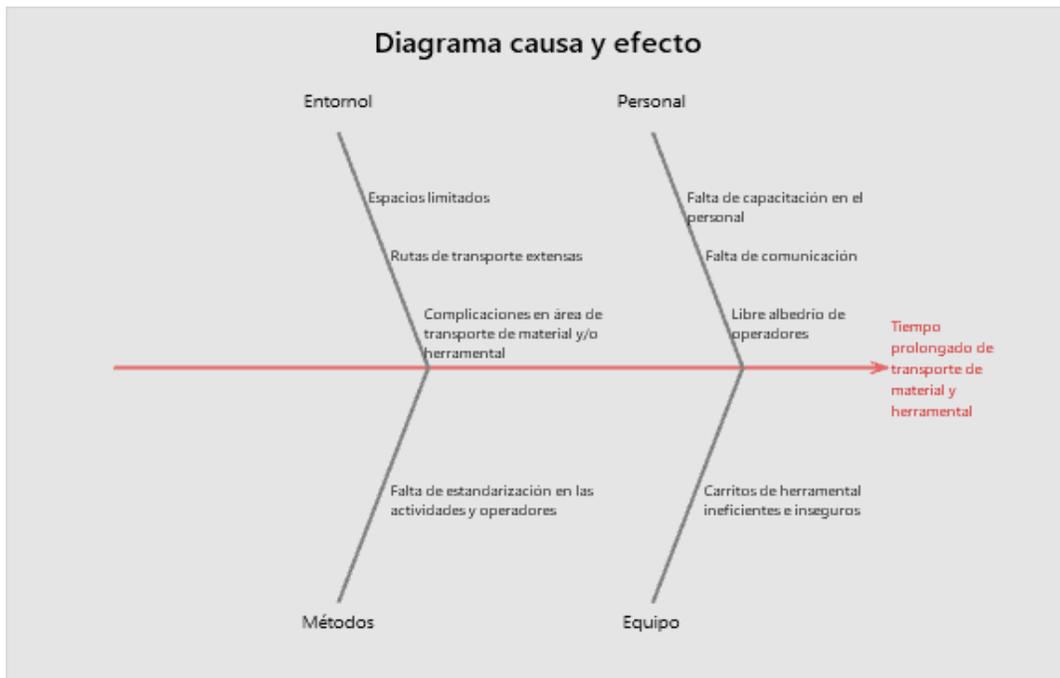
Ilustración 18 Tiempos de actividades de cambio de modelo

Con la consideración de las actividades significativas en el tiempo que son generalmente transporte de material, herramental y la acción de atornillar/desatornillar herramientas, es importante conocer mediante un diagrama de causa y efecto las implicaciones que pueden ser afectadas para mejorar los tiempos de dichas actividades (Ilustración 17 e Ilustración 18).

## Diagrama Causa y efecto 1

Diagrama de causa y efecto del tiempo prolongado de transporte de material y herramental, realizado con la muestra de cambio de modelo de la condición actual de la línea

*Ilustración 17 Tiempo prolongado de transporte de material y herramental.*



Como se observa en la Ilustración 17 y 18, se detectaron 4 ramas de causas que generan que el tiempo sea prolongado durante un cambio de modelo al momento de transportar material y herramental en la línea de container 1.

➤ Entorno

- Los espacios limitados que tiene la línea de container 1 para maniobrar los carros de herramental y material hacen que se tenga mayor precaución en su manipulación.
- Las rutas de traslado extensas son generadas a causa de un layout ajustado en donde en caso de no liberar adecuadamente los espacios esto genera mayor tiempo de traslado.
- Las complicaciones en el área de traslado de material y herramientas se vuelven complicado cuando no se liberan los tapetes en tiempo de forma adecuada, haciendo que el mismo operador genere mayor esfuerzo y tiempo en la actividad.

➤ Personal

- La falta de capacitación y comunicación entre los operadores hace que las actividades de cambio de modelo sean imprecisas y sin un control.
- El libre albedrio de los operadores hace que no sigan una secuencia ni asignación en las actividades, generando tiempos de ocio entre actividades.

➤ Método

- La falta de estandarización en las actividades hace que cada operador realice la misma actividad de diferentes maneras.

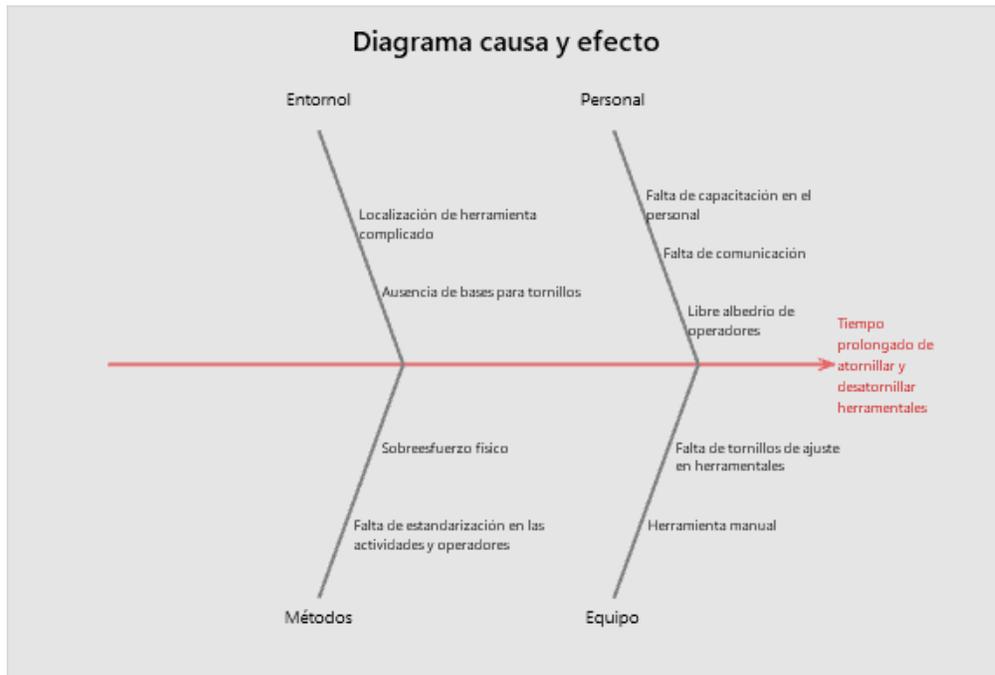
➤ Equipo

- Los carritos actuales de herramientas son inseguros e ineficientes por no contar con un soporte para colocar un segundo herramental, causando que los operadores manipulen los herramientas con mayor cuidado.

## Diagrama causa y efecto 2

Diagrama de causa y efecto del tiempo prolongado de atornillar y desatornillar herramientas, realizado con la muestra de cambio de modelo de la condición actual.

*Ilustración 19 Tiempo prolongado de atornillar y desatornillar herramientas.*



### ➤ Entorno

- La localización de herramienta para desatornillar/atornillar es complicada ya que esta se encuentra al nivel del piso y genera mayor esfuerzo en su alcance.
- La ausencia de bases para tornillos hace que al momento de retirarlos de los herramientas estos los dejen sueltos dentro de las misma maquinas causando que se complique su manipulación e incluso generando mayor tiempo en su búsqueda en caso de perderlos de vista.

### ➤ Personal

- En el caso de la rama del personal las causas y su descripción son las mismas que en las de la figura 3.

➤ Método

- El sobreesfuerzo físico de los operadores en las acciones de atornillar y desatornillar los herramientas es evidente por las ocasiones en las que necesitan ayuda de un segundo operador para realizar la actividad. Además de que no hay un estándar para realizar dicha acción.

➤ Equipo

- La falta de tornillos de ajuste en los herramientas hace que se genere actividad adicional al tener que colocar los tornillos de ajuste del herramental anterior al nuevo, ya que estos tornillos deberían de tenerlos cada herramental.
- El uso de herramientas manuales hace que la acción de desatornillar/ atornillar sea complicada para algunos operadores y genere tiempos prolongados por su manipulación.

Ahora bien, tenemos en consideración las actividades internas, externas y causas de los efectos de la condición actual del cambio de modelo de la línea de container 1, estas se tomarán en cuenta en la propuesta metodológica para solucionar u optimizar causas en el proceso de cambio de modelo enfocadas en el objetivo del proyecto.

## **PROPUESTA METODOLÓGICA**

### **Asignación y orden de las actividades**

Ahora bien, para la propuesta metodológica se propone antes de considerar causas específicas dentro del cambio de modelo aplicar en campo la asignación de las actividades de cambio de modelo, ya que en la condición anterior los operadores no contaban con asignación ni orden de dichas actividades. Para esto se tomó tiempo de la línea para capacitar y organizar las actividades del cambio de modelo junto con el supervisor de la línea y operadores. Considerando la asignación propuesta en el Anexo 2.

## Modificaciones del entorno de la línea

En el cambio de modelo con la asignación de las actividades se detectó una modificación en el entorno de la línea de container 1 que impacta de manera considerable en el cambio de modelo, dicha modificación fue pegar los tapetes de la línea al piso con cinta (Figura 19).

1. Esto lleva a que se dificulte la entrada y salida de carros de herramientas a la línea de container 1, así mismo se dificulta la entrada de los herramientas a las respectivas maquinas por la altura que genera el tapete dentro de la línea. Fotografía de la línea Container 1, donde se muestra la condición de tapetes pegados al piso.



*Ilustración 20 Línea de Container 1 con tapetes pegados al piso.*

Con la información anterior, se platicó con el jefe de manufactura para modificar la condición de tapetes con el fin de no hacer complicada o riesgosa la manipulación de los carros de herramientas dentro de la línea.

2. Como segundo punto de modificaciones, se tuvo una reunión con el equipo de ingeniería de procesos de la línea para analizar la condición de los carros de herramientas de restike 1 y 2, donde se propuso modificar los carros haciéndolos de mayor tamaño con la capacidad de cargar dos herramientas o adicionar un carro vacío a la línea.

Se planteó que se comenzara la requisición de un nuevo carro de herramental que funcionara para efectuar de forma más segura los cambios de modelo en cuanto a las maquinas restrike, por lo tanto, se considerara la condición actual que se tiene de dos carros de herramental para el estándar del cambio de modelo.

3. Tercer punto se tiene el cambio de herramienta para atornillar y desatornillar los herramentales de los túneles de soldadura, en este caso se revisó de la misma forma con ingeniería para su análisis. Para esto se detectó que usar una herramienta neumática implicaría un costo extra para comprarla, por otra parte, esta resultaría útil para reducir tiempo en el cambio de modelo, así como la facilidad para su manipulación; por lo que se planteó que se realizaría una simulación con dicha herramienta para tomar tiempos y verificar su manipulación.
4. Cuarto punto se tienen los tornillos de ajuste de los herramentales de los túneles de soldadura, los cuales el segundo juego de herramentales no cuenta con dichos tornillos de ajuste, estos tornillos deberían de estar con su respectivo herramental, con esto se solicitó a ingeniería para que fueran colocados en sus propios herramentales para así reducir el tiempo de cambio de modelo con la eliminación de las actividades que involucran dichos tornillos.
5. Quinto punto se tiene la estandarización del cambio de modelo, donde se llevará a cabo con la asignación y orden de actividades, considerando los puntos de la propuesta metodológica.

## **Cronograma de actividades**

Tabla 6 Cronogramas de actividades

<b>Actividades</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
1. Formar CFT Kaisen					
2. Identificar un proceso					
3. Analizar operaciones y toma de tiempos					
4. Identificar operaciones despilfarradoras y aplicar 5's					
5. Transformar preparación interna en externa y balanceo					
6. Mejorar la preparación de actividades internas					
7. Convertir los elementos internos en externos					
8. Simplificar los elementos restantes					
9. Estandarización de procedimiento SMED					
10. Reuniones de seguimiento entre asesores y el residente					

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### 12. Resultados

Como resultados de las propuestas de mejora se realizó un diagrama de tiempo esperado de cambio de modelo con reasignación de actividades de la línea de container 1 como se muestra en (anexo 2); por otro lado, se tiene que por cuestiones de tiempo de la línea de container 1, solo se permitirán simular en campo las actividades concretas del cambio de modelo, para así poder tomar tiempos y ver el flujo de las propuestas implementadas.

#### 12.1 Estandarización de cambio de modelo

Como parte fundamental para que el tiempo de cambio de modelo se mantenga sin variación y adecuado, es necesario mantener un estándar de sus actividades, así como la asignación de estas a los operarios involucrados y el orden en las que se deben ejecutar estas actividades.

Para esto se llevó a cabo un análisis de las actividades y tiempos para dar un orden en el cual se logró mejorar aún más el tiempo y los operarios se mantengan dentro de actividades que beneficien al cambio; Además que se creó un formato para el estándar que se muestra en el anexo 3, ya con las propuestas implementadas.

#### 12.2 Tapete de piso

Como implementación de las propuestas, se tiene que la primera de ellas fue realizada junto con el equipo de manufactura, donde se hizo el cambio en el sentido de que los tapetes pegados al piso no son satisfactorios para el cambio de modelo. Por lo que se despegaron los tapetes regresándolos a su condición anterior de estar separados. Ahora bien, adicional a dicha implementación, se realizó el estudio y simulación de tener un solo tapete completo para la línea se trató de unir los tres tapetes y así poder comparar el tiempo de la actividad.

*Tabla 7 comparativa del tiempo de actividad con tapete*

Actividad	Con varios tapetes	Con un solo tapete
Levantar	28 seg.	15 seg.
Acomodar	68 seg.	17 seg.

Con los tiempos logrados en la simulación de levantar tapete y acomodarlo nuevamente se logró una reducción de tiempo considerable y que redujo 13 segundos y 51 segundos respectivamente, mejorando así el tiempo total de dichas actividades con 64 segundos.

### **12.3 Tornillos de ajuste**

La siguiente propuesta que se implementa es sobre los tornillos de ajuste, en donde junto con el equipo de ingeniería se contempló la colocación de tornillos de ajuste para los herramientales de los túneles de soldadura que no se encuentran instalados en las máquinas, con esto los juegos de herramientales contarían con sus respectivos tornillos de ajuste. Así como resultado en el cambio de modelo, esta actividad se despreciaría ya que no será necesario retirar y colocar dichos tornillos.

Con el desprecio de las actividades relacionadas a los tornillos de ajuste se tiene que se logró mejorar el tiempo en 126 segundos.

## **Propuestas no implementadas**

### **12.4 Tercer carro de herramientales de restrrike**

Las propuestas no implementadas no fueron llevadas a cabo, simuladas o aprobadas por cuestiones de tiempo y costos. Por ello una de las propuestas no implementadas es el tercer carro de herramientales de restrrike; que se espera un carro vacío y que sirva de soporte para los cambios de herramientales de las maquinas restrrike 1 y 2; evitando riesgos de seguridad del operario y daños a los herramientales.

Esta propuesta no es considerada como implementada por la razón de que se lleva bastante tiempo la fabricación de dicho carro, donde se llevó a cabo una reunión con el equipo de ingeniería y se pronosticaba que el carro estaría listo en un lapso de 2 a 3 meses. Por lo que no se considera dentro del estándar del cambio de modelo de la línea de container 1.

### **12.5 Herramienta neumática**

La segunda propuesta que no fue implementada fue la de una herramienta neumática para atornillar y desatornillar los herramientas de los túneles de soldadura; esto revisándolo con el equipo de ingeniería se llegó a la razón del riesgo que hay de dañar los equipo además que en ciertos puntos del herramental dificultaría la visibilidad del operador.

Por lo que esta actividad podría aumentar el tiempo por la dificultad que conlleva su uso y perjudicar el tiempo a un paro prolongado por daños al equipo mismo o herramental.

### **12.6 Evaluación de mejoras**

Como parte de la evaluación de mejoras se tiene que se logra el objetivo del SMED en lograr reducir el cambio de modelo a menos de 10 min. A partir del estándar de cambio de modelo se tiene que el tiempo de cambio es de 9.71 min, considerando desde la última pieza del modelo anterior hasta la primera pieza del nuevo modelo. Así mismo se logra con esto incrementar la disponibilidad de la línea un 4% a partir del estándar anterior de la HOE que tenía como tiempo estimado para el cambio de modelo de 30 min.

Para el control de este tiempo es claro que el estándar debe ser implementado para cada cambio, por lo que se deberá dar seguimiento en los siguientes cambios de modelo por el equipo de manufactura, asegurando los tiempos y orden de las actividades del cambio. Esto deberá llevarse a cabo mediante capacitación y practica continua del estándar para facilitar la realización de las actividades por parte de los operarios.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

### **13. Conclusiones del Proyecto**

- Con la aplicación de la metodología SMED y el método de división del trabajo para el cambio de modelo en el área de container 1 en la empresa Marelli Mexicana S.A de C.V. se pudo reducir el tiempo de esta operación en un 30% (1662 segundos con SMED versus 570 segundos sin SMED).
- Como contribuciones esperadas del proyecto son la mejora de la disponibilidad de la línea de container 1, tener un estándar adecuado para el cambio de modelo con el cual los supervisores a cargo de la línea puedan usar para evaluar y capacitar a los grupos de operarios de línea de container 1. Por parte al estudio del SMED la importancia de considerar las variables que llevan las propuestas de mejora y como estas pueden beneficiar o perjudicar el proceso de cambio de modelo, ya que con esto es se logró visualizar aquellas propuestas que beneficiaban en todos los sentidos el cambio de modelo, sin riesgos de afectar actividades, personal o equipo involucrado en el cambio de modelo.
- Los operarios, auxiliares y supervisores del área notaron el cambio que se realizó gracias a la aplicación del método y se comprometieron a mantener en el tiempo el estándar que se había establecido. Se pudo demostrar que, aunque se tenga una inversión económica baja se puede desarrollar e implementar un proyecto que genere una mejora continua en la planta

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

### **14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.**

1. Aplique habilidades de ingeniería, gestión, fortalecimiento e innovación de las organizaciones para la toma de decisiones en forma efectiva, con una orientación sistémica y sustentable.
2. Aplique métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas en los procesos organizacionales, para la mejora continua atendiendo estándares de calidad mundial.
3. Implemente planes y programas de seguridad e higiene para el fortalecimiento del entorno laboral.
4. Gestione sistemas integrales de calidad para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético.
5. Dirigí equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de las organizaciones.
6. Aplique métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
7. Actúe como agente de cambio para facilitar la mejora continua y el desempeño de las organizaciones.
8. Aplique métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas en la gestión empresarial con una visión estratégica.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

### 15. Fuentes de información

#### Referencias de internet:

Alto, N. (2004). *Catalizador*.

ANDRÉS, V. M. (2011). *PROPUESTA DE UN PLAN PARA LA APLICACIÓN DE*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1691/15/UPS-CT002299.pdf>

Angulo, J. A. (2008). *Aplicación de Single Minute Exchange Die (SMED) en*. Obtenido de <https://dspace.colima.tecnm.mx/bitstream/handle/123456789/1068/Aplicacion%20de%20SMED.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAB, A. R. (Octubre de 2005). *APLICACIÓN DE LA TÉCNICA SMED EN LA*. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1361\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1361_IN.pdf)

CASTRO, L. J. (2014). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA EL CAMBIO DE BOBINA*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/71398314.pdf>

Evidence, E. (2018). *Manufactura*. [www.evidencetec.com](http://www.evidencetec.com).

JOJOA, C. E. (2013). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA LA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/14a832cf-df5b-4fce-b200-3eeb34c4e918/content>

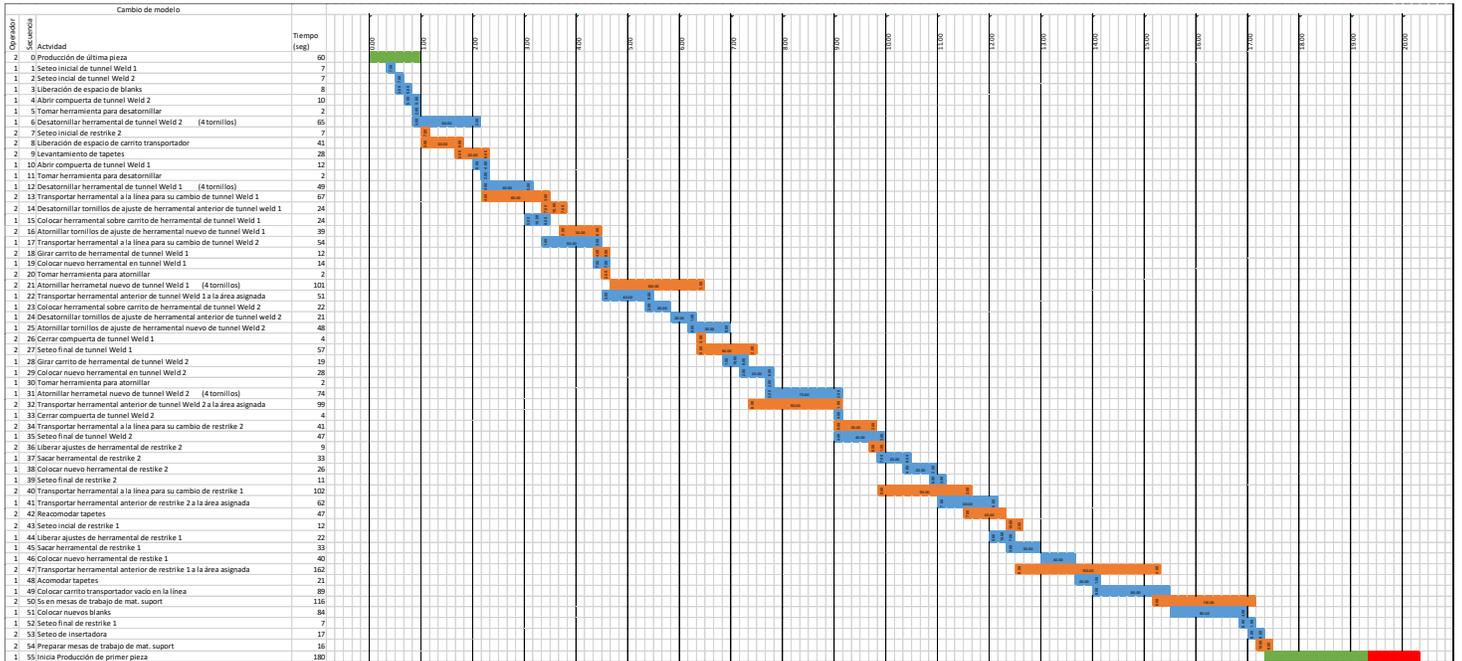
López, B. S. (2022). *Ingenerial Industrial*.

Luna, J. d. (2018). *Diseño de SMED para moldes de inyección*. Obtenido de <http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/435/1/008627.pdf>

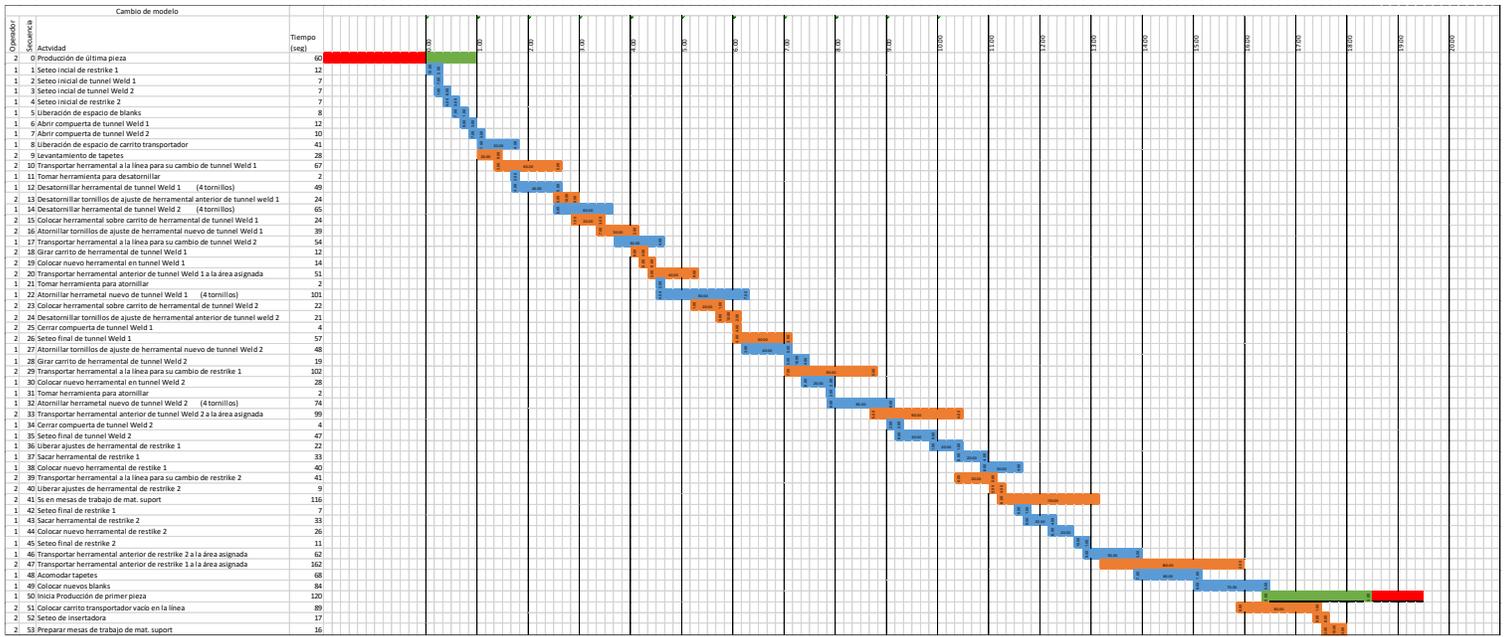
Rodríguez, A. J. (2018). *Implementación de la metodología (SMED) para la reducción de tiempos de*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18111/72245661.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

# CAPÍTULO 9: ANEXOS

## 17. Anexos



Anexo 1 Diagrama de tiempo de un cambio de modelo en condición actual de la línea de container 1.



Anexo 2 Diagrama de tiempo esperado de cambio de modelo con reasignación de actividades de la línea de container 1.

		Estandar de cambio de modelo									
<b>Area:</b> Container 1 <b>Maquina:</b> Tunnel weld 1:2 y Restrike 1:2 <b>Tipo de cambio:</b> Herramientales, entorno y programas		Modelos: Container					Operadores:				
Operador 1		●	■	→	Tiempo	Unidad	Tiempo	●	■	→	Operador 2
Seteo inicial de restrike 1		●			3	Seg					En Operación
Seteo inicial de tunnel Weld 1		●			6	Seg					En Operación
Seteo inicial de tunnel Weld 2		●			6	Seg					En Operación
Seteo inicial de restrike 2		●			3	Seg					En Operación
Liberación de espacio de blanks				●	8	Seg					En Operación
Abrir compuerta de tunnel Weld 1		●			5	Seg					En Operación
Abrir compuerta de tunnel Weld 2		●			5	Seg					En Operación
Tomar herramienta para desatornillar		●			2	Seg					En Operación
Desatornillar herramental de tunnel Weld 1 (4 tornillos)		●			43	Seg					En Operación
Desatornillar herramental de tunnel Weld 2 (4 tornillos)		●			43	Seg	20			●	Liberación de espacio de carrito transportador
Transportar herramental a la línea para su cambio de tunnel Weld 1				●	39	Seg	15	●			Levantamiento de tapetes
Colocar herramental sobre carrito de herramental de tunnel Weld 1		●			8	Seg	39			●	Transportar herramental a la línea para su cambio de tunnel Weld 2
Girar carrito de herramental de tunnel Weld 1		●			12	Seg	41			●	Transportar herramental a la línea para su cambio de restrike 1
Colocar nuevo herramental en tunnel Weld 1		●			14	Seg	39			●	Transportar herramental anterior de tunnel Weld 1 a la área asignada
Colocar herramental sobre carrito de herramental de tunnel Weld 2		●			8	Seg	39			●	Transportar herramental anterior de tunnel Weld 2 a la área asignada
Girar carrito de herramental de tunnel Weld 2		●			12	Seg	41			●	Transportar herramental a la línea para su cambio de restrike 2
Colocar nuevo herramental en tunnel Weld 2		●			14	Seg	56	●			Colocar nuevo herramental de restrike 1
Tomar herramienta para atornillar		●			2	Seg	41			●	Transportar herramental anterior de restrike 1 a la área asignada
Atornillar herramental nuevo de tunnel Weld 1 (4 tornillos)		●			71	Seg	41			●	Transportar herramental anterior de restrike 2 a la área asignada
Cerrar compuerta de tunnel Weld 1		●			4	Seg	116			●	5s en mesas de trabajo de mat. suport
Tomar herramienta para desatornillar		●			2	Seg	16	●			Preparar mesas de trabajo de mat. suport
Atornillar herramental nuevo de tunnel Weld 2 (4 tornillos)		●			71	Seg	17	●			Seteo de insertadora
Cerrar compuerta de tunnel Weld 2		●			4	Seg					
Colocar nuevo herramental de restrike 2		●			56	Seg					
Colocar nuevos blanks		●	●		16	Seg					
Seteo final de tunnel Weld 1		●	●		20	Seg					
Seteo final de tunnel Weld 2		●	●		20	Seg					
Seteo final de restrike 1		●	●		7	Seg					
Seteo final de restrike 2		●	●		7	Seg					
Acomodar tapetes		●			17	Seg					
Colocar carrito transportador vacío en la línea				●	55	Seg					
Inicia Producción de primer pieza					120	Seg					

Anexo 3 Estándar de cambio de modelo de la línea de container 1.



Marelli Mexicana, S.A. de C.V.

Aguascalientes, Ags. A miércoles 14 de Septiembre del 2022

ASUNTO: Carta Aceptación Becario

**C. JULISSA ELAYNE COSME CASTORENA**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA**  
Presente

Por este conducto me permito informar a usted que el **C. Jonathan Miguel Morales Rojas** alumno de la carrera **Ingeniería Industrial 9no. Semestre** con No de control: **181050243**, ha sido aceptado para realizar su Estadia de Becario en esta empresa, en el Departamento de **Manufactura en Mainfold 5 y 6**, en el proyecto:

**"Reducción de tiempo en el cambio de modelo en linea container 1"**

Bajo la asesoría de **Ing. Juan Luis Rodriguez Martinez**, durante el periodo comprendido, **Agosto a Diciembre 2022** con un horario de 8:00 am a 2:00 pm de Lunes a Viernes.

Se extiende la presente a petición del interesado para los fines que haya lugar.

Sin otro particular, me despido agradeciendo de antemano la atención prestada y quedando a sus órdenes para cualquier aclaración.

Atentamente,



**LRI CLAUDIA MARGARITA SOLIS**  
**Reclutamiento Prácticas Profesionales**

---

Av. San Francisco de los Romo #401 Parque Industrial San Francisco 2da. Sección San Francisco  
de los Romo, Ags. C.P.20300 México  
TEL. 52-449-910-1600

## **18. Registros de Productos**

(patentes, derechos de autor, compra-venta del proyecto, etc.).