



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

## **REPORTE FINAL PARA ACREDITAR LA RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PRESENTA:  
RAYMUNDO CHÁVEZ SALAZAR

CARRERA: INGENIERIA INDUSTRIAL

MEJORA DE TIEMPO EN CAMBIO DE TROQUEL “TRANSFER 1500”

UNIPRES MEXICANA S.A de C.V



Nombre del asesor externo  
Ing. Luis Antonio Flores Alfaro

Nombre del asesor Interno  
MIP. María Esmeralda Esparza Muñoz

Pabellón de Arteaga Ags., diciembre 2023

## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### **2. Agradecimientos.**

En este momento de reflexión y agradecimiento, deseo expresar mi profunda gratitud primordialmente a Dios, fuente de fortaleza y guía constante a lo largo de mi proyecto de estadías. Agradezco sinceramente por la sabiduría, la paciencia y la dirección divina que me ha sido otorgada durante este periodo.

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento a mis padres, Raymundo Chávez Prieto y Guadalupe Salazar Duran, quienes han sido mi mayor fuente de apoyo y motivación durante toda mi vida. Su amor incondicional, orientación y aliento constante han sido fundamentales para mi éxito. A ustedes, mamá y papá, les agradezco por brindarme el espacio para crecer, por inspirarme a perseguir mis metas y por ser mis pilares en cada paso del camino. Su sacrificio y dedicación han sido una fuente constante de inspiración, y estoy eternamente agradecido por todo lo que han hecho por mí.

En memoria amorosa de mi querida abuela, Isabel Duran Ramírez, quisiera rendir un sentido agradecimiento por su inquebrantable apoyo y amor, aunque ya no esté físicamente presente. Su legado de cariño y sabiduría ha dejado una marca indeleble en mi corazón y una gran motivación con este proyecto.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a la Maestra Esmeralda, tutora de mi proyecto, ya que con su experiencia, dedicación y compromiso con la enseñanza ha guiado mi camino académico de manera excepcional.

Y por último a la empresa que decidió darme la oportunidad de demostrar mis habilidades, Unipres Mexicana y no solo a la empresa sino también a todos sus dedicados trabajadores por brindarme una experiencia invaluable durante este proyecto. Su hospitalidad, disposición para compartir conocimientos y compromiso con la excelencia han sido esenciales para mi aprendizaje.

### **3. Resumen.**

Unipres Mexicana S.A de C.V., es una empresa japonesa dedicada a la manufactura de partes para carrocerías, consolidándose como uno de los principales proveedores de JATCO, HONDA, MARELLI y su cliente principal NISSAN. Su compromiso central radica en la calidad y sus entregas eficientes a sus clientes y a sus departamentos internos.

Este proyecto se centra en la optimización del proceso de cambio de troquel TRF 1500 en Unipres Mexicana, con el objetivo de reducir los tiempos de cambio y aumentar la eficiencia operativa. A través de un análisis detallado de los procedimientos existentes, se identificaron áreas de oportunidad para implementar mejoras.

El enfoque principal fue la implementación de la metodología SMED, como la estandarización de procedimientos, la introducción de herramientas más eficientes y la capacitación del personal en nuevas prácticas. Se llevaron a cabo mediciones y evaluaciones sistemáticas para cuantificar el impacto de estas mejoras en los tiempos de cambio. Además, se estableció una comunicación efectiva con los trabajadores involucrados en el proceso, fomentando la colaboración y la retroalimentación para asegurar la viabilidad y sostenibilidad de las mejoras implementadas.

Los resultados finales revelaron una reducción en los tiempos de cambio de troquel, mejorando la productividad y la capacidad de respuesta de Unipres Mexicana. Este proyecto no solo contribuyó a la eficiencia operativa de la empresa, sino que también proporcionó una experiencia de aprendizaje valiosa, integrando teoría y práctica en un entorno industrial real.

## 4. Índice

<b>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</b> .....	II
2. Agradecimientos. ....	II
3. Resumen. ....	III
4. Índice.....	IV
Lista de Tablas .....	5
Lista de Figuras .....	6
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	7
5.- Introducción.....	7
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente. ....	10
7. Problemas a resolver, priorizándolos. ....	16
8. Justificación .....	18
9. Objetivos (General y Específicos).....	19
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</b> .....	20
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	20
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</b> .....	36
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas. ....	36
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS</b> .....	59
12. Resultados.....	59
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</b> .....	66
13. Conclusiones del Proyecto .....	66
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS</b> .....	67
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas. ....	67
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	68
15. Fuentes de información .....	68
<b>CAPÍTULO 9: ANEXOS</b> .....	69
17. Anexos.....	69

## ***Lista de Tablas***

Tabla 11.2 Secuencia de montaje de troquel. Fuente: elaboración propia, 2023

Tabla 11.3 Secuencia de montaje de troquel. Fuente: elaboración propia, 2023

Tabla 11.4 Secuencia de montaje de troquel. Fuente: elaboración propia, 2023

Tabla 11.5 Secuencia de montaje de troquel. Fuente: elaboración propia, 2023

Tabla 11.2.1 Checklist de montaje de troquel. Fuente: Unipres mexicana, 2023

Tabla 11.3 Actividades internas y externas. Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 11.4 Tiempo búsqueda carpeta de modelos. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11.5 Tiempo de ajustes con la HOE. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11.6 Tiempo de montaje preparado. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11.7 Tiempo de búsqueda de herramientas. Fuente: Elaboración propia, 2023

Tabla 11.8 Tiempo de ajustes de dedos. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11.9 Tiempo de ajustes de calibración. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11.10 Tiempo de prueba de centrado. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11.11 Tiempo de cambio de molde. Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11.12 Tiempos promedio de actividades internas Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11.13 modificación de acomodo de HOE's: Elaboración propia, 2023.

Tabla 11.14 modificación de acomodo de llaves Allen: Elaboración propia, 2023.

Tabla 12.1 Tabla de actividades y tiempos: Elaboración propia, 2023.

Tabla 12.2 Tabla de actividades y tiempos: Elaboración propia, 2023.

## ***Lista de Figuras***

Ilustración 1. Organigrama de la empresa UNIPRES mexicana

Diagrama 11.4 Diagrama de proceso TRF1500. Fuente: Elaboración propia, 2023

Fotografía 11.5 Importancia de las HOE's: Elaboración propia, 2023.

Ilustración 11.5 Plan de actualización de las HOE's: Elaboración Unipres mexicana, 2023.

Ilustración 11.6 formato de seguimiento "ADC": Elaboración Unipres mexicana, 2023.

Ilustración 12.1 formato "secuencia de montaje de troquel": Elaboración propia, 2023.

Ilustración 12.2 formato "actividades externas e internas": Elaboración propia, 2023.

Ilustración 12.3 formato "diagrama de proceso": Elaboración propia, 2023.

Ilustración 12.4 formato "diagrama de proceso": Elaboración propia, 2023.

Ilustración 12.5 formato "Antes-Después": Elaboración propia, 2023.

Fotografía 12.1 Importancia de las HOE's: Elaboración propia, 2023.

Ilustración 11.5 Plan de actualización de las HOE's: Elaboración Unipres mexicana, 2023.

Ilustración 11.6 formato de seguimiento "ADC": Elaboración Unipres mexicana, 2023.

Grafica 12.1 Mejora de tiempo: Elaboración propia, 2023.

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

### ***5.- Introducción***

En el entorno acelerado de la manufactura de partes automotrices, la eficiencia en los procesos de producción se vuelve esencial para mantener la competitividad. En este contexto, el SMED nace como una metodología estratégica para minimizar los tiempos de cambio de herramientas y, por ende, mejorar significativamente la eficiencia operativa.

Enfocado en la optimización del cambio de troquel TRF 1500 en Unipres Mexicana S.A de C.V., este proyecto se sumerge en los principios fundamentales del SMED. La metodología no solo apunta a reducir los tiempos de cambio a un solo dígito de minutos, sino que también busca una transformación integral en la forma en que se aborda este proceso crucial.

El SMED, desarrollado por Shigeo Shingo, se convierte en un aliado estratégico para este proyecto en Unipres mexicana con su búsqueda constante de eficiencia y calidad. Al dividir el proceso de cambio en pasos internos y externos, identificando y eliminando actividades que no aportan valor, el SMED se convierte en una herramienta poderosa para lograr cambios rápidos y eficientes sin sacrificar la calidad del producto.

A través de este enfoque, no solo se apunta a reducir el tiempo de inactividad, sino a aumentar la flexibilidad y la capacidad de respuesta ante las demandas cambiantes del mercado. La implementación exitosa del SMED en el cambio de troquel TRF 1500 no solo fortalecerá la posición competitiva de Unipres mexicana, sino que también sentará las bases para una operación más ágil y eficiente en la fabricación de partes para carrocerías.

Este proyecto no solo representa una mejora en procesos internos, sino un compromiso con la innovación continua y la excelencia operativa en el corazón de la producción automotriz de Unipres. El SMED se convierte así en un aliado estratégico en la ruta hacia la eficiencia operativa, la calidad total y la entrega puntual, aspectos fundamentales en la misión de Unipres mexicana.

El proyecto está compuesto por nueve capítulos, cada uno abordando diferentes aspectos de la investigación.

En el primer capítulo, denominado "Preliminares", se incluyen elementos fundamentales del documento, como agradecimientos, resumen, índice y lista de tablas realizadas en el proyecto.

El segundo capítulo, titulado "Generalidades del proyecto", abarca la introducción, descripción de la empresa y del puesto o área del trabajo del estudiante, problemas a resolver, justificación y objetivos. Este capítulo marca el inicio del adentramiento en la información del proyecto.

En el tercer capítulo, denominado "Marco teórico", se presentan los fundamentos teóricos que influirán en la comprensión de conceptos utilizados a lo largo del desarrollo del proyecto.

El cuarto capítulo, titulado "Desarrollo", comprende todo el cuerpo del proyecto, desglosando la información obtenida, incluyendo procedimientos, herramientas, imágenes, gráficos y evidencias utilizadas para llevar a cabo el proyecto.

El quinto capítulo, "Resultados", hace referencia a las consecuencias, efectos o logros obtenidos a lo largo del proyecto, presentándolos mayormente a través de gráficas y resultados de forma visual.



En el sexto capítulo, "Conclusiones", se realiza el cierre lógico de la información recopilada y procesada a lo largo del proyecto, comunicando los hallazgos obtenidos durante el proceso de investigación.

El séptimo capítulo, "Competencias desarrolladas", aborda las habilidades utilizadas para alcanzar el objetivo del proyecto.

En el octavo capítulo, "Fuentes de información", se detallan los medios a través de los cuales se obtuvo la información plasmada en el proyecto, presentados en su formato correspondiente.

Finalmente, el noveno capítulo, "Anexos", contiene información adicional adjunta al proyecto para respaldar y complementar el contenido del documento.

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

En México, la empresa Unipres inició operaciones en 1998 al fundarse su primera planta de carrocerías, fue en 2014 que se fundó la segunda planta enfocada a partes de transmisión y en mayo de 2017 inicia actividades en su tercera planta nombrada Carrocerías 2, la cual está enfocada al negocio adquirido con la alianza Nissan-Mercedes Benz.

Actualmente, a través de tres plantas en el estado y con una fuerza laboral de 2,200 personas, provee partes para Nissan su principal cliente a quien provee el 80% de su producción, mientras que el resto se divide entre Honda, Mazda y clientes extranjeros. Desde Aguascalientes, Unipres surte sus piezas a nivel nacional y exporta también a Brasil, China, Estados Unidos, India, Japón y Rusia.

Unipres mexicana, ubicada en Aguascalientes, México, se dedica a la fabricación de partes ensambladas para carrocerías (tales como chasises y tubos para gasolina, poleas y engranes para transmisiones, así como diferentes partes del motor y carrocería). Pertenece a Unipres Corporation, conglomerado internacional fundado en Japón, y que tiene una importante presencia en Asia, Norteamérica y Europa.

El flujo de material de UNIPRES mexicana en el área de producción de estampado generalmente implica el movimiento de materias primas, productos semi-acabados y productos terminados a través de diferentes etapas del proceso de estampado. Tales como:

- Recepción de materia prima: la cual realiza una inspección de calidad para verificar que las materias primas cumplan con los estándares requeridos.
- Almacenamiento: Las materias primas se almacenan en áreas designadas dentro del almacén, garantizando una organización adecuada y evitando daños o contaminación.

- Preparación y corte: se prepara la MP. En los rollos correspondientes listos para pasar a cortar, el corte varía según el modelo a trabajar.
- Estampado: En esta parte es donde las prensas comienzan a trabajar sobre los diseños que se requieren.
- Inspección de calidad: pasan por un proceso donde se inspecciona dos veces antes de mandar a la siguiente área, esto para evitar pasar errores o algún tipo de daño a la siguiente fase. Este proceso se llama inspección 200%
- Almacenamiento de productos terminados: en esta fase se almacenan todos los productos terminados de producción estampado. Listos para mandar a ensamble.
- Gestión de inventario: Se lleva un registro del inventario de materias primas y productos terminados para garantizar un flujo de material eficiente y evitar la escasez o el exceso de inventario.

El residente desarrolló sus actividades de trabajo en el área de producción estampado Unipres planta carrocerías 1, esta área se encarga de crear productos o componentes utilizando una técnica de fabricación llamada estampado. El estampado es un proceso de fabricación que involucra la formación de piezas metálicas, planas en formas tridimensionales o en diseños específicos mediante la aplicación de fuerza o presión en una prensa o maquinaria especializada.

Las principales actividades que se desempeñan son:

1. Control de calidad: Realizar inspecciones y pruebas para asegurarse de que las piezas estampadas cumplan con las tolerancias y estándares de calidad establecidos. Esto puede incluir la medición de dimensiones, inspección visual y pruebas de resistencia.
2. Mantenimiento de equipos: Realizar el mantenimiento regular de las máquinas y herramientas de estampado para garantizar su funcionamiento eficiente y prolongar su vida útil.
3. Mejora continua: Buscar constantemente formas de mejorar los procesos de estampado, aumentar la eficiencia y reducir costos.

El residente desempeño sus labores en el departamento de producción de estampado, donde se llevó a cabo una iniciativa para optimizar el proceso de cambio de troqueles en la maquina TRF1500. El objetivo de esta iniciativa era reducir los tiempos de cambio de troquel con el fin de alcanzar los indicadores clave de rendimiento (KPI) establecidos.

### 6.1 Misión

La misión de la empresa es: “Ser el número uno de los proveedores con la especialidad en Estampado y Ensamble para la industria automotriz en América Latina”.

### 6.2 Visión

La visión de la empresa es: “Hacer productos con valor para la industria automotriz con el fin de contribuir al beneficio para el país, sociedad, accionistas, y empleados”.

### 6.3 Objetivos

- Ser una empresa con el desarrollo en la tecnología anticipando las necesidades del mercado.
- Ser una empresa global estratégica correspondiendo al cambio de la estructura en la industria automotriz.
- Mejora de productividad en UNIPRES.
- Mejoras para ganar potencia.

### 6.4 Organigrama

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa UNIPRES mexicana (ver ilustración 6.4.1).

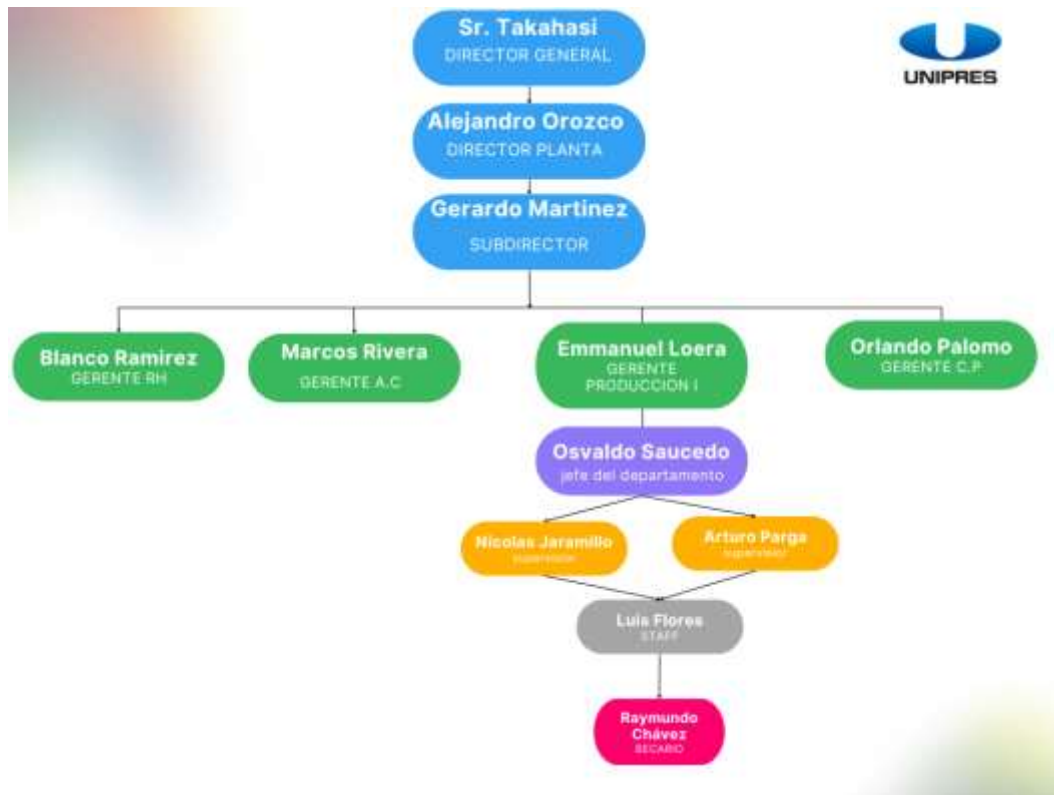


Ilustración 6.4.1. Organigrama de la empresa UNIPRES mexicana

En resumen, el área de producción de estampado se encarga de fabricar productos o componentes utilizando la técnica de estampado, desde el diseño y desarrollo de herramientas hasta la producción en masa y el control de calidad de las piezas estampadas.

### 6.5 Principales clientes

A continuación, se muestra los principales clientes de unipres mexicana. (ver tabla 6.5.1)

Principales clientes	Descripción
	El proceso de estampado de Nissan implica tomar estas materias primas en forma de láminas o bobinas y utilizar prensas de estampado para dar forma a las piezas metálicas requeridas para la construcción de automóviles. Estas piezas estampadas luego se ensamblan en la línea de ensamblaje para crear el vehículo final
	JATCO es una empresa japonesa especializada en la fabricación de transmisiones automáticas y componentes relacionados para vehículos. Aunque no se dedica a la estampación de piezas metálicas como lo hacen los fabricantes de automóviles, utiliza una variedad de materias primas y componentes en la fabricación de sus productos.
	las materias primas en componentes específicos, como paneles de carrocería, piezas del chasis y otros componentes estructurales del vehículo. Estas piezas estampadas luego se ensamblan en la línea de producción para construir el vehículo final. La estampación de piezas metálicas es esencial para la fabricación

	<p>de vehículos y es fundamental para la seguridad, la durabilidad y el rendimiento de los automóviles producidos por Honda y otros fabricantes de automóviles.</p>
	<p>Marelli es una empresa líder en la fabricación de sistemas y componentes para automóviles, y su enfoque principal es la producción de sistemas electrónicos y eléctricos, así como componentes mecánicos para vehículos. No obstante, Marelli también puede utilizar piezas metálicas estampadas en algunos de sus productos y sistemas, como componentes de chasis y carrocería, aunque su principal actividad no es la estampación de metales.</p>

**Tabla 6.5.1** Principales clientes de Unipres mexicana Fuente: Elaboración propia, 2023

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

En Unipres Mexicana S.A de C.V, la organización se centra en garantizar la calidad para sus clientes, tanto internos como externos, y en brindar un servicio de entrega puntual y confiable. Por esta razón, la empresa se compromete a realizar mejoras continuas con el propósito principal de reducir los tiempos de entrega. La organización de manera interna atiende principalmente a sus áreas críticas como lo es el área de ensamble, a la cual se debe proporcionar el material necesario de manera oportuna para llevar a cabo sus procesos.

En el departamento de producción de estampado de Unipres mexicana, se llevan a cabo las actividades de fabricación de partes ensambladas destinadas a carrocerías. Estos productos son una importancia crítica, ya que conforman la estructura del producto final, y su cliente interno es el área de ensamble.

El proceso de fabricación de un producto en el área de estampado se desarrolla de la siguiente manera:

1. Se introduce el rollo de lámina de acero como materia prima.
2. El rollo se coloca en una rodadora de lámina.
3. Se efectúan ajustes en la prensa de acuerdo al modelo que se va a producir.
4. Se procede a la fabricación de las piezas.
5. Posteriormente, las piezas se trasladan al Departamento 200%, donde se someten a un riguroso proceso de inspección de calidad.
6. Se liberan piezas a departamento de ensamble.

En la actualidad, la prensa TRF 1500 enfrenta un desafío crítico relacionado con la transición de troqueles, pasando de un modelo "A" a un modelo "B", lo cual ha tenido un impacto negativo en los KPI. Se ha registrado un incremento significativo en el tiempo de inactividad de la maquinaria debido a la falta de disponibilidad de las herramientas necesarias para los operadores, así como a la falta de estandarización en las operaciones, y a la carencia de capacitación adecuada por parte del personal.



La extensa duración de este proceso está teniendo un impacto negativo en las entregas puntuales al cliente interno, que corresponde al área de ensamble. Como consecuencia, se están experimentando retrasos en la producción, lo que ha generado una preocupación y reclamos por parte de la dirección general.

A partir de lo expuesto anteriormente, se han identificado y priorizado las problemáticas en el área de estampado, centrándose especialmente en la prensa TRF1500. Estas problemáticas incluyen:

1. Tiempo elevado de los cambios de modelo en la máquina

Esto se debe a la falta de cumplimiento con la estandarización del proceso se observa una falta a las normativas establecidas.

2. Falta de capacitación del personal

La carencia de capacitación del personal se rige como un desafío sustancial que afecta negativamente el desempeño de UPM. Este problema se manifiesta debido a diversas razones que comprometen la eficacia y la productividad del equipo de trabajo.

3. Ausencia de estandarización en las operaciones

Este problema se detecta a partir de que no hay una secuencia de seguimiento en las HOE's muchas de estas mismas se encontraban desactualizadas y no había una importancia relevante dentro.

4. Carencia de disponibilidad de herramientas.

La carencia de disponibilidad de herramientas se representa como un problema significativo en el entorno laboral por diversas razones que afectan directamente a la eficiencia y a la productividad alguna de ellas son:

- Reducción de calidad de trabajo
- Retraso en los plazos de entrega
- Desventaja competitiva

## **8. Justificación**

Unipres Mexicana S.A de C.V ha experimentado un notable crecimiento y actualmente atiende a diversos tipos de clientes, todos los cuales son altamente exigentes en cuanto a calidad y entregas puntuales. Esta presión ha llevado a la empresa a enfocarse en la optimización de sus procesos. Recientemente, se ha identificado una problemática específica relacionada con una prensa que no está cumpliendo con las demandas de su cliente interno, el área de ensamble. Esta situación está generando retrasos en las entregas a los clientes externos.

Con la problemática expuesta anteriormente y las necesidades que la compañía tiene el propósito del proyecto es realizar una implementación de la metodología SMED esta es una metodología que sirve para reducir el tiempo necesario para cambiar de un proceso de producción o configuración a otro. El objetivo principal es reducir los tiempos de cambios de modelo "A" al modelo "B" lo que permitirá incrementar la producción y alcanzar los niveles de KPI.

El proyecto lograra reducir el tiempo de cambio de modelo en un 63% en la maquina TRF 1500 en el área de producción estampado en unipres mexicana mediante la implementación de la metodología SMED identificando posibles fallas, optimizando el proceso, capacitando el personal, reduciendo con ello el tiempo de inactividad y mejorando la productividad lo que a su vez impacta en el índice KPI. Este proyecto no solo busca reducir el tiempo de cambio de troquel, sino también involucrar al personal en la búsqueda de soluciones. Esto fomenta la adquisición de nuevas habilidades técnicas y la participación activa de los empleados en la mejora continua de los procesos.

Con todas las herramientas el residente tendrá las habilidades de poder implementar una mejora continua basada en la reducción de tiempos y mejora, al igual que poner en práctica conocimientos de paquetería office donde se hizo mejoras en las HOE's que sirven de ayuda para la estandarización de los procesos, así mismo poner en práctica la comunicación con el fin de lograr que los operadores comprendan la importancia de la mejora continua y la estandarización de los procesos.

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

Objetivo general:

Reducir el tiempo de cambio de modelo en un 25% en la maquina TRF 1500 en el área de producción estampado en Unipres Mexicana mediante la implementación de la metodología SMED identificando posibles fallas, optimizando el proceso, capacitando al personal, reduciendo con ello el tiempo de inactividad y mejorando la productividad lo que a su vez impacta en el índice KPI realizando el proyecto en un periodo de agosto – diciembre 2023.

Objetivos específicos:

1. Llevar a cabo un análisis del tiempo de cambio de troquel con el propósito de comprender el proceso en detalle.
2. Determinar las actividades que forman parte del proceso e identificar aquellas que son internas y aquellas que resultan ser externas.
3. Convertir las actividades internas en externas.
4. Establecer la documentación del nuevo método de trabajo.
5. Capacitar al personal de producción en las mejoras prácticas de SMED para que se lleve a cabo el cambio de modelo de acuerdo con el nuevo método.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

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

A continuación, se describe y se fundamenta de manera teórica todas las herramientas que se utilizaron en el desarrollo del proyecto, la solución se basó en la metodología SMED, metodología que nace en Lean Manufacturing en Toyota, y que se enfoca en la reducción del tiempo de cambio de modelo. También se utilizaron otras herramientas como lo fue el diagrama de Ishikawa y para su estandarización se utilizaron hojas de operación estándar, así como conceptos generales de lean manufacturing.

#### 10.1 Aspectos generales de lean manufacturing

##### *10.1.1 Definición de lean manufacturing.*

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. Los beneficios obtenidos en una implantación Lean son evidentes y están demostrados (Vizán, 2013).

### *10.1.2 Origen y antecedentes de lean manufacturing*

Las técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan y modifican los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles (EEUU) o turbinas de barco (Europa). Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos. Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada. En ambos casos se trata conjuntos de acciones y técnicas que buscan una nueva forma de organización y que surgen y evolucionan en una época en donde era posible la producción rígida en masa de grandes cantidades de producto (Vizán, 2013).

La ruptura con estas técnicas se produce en Japón, en donde se encuentra el primer germen recocado con el pensamiento Lean. Ya en 1902, Sakichi Toyoda, el que más tarde fuera fundador con su hijo Kiichiro de la Corporación Toyota Motor Company, inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador que la maquina necesitaba atención. Este sistema de “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre la máquina. Con esta simple y efectiva medida un único operario podía controlar varias máquinas, lo que supuso una tremenda mejora de la productividad que dio paso a una preocupación permanente por mejorar los métodos de trabajo. Por sus contribuciones al desarrollo industrial del Japón, Sakiichi Toyoda es conocido como el “Rey de los inventores japoneses”. En 1929, Toyoda vende los derechos de sus patentes de telares a la empresa británica Platt Brothers y encarga a su hijo Kiichiro que invierta en la industria automotriz naciendo, de este modo, la compañía Toyota. Esta firma, al igual que el resto de las empresas japonesas, se enfrentó, después de la segunda guerra mundial, al reto de reconstruir una industria competitiva en un escenario de post-guerra. Los japoneses se concienciaron de la precariedad de su posición en el escenario económico mundial, pues, desprovistos de materias primas, sólo podían contar con ellos mismos para sobrevivir y desarrollarse (Vizán, 2013).

El reto para los japoneses era lograr beneficios de productividad sin recurrir a economías de escala. Comenzaron a estudiar los métodos de producción de Estados Unidos, con especial atención a las prácticas productivas de Ford, a el control estadístico de procesos desarrollado por W. Shewart, a las técnicas de calidad de Edwards Deming y Joseph Moses Juran, junto con las desarrolladas en el propio Japón por Kaoru Ishikawa (Vizán, 2013).

### *10.1.3 ¿En qué consiste la estrategia lean?*

Las estrategias lean consiste en aprender a competir en adoptar una forma de pensar en el centro de trabajo fundamentalmente diferente, una forma de pensar que consiste en desarrollar la capacidad de descubrir y aprender. La práctica diaria de este enfoque a todos los niveles crea organizaciones resilientes que están mejor capacitadas para adaptarse y crecer con una atención plena y consciente a todas las cosas, grandes y pequeñas (Ballé, 2017).

Los propósitos de la estrategia lean es aprender a solucionar los problemas correctos y a evitar las soluciones que generan residuos o desperdicios. Creamos flujo (mejor calidad, mayor flexibilidad) con el objetivo de detectar nuestros verdaderos problemas y a continuación nos desafiamos a afrontarlos. Al basarnos en el sistema de aprendizaje lean, formulamos luego estos problemas de forma que todo el mundo pueda identificarlos en su trabajo cotidiano y elaboramos nuevas soluciones que emergen de una cultura de solución de problemas y de mejora continua en todos los niveles. A medida que los equipos comprenden mejor su trabajo y colaboran mejor a través de las fronteras funcionales o departamentales, configuramos nuevas e innovadoras capacidades a nivel de compañía basadas en competencias individuales y el trabajo en equipo. Juntos ofrecemos una calidad más elevada a base de involucrar a todas las personas en el descubrimiento de nuevas formas de trabajar que consigan nuestro objetivo compartido (Ballé, 2017).

#### *10.1.4 uso de técnicas Lean manufacturing.*

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, que se han ido implementado con éxito en empresas de muy diferentes sectores y tamaños (Vizán, 2013).

Un primer grupo estaría formado por aquellas cuyas características, claridad y posibilidad real de implantación las hacen aplicables a cualquier casuística de empresa/ producto/sector. Su enfoque práctico y en muchas ocasiones, el sentido común, permite sugerir que deberían ser de “obligado cumplimiento” en cualquier empresa que pretenda competir en el mercado actual, independientemente de si tiene formalizada la aplicación sistemática del Lean. Una visión pragmática del contenido de estas técnicas podría llevarnos a pensar que no se entiende que haya tenido que pasar tanto tiempo para que estas técnicas tan coherentes, nacidas de la observación de la realidad en las plantas de producción, a pie de máquina, a la vista, no hayan sido tomadas en consideración por muchos técnicos, directivos y académicos (Vizán, 2013):

- Las 5S. Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- SMED. Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación.
- Estandarización. Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.
- TPM. Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de parada de las máquinas.



- Control visual. Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora

Un segundo grupo estaría formado por aquellas técnicas que, aunque aplicables a cualquier situación, exigen un mayor compromiso y cambio cultural de todas las personas, tanto directivos, mandos intermedios y operarios (Vizán, 2013):

- Jidoka. Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores
- Técnicas de calidad. Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos
- Sistemas de participación del personal (SPP). Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

#### *10.1.5 5's*

La herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito

(Matías, 2013).

## Eliminar (Seiri)

La primera de las 5S significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta clave es: “¿es esto útil o inútil?”. Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, el procedimiento es muy simple ya que consiste en usar unas tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho (Vizán, 2013).

## Ordenar (Seiton)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación identificándolo para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del seiton comporta: Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso y disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa. Para su puesta en práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, dotando a los empleados de un ambiente laboral que favorezca la correcta ejecución del trabajo (Vizán, 2013).

### Limpieza e inspección (Seiso)

Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación comporta: Integrar la limpieza como parte del trabajo diario, sumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria, centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias, conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”. Se trata de dejar las cosas como “el primer día” (Vizán, 2013).

### Estandarizar (Seiketsu)

La fase de seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”, porque sistematizar lo conseguido asegura unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos, ya sea con un documento, un papel, una fotografía o un dibujo (Vizán, 2013).

### Disciplina (Shitsuke)

Shitsuke se puede traducir por disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil y más difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas. La más difícil porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación. Los líderes de la implantación lean establecerá diversos sistemas o mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc (Vizán, 2013).

## 10.2 SMED

SMED persigue la reducción de los tiempos de cambio de la maquinaria. Esta se logra estudiando detalladamente el proceso e incorporando cambios en la máquina, utensilio, herramientas e incluso el propio producto, que disminuyan tiempos de cambio de maquinaria. Esta herramienta permite disminuir el tiempo que se pierde en las máquinas e instalaciones debido al cambio de herramientas necesarias para pasar de producir un tipo de producto a otro. Según Socconini (2008), SMED por sus siglas en inglés significa “Single Minute Exchange of Die” o cambio de herramientas en un solo dígito de minuto, es decir, en menos de 10 minutos. Este tiempo de cambio es el cual transcurre desde la última pieza buena del lote anterior hasta la primera pieza buena del lote que viene en camino (Rojas y Flores, 2015).

### *10.2.1 Razones para implementar SMED*

La herramienta SMED se puede emplear cuando el mercado demanda una mayor variedad de productos; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, por medio de la aplicación de esta herramienta, se disminuye el tiempo de cambio de un producto a otro, lo cual disminuye costos de producción e incrementa la eficiencia de la maquinaria, lo que a su vez aumenta la productividad, además de reducir el tamaño de inventario y los lotes de producción. Algunas ventajas al aplicar la herramienta SMED, en términos generales se podría decir que ofrece mejorar a lo largo del tiempo algunas variables, tales como: reducción de defectos, retrasos en las entregas, reducción en costos de almacenaje, aumento en la productividad, incremento en la satisfacción del cliente, y flexibilidad entre otras (Nieto, Delgado, y Velásquez, 2010).

### 10.2.2 Fases del SMED según autores

Etapas conceptuales para la mejora de preparación, dentro de las cuales se señalan las siguientes (Shingo, 1997):

Etapas uno: Separación de la preparación interna y externa.

Etapas dos: Convertir la preparación interna y externa.

Etapas tres: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.

Por otro lado, hay un procedimiento de seis pasos para implementar SMED y mejorar los tiempos de cambio, dentro de los cuales se mencionan (Socconini 2008):

1. Observar y medir el tiempo total de cambio.
2. Separar actividades internas de las externas.
3. Convertir actividades internas en externas y mover actividades externas fuera del paro.
4. Eliminar desperdicios de las actividades internas.
5. Eliminar desperdicios de las actividades externas.
6. Estandarizar y mantener el nuevo procedimiento.

Para llevar a cabo una acción SMED, las empresas deben acometer estudios de tiempos y movimientos relacionados específicamente con las actividades de preparación. Estos estudios suelen encuadrarse en cuatro fases bien diferenciadas.

Fase 1: Diferenciación de la preparación externa y la interna

Por preparación interna, se entienden todas aquellas actividades que para poder efectuarlas requiere que la máquina se detenga. En tanto que la preparación externa se refiere a las actividades que pueden llevarse a cabo mientras la máquina funciona.

El principal objetivo de esta fase es separar la preparación interna de la preparación externa, y convertir cuanto sea posible de la preparación interna en preparación externa. Para convertir la preparación interna en preparación externa y reducir el tiempo de esta última, son esenciales los puntos siguientes (Matías, 2013) :

- Preparar previamente todos los elementos: plantillas, técnicas, troqueles y materiales...
- Realizar el mayor número de reglajes externamente.
- Mantener los elementos en buenas condiciones de funcionamiento.
- Crear tablas de las operaciones para la preparación externa.
- Utilizar tecnologías que ayuden a la puesta a punto de los procesos.

Fase 2: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora de las operaciones

Las preparaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de mejora y control continuo. A tales efectos se consideran clave para la mejora continua de las mismas los siguientes puntos (Matías, 2013):

- Estudiar las necesidades de personal para cada operación.
- Estudiar la necesidad de cada operación.
- Reducir los reglajes de la máquina.
- Facilitar la introducción de los parámetros de proceso.
- Establecer un estándar de registro de datos de proceso.
- Reducir la necesidad de comprobar la calidad del producto.

Fase 3: Reducir el tiempo de preparación interna mediante la mejora del equipo

Todas las medidas tomadas a los efectos de reducir los tiempos de preparación se han referido hasta ahora a las operaciones o actividades. La siguiente fase debe enfocarse a la mejora del equipo (Matías, 2013) :

- Organizar las preparaciones externas y modificar el equipo de forma tal que puedan seleccionarse distintas preparaciones de forma asistida.
- Modificar la estructura del equipo o diseñar técnicas que permitan una reducción de la preparación y de la puesta en marcha.

#### Fase 4: Preparación Cero

El tiempo ideal de preparación es cero por lo que el objetivo final debe ser plantearse la utilización de tecnologías adecuadas y el diseño de dispositivos flexibles para productos pertenecientes a la misma familia. Los beneficios de la aplicación de las técnicas SMED se traducen en una mayor capacidad de respuesta rápida a los cambios

en la demanda (mayor flexibilidad de la línea), permitiendo la aplicación posterior de los principios y técnicas Lean como el flujo pieza a pieza, la producción mezclada o la producción nivelada

(Matías, 2013).

.

### 10.3 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa es también conocido con el nombre de espina de pescado (por su forma), o también llamado diagrama causa-efecto (CE). Esta es una herramienta que ayuda a estructurar la información ayudando a dar claridad, mediante un esquema gráfico, de las causas que producen un problema, pero en si no identifica la causa raíz

(Valenzuela, 2000).

#### *10.3.1 Funcionalidades básicas del diagrama de Ishikawa*

Esta herramienta provee las siguientes funcionalidades básicas (Salazar, 2021):

- Es una representación visual de aquellos factores que pueden contribuir a un efecto observado o fenómeno estudiado que está siendo examinado.
- La interrelación entre los posibles factores causales queda claramente especificada. Un factor causante puede aparecer repetidamente en diferentes partes del diagrama.

- Las interrelaciones se establecen generalmente en forma cualitativa e hipotética. Un diagrama CE es preparado como un prelude al desarrollo de la información requerida para establecer la causalidad empírica.

### *10.3.2 Ventajas y desventajas del diagrama de Ishikawa*

Ventajas de la aplicación del diagrama de Ishikawa (Romero & Camacho 2010):

- La herramienta establece el análisis de tendencias y la manera en que están distribuidos los datos, con el objetivo primordial de analizar los inconvenientes para tomar las acciones necesarias para su solución.
- Es una herramienta sencilla de interpretar y analizar los datos dentro del proceso se observan las causas de acuerdo un problema y los efectos que conlleva y pueden ser controlables. empezando desde un problema familiar hasta los educativos.
- El diagrama de Ishikawa tiene como fin permitir a la organización trabajar con grandes cantidades de información, sobre un problema específico y determinar exactamente las posibles causas lo que, finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.



Desventajas de la aplicación del diagrama de Ishikawa (Salazar, 2021):

- Novillo, Maldonado,(2017) concuerdan con Espinel (2007), en el sentido de que existen investigaciones que demuestran que hay falencias en la elaboración de los histogramas y los diagramas, así como dificultades en su comprensión.
- Según Aguirre Sánchez & Delgado (2017), el diagrama de Ishikawa es una herramienta ampliamente utilizada, sin embargo, existen dos problemas cruciales que tienen que ser considerados en este proceso: la subjetividad en la evaluación del experto y el componente difuso en la lingüística.
- Fishbone Diagrams (2016) citado por Aguirre Sánchez & Delgado (2017) indicó que una desventaja del diagrama es que puede otorgar aproximaciones divergentes, lo que conlleva a un gasto de energía improductivo a causa de la especulación.

#### 10.4 Hojas de operación estándar.

Las hojas de operación estándar es un formato para la estandarización de operaciones en donde se detalla la operación, se determina el orden de los pasos principales y por último se registra el tiempo de ejecución y los recursos a utilizar en cada operación. Es el método de trabajo por el cual se elimina la variación, desperdicio y el desequilibrio, realizando las operaciones con mayor facilidad, rapidez y menor costo, teniendo siempre como prioridad la seguridad, asegurando la plena satisfacción del cliente; hace siempre lo mismo y de la misma manera. La operación estándar debe de incluir todos los requisitos importantes dentro de la organización e incluirlos para que estos se realicen de forma sistemática (Ortiz García, 2023).

Antes de llevar a cabo la realización de una hoja de proceso, debemos tomar en cuenta los siguientes aspectos (Ortiz García, 2023):

- Plano de la pieza.
- Numero de fase.
- Operaciones para realizar.
- Maquinas a utilizar.
- Herramientas.
- Tiempo necesario.
- Material.

#### *10.4.1 Método para la realización de un HOE*

La metodología para la realización de una HOE es la siguiente (Ortiz García, 2023):

1. Introducción de la información al sistema: en este paso se introdujo al sistema del interés la secuencia de las operaciones previamente acordada y validada, también para explicar mayor detalle de las operaciones, esta información es: puntos clave (la parte más importante al realizar la operación), razón de punto clave (especificar porque es la parte más importante) e imágenes (que detallen la operación visualmente).
2. Impresión de las Hojas de Operación Estándar: una vez registrada toda la información dentro del sistema, se procede a la impresión de las HOE's. Primero son impresas en formato pdf, para ser revisadas antes de su impresión en físico, con la finalidad de evitar un consumo de papel innecesario. Una vez revisadas, se procede la impresión en físico de las HOE's.
3. Colocación de las HOE's en carpetas: una vez impresas en físico, las HOE's son colocadas en carpetas de colores según el producto. Con la finalidad de que el operario pueda reconocer rápidamente la carpeta que desea.

4. Recolección de firmas para validación de información: los documentos se presentan ante los supervisores quienes revisan la información y firman para validar la introducción de las HOE's en los puestos de trabajo.
5. Colocación en los puestos de trabajo: se colocan las HOE's en los puestos de trabajo correspondientes y se verifica que los operarios realicen las operaciones en el orden que se estableció.

## **CAPÍTULO 4: DESARROLLO**

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

Para proporcionar una solución a la problemática expuesta, se presentó la metodología "SMED", la cual estuvo conformada por 5 pasos que formaron parte de la preparación del proyecto.

Paso 0: "Preparación previa."

En esta etapa, se lleva a cabo el análisis de la situación actual del proceso para evaluar las actividades, identificar las problemáticas. Con esto, se busca analizar la situación actual del proceso.

Paso 1: "Separar actividades externas e internas."

- Actividades Internas: Son aquellas que solo se pueden realizar cuando la máquina está detenida, como el desmontaje y montaje de herramientas.
- Actividades Externas: Se pueden realizar mientras la máquina aún está en funcionamiento, como la preparación de herramientas y materiales.

Paso 2: "Convertir actividades internas a externas."

Se identifica tareas que normalmente se realizan cuando la máquina está inactiva y buscar formas de realizarlas mientras la máquina aún está en funcionamiento.

Paso 3: "Estandarización de actividades internas."

Se establece procedimientos claros y eficientes para las actividades internas, asegurándose de que se realicen de la manera más rápida y efectiva posible. (HOE's)

Paso 5:” Realizar un seguimiento.”

Una vez terminado SMED por primera vez es vital realizar el seguimiento para ver si el nuevo estándar definido sufre desviaciones y en caso de que así sea, poder tomar acciones correctoras. De esta forma el seguimiento que se suele hacer se apoya en 2 soportes:

- Registrar todas las incidencias que se han dado durante la semana. Sobre la Check-list se puede hacer.
- Registrar todos los tiempos de cambio que se dan durante la semana para luego, en una gráfica, representar los valores máximo, mínimo y medio de cada semana. La evolución de los datos desvela las desviaciones.

11.1 cronograma de actividades. A continuación, se muestra el cronograma de actividades (ver tabla 11.1, 11.2) el cual está basado en los 5 pasos de la metodología SMED con las cuales se desarrolló el proyecto durante el periodo AGO.-DIC. 2023.

Actividades	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>Preparación previa:</b> Conocer el proceso actual de cambio de troquel.					
<b>Separar actividades externas e internas:</b> Convertir cuantas más actividades se puedan del proceso de cambio de referencia en externas.					
<b>Convertir actividades internas a externas</b> Implica cambiar algunas tareas que normalmente se realizarían cuando la máquina está en funcionamiento					
<b>Estandarización de actividades internas</b> La estandarización implica el uso de herramientas y métodos estandarizados que faciliten y agilicen el cambio de troquel como HOE's.					

**Tabla 11.1** cronograma de actividades. Fuente: elaboración propia, 2023

<b>Actividades</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>OCTUBRE</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>DICIEMBRE</b>
<p><b>Realizar un seguimiento.</b></p> <p>El seguimiento después de la implementación del SMED en el cambio de troquel es crucial para asegurar que las mejoras se mantengan</p>					


**Tabla 11.2** cronograma de actividades. Fuente: elaboración propia, 2023

### 11.2 Etapa 0 “Preparación previa”.

En su búsqueda continua de eficiencia y optimización, Unipres mexicana se ha enfrentado a un índice de KPI notablemente alto en el proceso de cambios de modelos. En esta fase inicial, se ha propuesto comprender a fondo el proceso existente para el cambio de modelo, reconociendo la importancia de obtener información detallada como base fundamental para la toma de decisiones.

El primer paso consistió en recopilar toda la información disponible relacionada con el proceso de cambio de modelo.

Primero se obtuvo información visual, fue a través de visitas a la prensa donde se hacia el cambio de modelo, se conoció el proceso y la información observada fue recopilada y plasmada en una secuencia detallada que proporciona una representación gráfica cronométricamente y cronológica del proceso de cambio de modelo. (ver tablas 11.2, 11.3, 11.4, 11.5)

secuencia de montaje de troquel			
No.	Pasos principales para cambio de modelo	ilustración	cronometro
1	EN ZONA DE M.B. COLOCARSE EN EL CIRCULO MARCADO COMO "INICIO DE ESPERA DE MONTAJE"		1
2	COMENZAR POR DESCONECTAR EL SENSOR DE LA BARRA Y LAS MANGUERAS DEL DEDO		546
3	Y AL MISMO TIEMPO CON AYUDA DE LA LLAVE ALLEN 10MM AFLOJAR LOS TORNILLOS DE LOS DEDOS PARA PODER RETIRARLOS		
4	CONFIRMAR QUE EL ADC DE LA LINEA ESTE CONCLUIDO, Y UNA VEZ ASI EN PANEL DE CONTROL, COLOCAR EL SELECTOR EN "DESCLAMPAR"		3
5	ABRIR BARRAS MANUALMENTE, RETIRANDO EL SEGURO QUE SE ENCUENTRA EN CADA UNA DE LAS MISMAS		14

**Tabla 11.2** Secuencia de montaje de troquel. Fuente: elaboración propia, 2023



6	LEVANTAR CAIDAS DEL TROQUEL Y ASI MISMO RETIRAR LOS CLAMPS INFERIORES Y MANGUERAS DE AUTOMATIZACION DE CADA OPERACION.		132
7	ACERCAR GRUA VIAJERA A MESA MOBIL, TOMANDO CON LA MANO LOS 4 ESTROBOS		26
8	CON AYUDA DE LA GRUA, COMENZAR A RETIRAR LOS TROQUELES DEL NUMERO DE PARTE QUE SALIO DE PRODUCIR; (RETIRANDO DE 2 EN 2 TROQUELES HASTA DONDE SEA POSIBLE)		1200
9	RETIRAR LOS PRIMEROS DOS TROQUELES DEL N/P QUE SALIO Y LLEVARLOS A SU LUGAR EN ALMACEN, Y DEL ALMACEN LLEVAR A LA MB LOS PIRMEROS TROQUELES DEL NUMERO DE PARTE QUE VA A PRODUCIR. (REALIZAR MANIOBRA DE 2 EN 2 HASTA DONDE SEA POSIBLE)		
10	REALIZAR LOS PASOS 8 Y 9 HASTA FINALIZAR EL MONTAJE / DESMONTAJE		
11	EN CASO DE QUE EL NUMERO DE PARTE QUE SALIO LLEVE PERNOS DE COLCHON, DURANTE LA OPERACIÓN 8 Y 9, RETIRAR LOS PERNOS ANTES DE COLOCAR EL TROQUEL DEL N/P SIGUIENTE Y COLOCARLOS EN CARRO PORTA PERNOS		240

**Tabla 11.3** Secuencia de montaje de troquel. Fuente: elaboración propia, 2023

12	UNA VEZ FINALIZADO LA OPERACIÓN DE DESMONTAJE Y MONTAJE DE TROQUELES, SUBIR ESTROBOS 4 MTS		29
13	UNA VEZ COLOCADOS TODOS LOS TROQUELES DEL SIGUIENTE NUMERO A PRODUCIR, COLOCAR TODOS LOS CLAMPS.		34
14	COLOCAR LAS MANGUERAS NECESARIAS PARA LOS ACCESORIOS Y CONFIRMAR QUE TODAS LAS CAIDAS DE LOS TROQUELES QUEDEN ABAJO		98
15	CERRAR LAS BARRAS MANUALMENTE, RETIRANDO EL SEGURO QUE SE ENCUENTRA EN CADA EXTREMO DE LAS MISMAS.		14

Tabla 11.4 Secuencia de montaje de troquel. Fuente: elaboración propia, 2023





16	CON AYUDA DE LA LLAVE ALLEN 10 MM APRETAR LOS TORNILLOS DE LOS DEDOS		273		
17	Y AL MISMO TIEMPO COLOCAR MANGUERAS DE AIRE EN CONECTOR DE DEDO, Y SENSORES DE DEDOS EN CONECTOR DE BARRA .				
18	EN PANEL DE CONTROL, COLOCAR SELECTOR EN MODO CLAMPADO		4		
19	REALIZAR LA CONFIRMACION DEL MONTAJE REVISANDO LOS PUNTOS QUE MARCA EL CHECK LIST DE MONTAJE	(ver tabla 11.2.1)	360		
				total tiempo en segundos	2974
				minutos	49.57

Tabla 11.5 Secuencia de montaje de troquel. Fuente: elaboración propia, 2023

Esta aproximación visual no solo permitió una comprensión más profunda del procedimiento que se llevó a cabo, sino que también facilitó la identificación de posibles áreas de mejora. La observación directa proporcionó una perspectiva única sobre las interacciones entre el personal, la maquinaria y los componentes del proceso.

La secuencia visual servirá como referencia clave y será indispensable en la identificación de oportunidades para optimizar el proceso de cambio de modelo en busca de eficiencia operativa y excelencia en la producción en el cambio de troquel.

En la siguiente tabla se muestra un checklist de montaje el cual el operador debe realizar para finalizar el montaje de troquel.

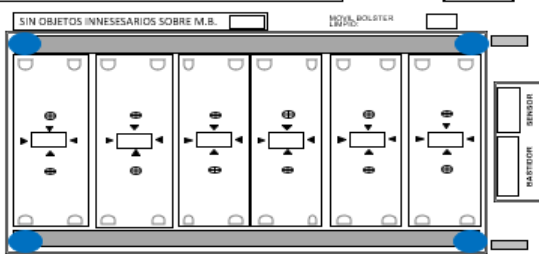


# MONTAJE DE TROQUEL

1.- PREPARACION DE CARRONES, COBERTA Y/O APERTURAS  
 2.- SE DEBE VERIFICAR LA CALIDAD DE LOS CARRONES ANTES DE SU USO Y TENER MONTAJE  
 3.- SE DEBE VERIFICAR LA CALIDAD DE LOS CARRONES ANTES DE SU USO Y TENER MONTAJE  
 4.- EN CASO DE RECAER EN LAS RECOMENDACIONES DEBERA DE SER REVISADO EN PRODUCCION  
 5.- SE DEBE VERIFICAR LA CALIDAD DE LOS CARRONES ANTES DE SU USO Y TENER MONTAJE  
 6.- SE DEBE VERIFICAR LA CALIDAD DE LOS CARRONES ANTES DE SU USO Y TENER MONTAJE

No DE PARTE DESMONTADO:	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>OK</b>	LINEA:
No DE PARTE MONTADO:	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NG</b>	FECHA:
MESA MOVIL:	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO APLICA</b>	HORA:

PUNTO	METODO	NORMA	6		5		4		3		2		1		0	
			R6	F6	R5	F5	R4	F4	R3	F3	R2	F2	R1	F1	R0	F0
<b>DEDOS</b>	VISUAL	SEGUN LA SECUENCIA DE LOS NUMEROS R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6														
	VISUAL / MANUAL	2 <b>TORNILLOS CONICOS "M12"</b> POR CADA DEDO APRETAR CON LLAVE ALLEN "18"														
	VISUAL	PARA DEDO <b>FO Y BQ</b> CONFIRMAR QUE LA PLANTILLA SEA ENCAJONADA														
<b>MANGUERAS DE DEDO</b>	MANUAL	SIN DAÑOS, EN LA POSICION CORRECTA <b>CON VENUDO</b> Y SUJETA DE GRIPER														
	ACEITE	APLICAR UN DISPARO EN EL CONECTOR AMARILLO ANTES DE PONER LA MANGUERA														
<b>SENSORES</b>	VISUAL	CABLE BIEN CONECTADO EN AMBOS EXTREMOS														
	VISUAL	SOPLETEAR LOS SENSORES PARA RETIRAR RESIDUOS DE POLVO Y SCRAP														
<b>CLAMPS</b>	VISUAL	QUE TODOS LOS CLAMPS ESTEN SUJETOS AL TROQUEL INFERIOR														
<b>AUTOMATIZACIONES</b>	VISUAL	MANGUERA BIEN CONECTADA A LAS TOMAS DE AIRE EN AMBOS EXTREMOS														
<b>TROQUELES</b>	VISUAL / MANUAL	SEGUN LA SECUENCIA SEÑALADA EN HOJE DE MONTAJE LIMPIO Y SIN OBJETOS EN PARTE SUPERIOR														
<b>LAINAS DE TROQUEL</b>	VISUAL / MANUAL	QUE NO ESTE SUELTA Y CON FALTA DE TORNILLO, DOBLADA O DAÑADA														
<b>DESCANSOS CENTRADO DE TROQUEL</b>	VISUAL	SIN DAÑO EN ESTRUCTURA Y/O COMPONENTES COMO CILINDROS DEBE HABER 2 PERNOS POR TROQUEL Y AL MENOS 1 CUÑA EN EL CENTRO O DEBE HABER 4 CUÑAS POR TROQUEL														
<b>PERNOS DE COLCHON TAPAS DE BILIEC</b>	VISUAL	QUE LOS PERNOS CORRESPONDAN AL NUMERO DE PARTE, QUE LA CANTIDAD DE PERNOS SE IGUAL A LA DE LA HOJE DE MONTAJE Y CONFIRMAR POSICION DE PERNOS IGUAL QUE LA LONA ANTES DE MONTAR TROQUEL														
<b>MANOMETRO</b>	VISUAL / MANUAL	TODOS LOS BUJES QUE NO ESTEN SIENDO OCUPADOS Y/O FUERA DEL TROQUEL DEBEN TENER TAPA														
<b>ZONA DE MB</b>	VISUAL	DEBE DE CUMPLIR CON LA NORMA DE ACUERDO A LA ESPECIFICADA EN HOJE DE MONTAJE DE CUERDO AL NIP														
<b>PIEZA DE BARRA</b>	TRAPO DESENGRASANTE	ALREDEDOR DE LOS MB EL PISO DEBE ESTAR LIBRE DE SCRAP, TORNILLERIA, TRAJOS, GANCHO O CUALQUIER OBJETO														
<b>MOBIL BOLSTER</b>	ESCOBA	LIBRE DE SCRAP Y/O ACUMULAMIENTO EXCESIVO DE GRASA EN ZONAS DE CONEXION DE BARRAS														
		SIN OBJETOS INNESESARIOS SOBRE M.B.														



ACORDADO DE PLANTILLA	SE DEBE DE GARANTIZAR CON EL SEPARADOR QUE TODAS LAS PARRAS DE LAS TARIMAS TENGAN DISTANCIA ENTRE ELLAS DE 15 CM	TARIMA 1	TARIMA 2	TARIMA 3	TARIMA 4	TARIMA 5	TARIMA 6	TARIMA 7

NOMBRE DE QUIEN CHECO

Tabla 11.2.1 Checklist de montaje de troquel. Fuente: Unipres mexicana, 2023

### 11.3 etapa 1 “Separar actividades externas e internas.”

Derivado de la fase inicial del proyecto, donde se llevaron a cabo las observaciones detalladas de la prensa TRF 1500 se logra comprender en profundidad el proceso de cambio de modelo, se ha obtenido una clara identificación de las actividades externas e internas asociadas con este procedimiento. Esta distinción es esencial para proporcionar una comprensión más completa del proceso, siendo así la optimización eficiente de las operaciones. A continuación, se describen las actividades internas y externas que fueron claramente identificadas durante estas observaciones. (ver tabla 11.3, 11.4, 11.5)

No.	Actividades externas	Actividades internas
1.	En zona de MB. Colocarse en el círculo marcado como "inicio de espera de montaje"	<b>Desmontaje del Troquel</b> Esta acción se realiza cuando para desmontar el troquel de modelo actual.
2.	Comenzar por desconectar el sensor de la barra y las mangueras del dedo	<b>Ajustes de Maquinaria</b> Se efectúan ajustes en la prensa de acuerdo al modelo que se va a producir.
3.	Con ayuda de la llave allen 10mm aflojar los tornillos de los dedos para poder retirarlos	<b>Calibración y Verificación</b> Proceso de precisión para golpe de troquel.
4.	Confirmar que el adc de la línea esté concluido, y una vez así en panel de control, colocar el selector en "desclampar"	<b>Cambio de herramientas.</b> En esta parte del proceso se realiza un cambio de molde para las plantillas a producir.

**Tabla 11.3** Actividades internas y externas. Fuente: Elaboración propia, 2023

No.	Actividades externas	Actividades Internas
5.	Abrir barras manualmente, retirando el seguro que se encuentra en cada una de las mismas	<p style="text-align: center;"><b>Pruebas Iniciales</b></p> Se realiza pruebas de manera manual para verificar que el estampado sea adecuado.
6.	Levantar caídas del troquel y así mismo retirar los clamps inferiores y mangueras de automatización de cada operación.	
7.	Acercar grúa viajera a mesa móvil, tomando con la mano los 4 estrobos	
8.	Con ayuda de la grúa, comenzar a retirar los troqueles del número de parte que salió de producir; (retirando de 2 en 2 troqueles hasta donde sea posible)	
9.	Retirar los primeros dos troqueles del n/p que salió y llevarlos a su lugar en almacén, y del almacén llevar a la MB los primeros troqueles del número de parte que va a producir. (realizar maniobra de 2 en 2 hasta donde sea posible)	
10.	En caso de que el número de parte que salió lleve pernos de colchón, durante la operación 8 y 9, retirar los pernos antes de colocar el troquel del n/p siguiente	

**Tabla 11.3.1** Actividades internas y externas. Fuente: Elaboración propia, 2023

No.	Actividades externas	Actividades Internas
11.	Una vez finalizado la operación de desmontaje y montaje de troqueles, subir estrobos 4 mts.	
12.	Colocar las mangueras necesarias para los accesorios y confirmar que todas las caídas de los troqueles queden abajo	
13.	Cerrar las barras manualmente, retirando el seguro que se encuentra en cada extremo de las mismas.	
14.	Con ayuda de la llave Allen 10 mm apretar los tornillos de los dedos	
15.	Colocar mangueras de aire en conector de dedo, y sensores de dedos en conector de barra .	
16.	En panel de control, colocar selector en modo clamado	
17.	Realizar la confirmación del montaje revisando los puntos que marca el <u>check</u> list de montaje	

**Tabla 11.3.2** Actividades internas y externas. Fuente: Elaboración propia, 2023

Este análisis detallado permite la distinción clara entre las actividades internas y externas en el proceso de cambio de troquel, el cual proporciona una sólida base para la comprensión detallada del flujo de trabajo, durante este proceso se busca lograr que el enfoque sistemático resulte en una mayor eficiencia operativa, tiempos de cambio reducidos y, por ende, un rendimiento general

11.4 etapa 2” Convertir actividades internas a externas.”

Para la realización de la metodología SMED es importante esta etapa, ya que las actividades internas nos generan tiempos demasiados largos, se ha elaborado un detallado diagrama de proceso que destaca las actividades esenciales del proceso de cambio de troquel. Este diagrama (ver diagrama 11.4) se ha diseñado con el objetivo de considerar la posibilidad de convertir ciertas actividades internas en externas.

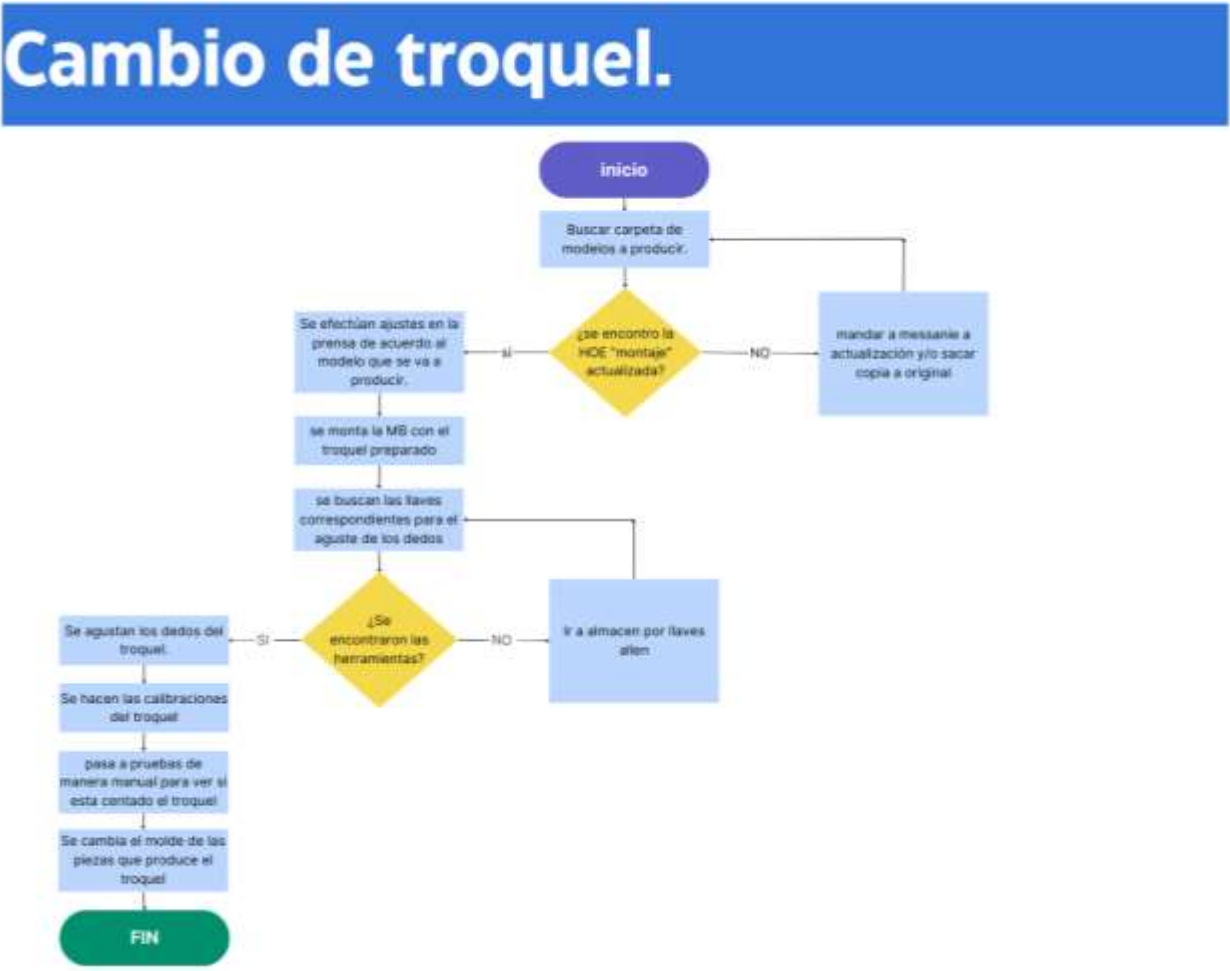


Diagrama 11.4 Diagrama de proceso TRF1500. Fuente: Elaboración propia, 2023



Una vez detallado el diagrama de proceso la tarea fue ver cuáles eran los procesos con mayor tiempo, así que se monitoreo por una semana completa todas las actividades plasmadas en el diagrama de proceso (ver diagrama 11.4) individualmente, esto para tomar tiempos y realizar una tabla la cual nos daría un mayor enfoque a las actividades, y con esto poder decidir cuales actividades internas se convertirían a actividades externas. (ver tabla 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9,11.10, 11.11).

FORMATO DE RESULTADOS "Buscar Carpeta de modelos"					
HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
12:00	60	55	52	42	45
03:00	59	50	53	41	66
05:00	60	52	44	59	39
				Promedio segundo	51.80

**Tabla 11.4** Tiempo búsqueda carpeta de modelos. Fuente: Elaboración propia, 2023.

FORMATO DE RESULTADOS "agustes de HOE"					
HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
12:00	45	42	52	42	24
03:00	54	48	49	56	50
05:00	46	47	51	52	43
				Promedio segundo	46.73

**Tabla 11.5** Tiempo de ajustes con la HOE. Fuente: Elaboración propia, 2023.

FORMATO DE RESULTADOS "Montar troquel preparado"					
HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
12:00	20	25	26	21	30
03:00	37	35	25	31	32
05:00	45	20	38	26	28
				Promedio segundo	29.27

**Tabla 11.6** Tiempo de montaje preparado. Fuente: Elaboración propia, 2023.



FORMATO DE RESULTADOS "busqueda de herramienta"					
HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
12:00	70	59	62	45	67
03:00	67	68	42	41	56
05:00	61	46	54	55	52
				Promedio segundo	56.33

**Tabla 11.7** Tiempo de búsqueda de herramientas. Fuente: Elaboración propia, 2023.

FORMATO DE RESULTADOS " aguste de dedos mb"					
HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
12:00	80	81	92	85	41
03:00	88	81	82	83	81
05:00	85	86	81	83	84
				Promedio segundo	80.87

**Tabla 11.8** Tiempo de ajustes de dedos. Fuente: Elaboración propia, 2023.

FORMATO DE RESULTADOS calibración					
HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
12:00	53	54	52	52	54
03:00	55	65	52	54	55
05:00	51	52	53	54	55
				Promedio segundo	54.07

**Tabla 11.9** Tiempo de ajustes de calibración. Fuente: Elaboración propia, 2023.

FORMATO DE RESULTADOS "Prueba de centrado"					
HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
12:00	60	20	45	28	26
03:00	31	45	45	48	42
05:00	43	40	36	21	52
				Promedio segundo	38.80

**Tabla 11.10** Tiempo de prueba de centrado. Fuente: Elaboración propia, 2023.



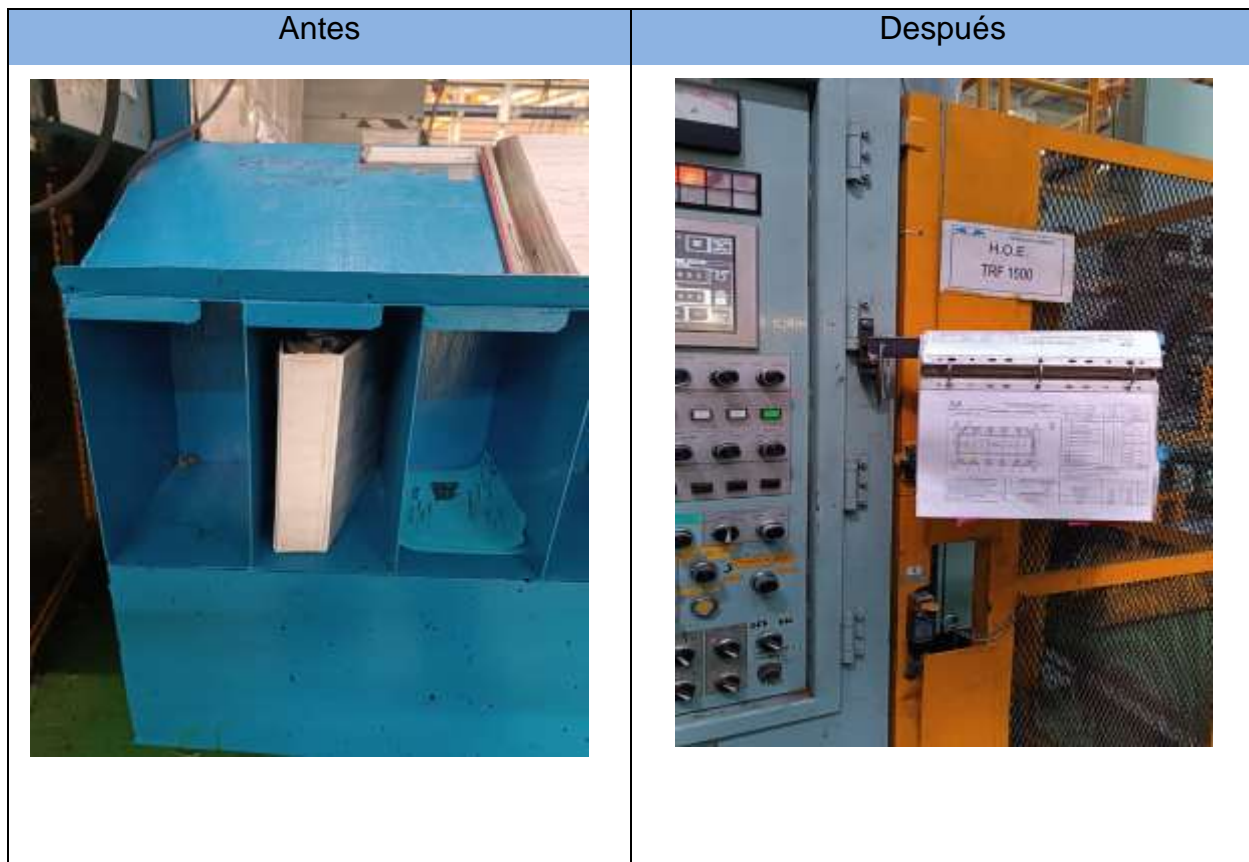
Al finalizar el proceso de toma de tiempos, se llevó a cabo un análisis para determinar los promedios de duración de cada actividad. Esta información se organizó en una tabla (ver tabla 11.12) que proporciona una visión consolidada de los tiempos promedio para cada fase interna del cambio de troquel.

Tabla de actividades y tiempos.			
No.	actividad	descripción	T. promedio
1	Buscar carpeta de modelos a producir	en este proceso se tiene que buscar la carpeta de las HOE's y buscar el modelo a producir.	51.80
2	se hacen los agustes correspondientes de acuerdo a la HOE	con ayuda de la HOE se ponen los parametros correspondientes al modelo a producir	46.73
3	Se monta la MB con el troquel preparado	El troquel debe estar preparado para meterse a producción	29.27
4	se buscan las llaves allen correspondientes en el carrito de herramientas	Se buscan llaves para agustar dedos de MB	56.33
5	Se agustan dedos de MB	Se agustan los dedos con la plantilla a producir	80.87
6	Se calibra el troquel	la calibración es util para que no existan fallas despues del montaje	54.07
7	prueba de centrado de foma manual	esto se hace para asegurar un formado positivo en la marca de golpe	38.80
8	cambiar molde para nuevo modelo	se cambia de molde para la producci'on del nuevo modelo	39.47
		total	397.33

**Tabla 11.12** Tiempos promedio de actividades internas Fuente: Elaboración propia, 2023.

Al concluir el análisis exhaustivo de los tiempos y la evaluación integral del proceso de cambio de troquel, se ha determinado que dos actividades internas específicas presentan oportunidades significativas para ser convertidas en actividades externas. La decisión de externalizar estas actividades tiene como objetivo primordial la reducción del tiempo total dedicado al cambio de troquel, con el fin de mejorar la eficiencia operativa.

En relación a la actividad 1, "buscar carpeta de modelos a producir", se llevó a cabo una modificación en el diseño de acomodo de las Hojas de Operación Estándar (HOE's) (ver tabla 11.13) con el objetivo de optimizar el tiempo y mejorar la eficiencia durante la búsqueda. Con esto y con ayuda del tablero kanban los operadores podrían buscar el siguiente modelo a producir de una manera más eficiente sin la necesidad de hacerlo a la hora del montaje si no antes.





**Tabla 11.13** modificación de acomodo de HOE's: Elaboración propia, 2023.

Con la implementación de esta mejora, se eliminó la necesidad por parte del operador de buscar las Hojas de Operación Estándar (HOE) de manera activa. En cambio, las HOE fueron reorganizadas y colocadas en un lugar visible, proporcionando así un mayor control y accesibilidad. Este cambio estratégico no solo simplifica el proceso de búsqueda, sino que también contribuye a una gestión más eficiente y rápida de las HOE's.

Además, para facilitar aún más las operaciones, las HOE se instalaron cercas a los comandos pertinentes. Esta disposición táctica tiene como objetivo ofrecer al operador una mayor comodidad y eficacia al realizar los ajustes necesarios. La proximidad de las HOE a los comandos pertinentes simplifica el flujo de trabajo, reduciendo potencialmente el tiempo dedicado a la búsqueda y optimizando la ejecución de tareas.

Para concluir las fases de modificación, se implementaron modificaciones en el proceso número 4, específicamente en la "búsqueda de llaves Allen en carrito de herramientas". Se llevó a cabo una reconfiguración en el diseño de las llaves Allen con el objetivo de proporcionar al operador un acceso más rápido y práctico a las herramientas. Esta modificación se diseñó estratégicamente para permitir al operador realizar ajustes de manera eficiente antes de detener la máquina (ver tabla 11.14)

Antes	Después
	

**Tabla 11.14** modificación de acomodo de llaves Allen: Elaboración propia, 2023.

La nueva disposición de las llaves Allen sujetas al pantalón del operador busca optimizar el flujo de trabajo, asegurando que las herramientas necesarias estén fácilmente disponibles al alcance del operador. Este enfoque tiene como propósito reducir los tiempos de búsqueda, minimizar los tiempos muertos y mejorar la capacidad del operador para realizar ajustes rápidos y precisos sin interrumpir el proceso de la máquina.

Además, al garantizar que las llaves Allen estén al alcance inmediato, se busca aumentar la eficacia operativa general y reducir la dependencia del operador en la búsqueda activa de herramientas. Este cambio en el diseño no solo impacta la eficiencia del proceso, sino que también contribuye a un entorno de trabajo más ágil y centrado en la productividad.

#### *11.5 etapa 2” Estandarización de actividades internas.”*

Para asegurar que las actividades se realicen en un tiempo estándar, es importante seguir un proceso estructurado que garantice eficiencia y consistencia en la ejecución de tareas. La estandarización no solo establece un marco de referencia para la ejecución eficiente, sino que también facilita la medición y evaluación constante del desempeño

En el contexto de Unipres Mexicana S.A. de C.V., la implementación de estándares, como las Hojas de Operación Estándar (HOE's), ha sido una estrategia clave para lograr la estandarización en sus procesos operativos. Con el objetivo de garantizar que todos los operadores cumplan de manera consistente con la tarea de verificar las HOE's, se implementaron diversos métodos. Uno de estos métodos consistió en la realización de reuniones, durante las cuales se abordó con los operadores la importancia fundamental de esta actividad. Estas juntas no solo sirvieron como plataforma para comunicar la relevancia de seguir los estándares establecidos, sino que también proporcionaron un espacio para aclarar cualquier duda y fomentar la comprensión colectiva de los procedimientos. (ver fotografía 11.5)



**Fotografía 11.5** Importancia de las HOE's: Elaboración propia, 2023.

Durante la junta, se incentivó activamente la participación de los operadores, fomentándoles a expresar sus inquietudes y compartir sus experiencias en relación con la utilización de las HOE's. Este enfoque participativo no solo facilitó la identificación de posibles obstáculos en la implementación de los estándares, sino que también fortaleció el compromiso del equipo con la adopción de prácticas estandarizadas.

Aunado a eso se llegó a la conclusión de que muchos operadores no utilizaban las HOE's por que se trataban de hojas desactualizadas.







Este plan de actualización se realiza cada semana, no solo actualizando de manera directa a la TRF1500 si no a todas las presas de unipres para tener una estandarización de manera eficiente y óptima.

#### *11.6 etapa 2” Realizar un seguimiento.”*

La realización de un seguimiento se vuelve esencial para mantener las mejoras implementadas en el contexto del SMED de manera efectiva y asegurar su consistencia a lo largo del tiempo. Este proceso es fundamental para garantizar que las prácticas optimizadas se integren de manera continua en la operación diaria.

Para esto se implementó un formato (ver ilustración 11.6) de seguimiento de los resultados diarios de “ADC” con este formato se monitorea de manera diaria el tiempo de cambio de troquel siendo así una manera de monitorear que los operadores estén tomando cronométricamente sus cambios de modelo y así darnos cuenta de los errores o problemáticas que existieron en el día con eso mismo mandar las problemáticas al departamento correspondiente.

Con la implementación de este formato, se garantiza que los operadores realicen un seguimiento efectivo de su proceso de cambio de troquel, incluyendo el cronometraje preciso de las actividades. Este enfoque facilita una supervisión más detallada y objetiva del desempeño individual y del equipo en relación con los tiempos establecidos por el SMED. La recopilación de datos en tiempo real proporciona una visión precisa de la eficiencia operativa durante los cambios de troquel. Al recoger datos en tiempo real y abordar problemas de manera proactiva, se crea un entorno propicio para la optimización constante del proceso de cambio de troquel, contribuyendo así a la eficiencia operativa y a la resolución ágil de desafíos potenciales.

**UNIPRES**  
**HOJA DE RESPETO DE SECUENCIA DE ADC**  
**TRANSFER 1500**

PUNTO A CHECAR	DOM	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
	ORA 1	ORA 1	ORA 1	ORA 1	ORA 1	ORA 1	ORA 1
NUMERO DE PARTE							
TIEMPO CRONOMETRADO POR EL OPERADOR							
TIEMPO CRONOMETRADO POR TITULAR							
TIEMPO ANOTADO EN REPORTE DE PRODUCCION POR TITULAR							
TIEMPO OBJETIVO	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
OBSERVACIONES							

**REGLA PARA CRONOMETRAR ADC**

**INICI**





**FIN**





COMBINAR Y CUBRIR CON EL ADC EN EL MOMENTO DE DAR INICIO DEL PROCESO DE PRODUCCION



PARAR EL CRONOMETRADOR EN EL MOMENTO DE DAR LA PRIMA VUELTA A LA RUEDA DEL OPERADOR

**ANOMALIAS QUE AFECTAN AL ADC**

**ESTA ANOMALIA DEBE EVITARSE DURANTE EL PREPARATIVO ANTES DE DAR INICIO AL ADC**

**FALTA DE RACKS**



**FALTA DE PLANTILLA**



**FALLA DE TROQUEL**



**MAL PREPARATIVO**



**Ilustración 11.6** formato de seguimiento “ADC”: Elaboración Unipres mexicana, 2023.

## **CAPÍTULO 5: RESULTADOS**

### **12.Resultados**

Unipres Mexicana, ubicada en Aguascalientes, se destaca como una empresa japonesa especializada en la fabricación de partes ensambladas para carrocerías. Su enfoque primordial recae en productos de estampado, siendo estos componentes fundamentales para la estructura de sus productos finales. En el ámbito de la producción, Unipres alberga prensas de alto tonelaje, destacando entre ellas la TRF 15000. No obstante, se ha identificado una significativa problemática relacionada con el cambio de modelo en esta prensa, ya que el proceso actual demanda más tiempo del necesario.

El objetivo del proyecto fue reducir el tiempo de cambio de modelo en un 25% en la maquina TRF 1500 en el área de producción estampado en unipres mexicana mediante la implementación de la metodología SMED identificando posibles fallas, optimizando el proceso, capacitando el personal, reduciendo con ello el tiempo de inactividad y mejorando la productividad lo que a su vez impacta en el índice KPI realizando el proyecto en un periodo de ago.-dic.2023

La metodología utilizada fue SMED ya que con esta metodología y sus 5 pasos se logró cumplir el objetivo que se había propuesto al inicio cumpliendo así un 27.2% de reducción del tiempo estimado.

En el primer paso para la realización de la metodología SMED, se propuso comprender a fondo el proceso, llevando a cabo una visión directa de la línea y el proceso de producción de manera presencial. Este enfoque permitió adquirir un conocimiento detallado de la dinámica operativa, identificando las particularidades y desafíos asociados con el montaje de troqueles. Como resultado de esta investigación, se desarrolló una secuencia detallada del montaje de troquel.

En el segundo paso, se han delineado las actividades internas y externas de manera precisa y comprensible, como resultado de las observaciones realizadas. El formato utilizado en este proceso se caracterizó por su claridad y concisión, lo que facilitó la identificación de las distintas acciones llevadas a cabo tanto dentro como fuera de la entidad en cuestión.

En el tercer paso, se aborda la transformación de actividades internas en externas, iniciando el proceso con la elaboración de un diagrama detallado. Este diagrama de proceso fue diseñado con el objetivo de visualizar de manera sistemática y comprensible cómo las actividades internas pueden ser externalizadas para mejorar la eficiencia operativa y aprovechar oportunidades externas.

Posteriormente, se generó una concisa tabla que presenta los resultados obtenidos para cada actividad interna, proporcionando una visión cuantitativa y cualitativa de las mejoras logradas. Esta herramienta facilita una evaluación sistemática de los impactos de las modificaciones implementadas, permitiendo una toma de decisiones informada respecto a la efectividad de las acciones emprendidas.

En el cuarto paso del proceso, se emprendió la estandarización de las actividades internas mediante sesiones conjuntas con la totalidad del personal. Estas reuniones se llevaron a cabo con el propósito de destacar la relevancia y los beneficios asociados con la estandarización de procesos. Posteriormente a estas reuniones informativas, la empresa implementó un formato especializado destinado a atender todas las Hojas de Operación Estándar (HOE). Este formato, diseñado específicamente para dar seguimiento a las actividades estandarizadas, desempeñó un papel fundamental en la normalización de los procedimientos internos.

En la fase final del proceso, se implementó un enfoque específico para dar seguimiento a los cambios de troquel, mediante la creación de un formato especializado. Este formato fue diseñado meticulosamente para proporcionar una visión detallada y clara de todos los aspectos relacionados con los tiempos de cambio de troquel, así como para identificar y abordar posibles problemáticas inherentes a dichos cambios.

Los resultados fueron positivos y el cambio de modelo bajo con un tiempo promedio inicial de 6.22 minutos a un tiempo de 4.82.

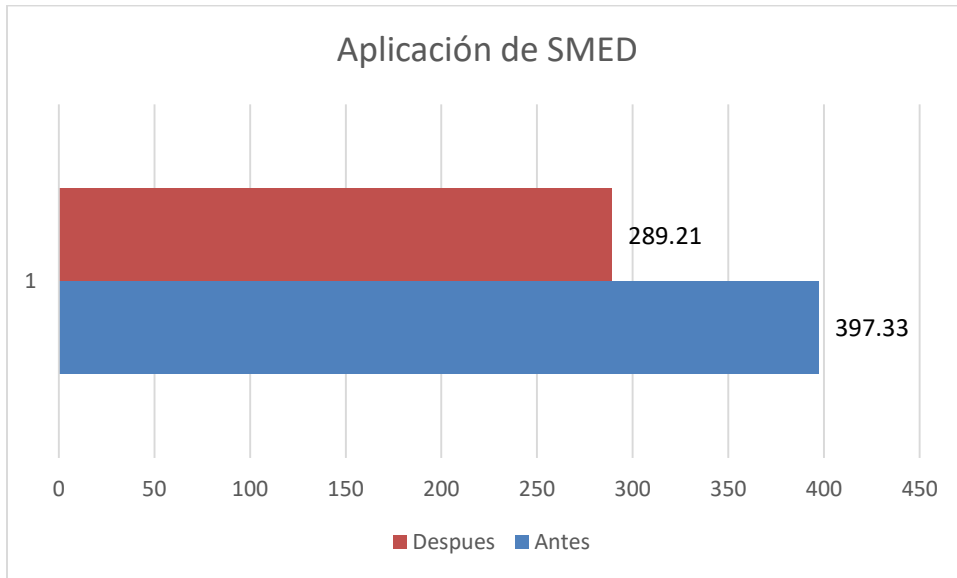
La primera tabla (tabla 12.1) muestra las actividades que eran internas aumentando con ella su tiempo en el cambio de modelo, Posteriormente, la segunda tabla (ver tabla12.2) destaca las actividades después de la aplicación de las mejoras mediante el enfoque SMED. Este análisis refleja cómo las actividades internas fueron transformadas en actividades externas, reduciendo significativamente los tiempos asociados al cambio de modelo. La implementación de técnicas específicas del SMED se tradujo en una optimización eficaz del proceso, evidenciada por la disminución de tiempos y la mejora general de la eficiencia en el cambio de modelo.

Tabla de actividades y tiempos.			
No.	actividad	descripción	T. promedio
1	Buscar carpeta de modelos a producir	en este proceso se tiene que buscar la carpeta de las HOE's y buscar el modelo a producir.	51.80
2	se hacen los agustes correspondientes de acuerdo a la HOE	con ayuda de la HOE se ponen los parametros correspondientes al modelo a producir	46.73
3	Se monta la MB con el troquel preparado	El troquel debe estar preparado para meterse a producción	29.27
4	se buscan las llaves allen correspondientes en el carrito de herramientas	Se buscan llaves para agustar dedos de MB	56.33
5	Se agustan dedos de MB	Se agustan los dedos con la plantilla a producir	80.87
6	Se calibra el troquel	la calibración es util para que no existan fallas despues del montaje	54.07
7	prueba de centrado de foma manual	esto se hace para asegurar un formado positivo en la marca de golpe	38.80
8	cambiar molde para nuevo modelo	se cambia de molde para la producci'on del nuevo modelo	39.47
		total	397.33

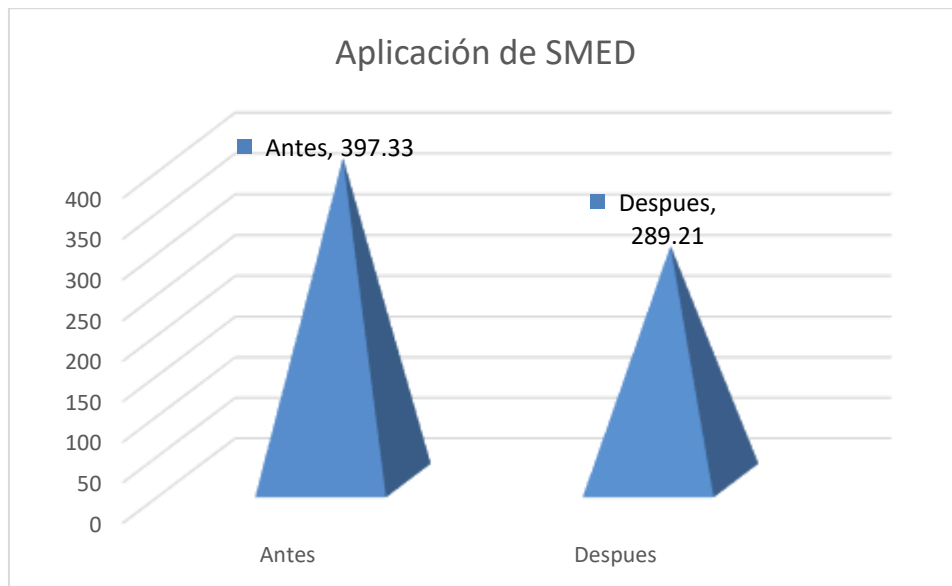
**Tabla 12.1**Tabla de actividades y tiempos: Elaboración propia, 2023.



Con esto se obtuvo una mejora significativa de 27.2% de reducción del tiempo para el cambio de modelo. (ver grafica 12.1,12.2)



**Grafica 12.2** Mejora de tiempo: Elaboración propia, 2023.



**Grafica 12.1** Mejora de tiempo: Elaboración propia, 2023.



OBJETIVO PROPUESTO	RESULTADO ESPERADO
Llevar a cabo un análisis del tiempo de cambio de troquel con el propósito de comprender el proceso en detalle.	Se llevó a cabo la realización de un diagrama en forma de secuencia para poder observar todo el cambio de troquel de manera gráfica.
Determinar las actividades que forman parte del proceso e identificar aquellas que son internas y aquellas que resultan ser externas.	Para esto se creó una tabla donde separábamos actividades internas y externas del proceso de cambio de modelo.
Convertir las actividades internas en externas.	Esto se dio gracias a unas tablas donde se mostraron los tiempos de cada una de las actividades, mediante eso se dio cuenta de que había procesos con tiempos elevados y que a su vez se podrían cambiar a actividades externas.
Establecer la documentación del nuevo método de trabajo	Para esto se dieron medidas de actualización con las HOE's existentes y una junta donde se explicó la importancia de utilizarlas para así mantener estandarizados los procesos. También se crearon mejoras tales como el acomodo de las HOE's y acomodo de las herramientas facilitando el alcance de las mismas.
Capacitar al personal de producción en las mejoras prácticas de SMED.	Capacitación al personal por medio de juntas y se llevó a cabo un seguimiento para ver si los operadores cumplían.

Tabla 12.3 Tabla de resultados (Ver tabla 13.1) Fuente: Elaboración propia 2023.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

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

Ubicada en el estado de Aguascalientes, Unipres mexicana se especializa en la fabricación de partes ensambladas para carrocerías, incluyendo chasis, tubos para gasolina, poleas, engranes para transmisiones y diversas partes del motor y la carrocería. No obstante, la empresa enfrenta un desafío significativo en uno de sus procesos clave, específicamente en una de sus prensas, donde el índice KPI relacionado con el tiempo de cambio de modelo se encuentra elevado.

El proyecto "Mejora de Tiempo en el Cambio de Troquel, TRF 1500" alcanzó con éxito su objetivo principal al lograr una reducción de más del 25% en el tiempo requerido para realizar cambios de modelos. Esta iniciativa, se diseñó para optimizar la eficiencia operativa y la flexibilidad en la línea de producción.

La utilización de la metodología SMED como base para un proyecto es una decisión estratégica que busca mejorar la eficiencia y reducir los tiempos de cambio en procesos industriales. SMED se centra en la identificación y eliminación de actividades que no agregan valor durante los cambios de herramienta o configuración de equipos. Con la metodología y sus 5 pasos se logró el objetivo inicial del proyecto.

Durante la ejecución del proyecto, se identificó solo una limitante, siendo una de ellas la resistencia al cambio por parte de un operador específico, quien mostraba reticencia y dificultad para adaptarse a las nuevas prácticas implementadas. Esta limitación planteó desafíos significativos en términos de la adopción exitosa de las mejoras propuestas.

La ejecución de este proyecto no fue exenta de desafíos, sin embargo, el respaldo y apoyo de diversas personas fueron elementos clave para alcanzar un resultado exitoso. A lo largo del proceso, se encontraron obstáculos significativos, pero la colaboración y el esfuerzo conjunto permitieron superarlos y alcanzar los objetivos establecidos.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

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

1. Apliqué habilidades de comunicación efectiva con diferentes departamentos de unipres mexicana.
2. Apliqué técnicas de SMED para reducir los tiempos de cambio y optimizar procesos.
3. Desarrollé un pensamiento analítico para identificar áreas de oportunidad y aplicar soluciones precisas.
4. Desarrollé habilidades de resolución de problemas, identificando desafíos y aplicando soluciones innovadoras para superar obstáculos y mejoras en los procesos.
5. Desarrollé habilidades de liderazgo guiando y motivando a los demás en la implementación de mejora continua, promoviendo una cultura organizacional.
6. Desarrollé una adaptabilidad a los cambios y resultados del proyecto.
7. Desarrollé habilidades de ingeniería identificando cuellos de botellas y diseño de mejoras para aumentar la eficiencia.

## **CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **15. Fuentes de información**

#### **Referencias de Libros**

Dounce Villanueva, E. (1998) *La productividad en el mantenimiento industrial*. Editorial. CECSA

Winston waylen L. “*Investigación de operaciones*” editorial CUMBE

Requillard M. (2001) *Realización de un SMED* Madrid Fundación Eol

Bnjamin W. (2006) “*Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*” Columbia

#### **Referencias de internet:**

Bernal Matute, Á. A. (04 de 01 de 2013). Manejo y optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo en un taller. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/21533>.




García, M. Á. G., Angulo, P. S., de Benito Martín, J. J., & Melero, J. G. (2012). Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED. *Técnica industrial*, 298, 46-54.

Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção*, 14, 323-335.

Zúñiga, J. A., & del Chiaro, F. R. (2017). Modelo propuesto para la implementación de la metodología SMED en una empresa de alimentos de Santiago de Cali. *Revista de Investigación*, 10(2), 103-117.

## CAPÍTULO 9: ANEXOS

### 17. Anexos





Aguascalientes, Ags., 21 DE AGOSTO DE 2023.

**DR. JOSÉ ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ**  
**DIRECTOR**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA**  
**P R E S E N T E**

Por medio de la presente le informo que el alumno (a) **RAYMUNDO CHÁVEZ SALAZAR**, de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, con número de control **191050201**, fue aceptado para realizar sus Residencias Profesionales con el proyecto denominado: **"MEJORA DE TIEMPO DE CAMBIO DE TROQUEL "TRANSFER 1500"**. En la empresa **UNIPRES MEXICANA S.A. DE C.V.** en el departamento de **PRODUCCION ESTAMPADO**, con un horario de lunes a viernes de 08:00 a 17:30 horas en el periodo agosto del 2023 – diciembre del 2023, siendo su jefe inmediato **LUIS ANTONIO FLORES ALFARO, STAFF DE PRODUCCIÓN ESTAMPADO**

Se extiende la presente para los fines que al interesado le convenga, y quedo a sus órdenes para cualquier aclaración.

**ATENTAMENTE**



**VERÓNICA ESPÁRZA MELENDEZ**  
**JEFA DE RECURSOS HUMANOS**

Avenida México 12R Pabellón Industrial San Francisco 20355 Comulgador: 01 (449) 910-30-00