

---

## TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

### NOMBRE DEL PROYECTO

“REDUCCIÓN DE TIEMPOS EN EL CAMBIO DE MOLDE EN MÁQUINAS  
INYECTORAS DE PLÁSTICO HAITIAN MACHINE”

### OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

### PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

### PRESENTA:

ALBERTO RAFAEL FLORES CERVANTES

### NOMBRE DEL ASESOR:

CARLOS MANUEL ORTIZ LIMA



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco  
Eléctrica y Electrónica

Apizaco, Tlaxcala, 23/septiembre/2024  
Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica  
No. De oficio: I.E.E. /897/2024

Asunto: Liberación de Proyecto  
para la Titulación Integral

**CÉSAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**PRESENTE**

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

|                             |                                                                                                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre del egresado:</b> | ALBERTO RAFAEL FLORES CERVANTES                                                                |
| <b>Carrera:</b>             | INGENIERÍA EN SISTEMAS AUTOMOTRICES                                                            |
| <b>No. De Control:</b>      | 19371241                                                                                       |
| <b>Nombre del proyecto:</b> | "REDUCCIÓN DE TIEMPOS EN CAMBIO DE MOLDES EN MÁQUINAS INYECTORAS DE PLÁSTICO HAITIAN MACHINE." |
| <b>Producto</b>             | TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL                                          |

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica®*  
*Pensar para Servir. Servir para Triunfar®*

**JAIME ALBERTO ELIZALDE OLIN**  
**JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA**  
**ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA ELÉCTRICA  
Y ELECTRÓNICA

CARLOS MANUEL ORTIZ LIMA  
Nombre y firma del asesor

JAEO/Isa\*  
C.p. Archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,  
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 145, e-mail: electronica@apizaco.tecnm.mx  
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



**2024**  
**Felipe Carrillo**  
**PUERTO**



**EDUCACIÓN**

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Apizaco, Tlaxcala, **07/octubre/2024**

**ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN.**

**FLORES CERVANTES ALBERTO RAFAEL  
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA  
EN SISTEMAS AUTOMOTRICES  
CON NÚMERO DE CONTROL 19371241**

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"REDUCCIÓN DE TIEMPOS EN CAMBIO DE MOLDES EN MÁQUINAS INYECTORAS DE PLÁSTICO HAITIAN MACHINE"** conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

### **AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN**

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

### **ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica,  
Pensar para Servir, Servir para Triunfar.*



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL  
DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

**CESAR REYNALDO RAMOS GÓMEZ  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

CRRG/r/s



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,  
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 104, e-mail: dep@apizaco.tecnm.mx



**2024**  
**Felipe Carrillo**  
**PUERTO**  
GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
DEL ESTADO

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy gracias a Dios por las oportunidades que se me han presentado por permitirme llegar a esta etapa de formación estudiantil y personal gracias a eso he logrado varias metas que se veían lejos de alcanzar.

De igual manera agradecer el apoyo de mi Familia Flores Cervantes a mis padres Martin Flores Espina y Ana Margarita Cervantes López, que han sido el pilar más importante en mi vida por brindarme los valores fundamentales para ser un gran ser humano, la educación que me permitieron para salir triunfante en la vida por los consejos que me han dado, la motivación día a día por qué siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas mostrando su afecto y apoyo.

También me muestro muy agradecido con todas las personas que han sido parte de este proceso de desarrollo a amigos, familiares, docentes que son parte de mi formación estudiantil como lo es mi asesor el Doctor Carlos Manuel Ortiz Lima, que me ha guiado en cada uno de mis pasos en este proyecto el cual ha aportado gran parte de sus ideas para el desarrollo de este y llevar acabo un buen trabajo además de aplicar los conocimientos y habilidades desarrolladas durante mi proceso de formación académica.

A la empresa Unicar Plastics que me abrió sus puertas para poder desarrollar mis habilidades y conocimientos por permitirme ser parte de su familia y darme la oportunidad de trabajar dentro del área de procesos y así poder seguir desarrollando más habilidades y adquiriendo experiencia en la industria.

## RESUMEN

El presente proyecto propone la reducción de tiempos en el cambio de molde en las diferentes máquinas de inyección de plástico de la empresa UNICAR PLASTICS, debido a que en el cambio de molde tienen tiempos variados que van desde los 95 minutos hasta los 160 minutos en dicho proceso, se desarrollara un estudio de tiempos y movimientos para generalizar las causas principales que están afectando de manera significativa en los tiempos de montaje, algunas causas principales son la falta de información que el montador tiene para seguir un procedimiento de montaje desde la identificación de un molde ya que para poder identificar este depende de la habilidad que tiene el montador o el tiempo que lleva trabajando en dicha área para poder encontrar el molde a montar a simple vista. Se analizaran los datos recabados para poder realizar mejoras eh implementarlas, la metodología que se ocupara como herramienta es Lean Manufacturing que es un método de organización de trabajo que se centra en la mejora continua y la optimización del sistema de producción, se desarrollara un layout de los moldes, este es un esquema de distribución de diferentes elementos dentro de un formato o un diseño con el objetivo que todo esté bien especificado y ordenado para así minimizar toda acción que no agregue valor al proceso, de tal manera que se simplifica el trabajo del operario, con la implementación de esta técnica se espera que reduzca de 5 minutos en promedio el tiempo de cambio de molde para llevar a cabo esta metodología seguiremos los siguientes pasos:

- Analizar tiempos y movimientos en el cambio de molde que se realizan actualmente por medio de registros y tablas en Excel.
- Identificar las causas principales que afectan el cambio de molde como lo son demoras.
- Eliminar cualquier actividad que no agregue valor al proceso.
- Estandarizar un nuevo procedimiento de montaje de moldes.
- Verificar la eficiencia de las mejoras aplicadas al cambio de molde.

## INDICE GENERAL

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| AGRADECIMIENTOS.....                                                              | 1  |
| RESUMEN.....                                                                      | 2  |
| INDICE GENERAL .....                                                              | 3  |
| INTRODUCCIÓN.....                                                                 | 7  |
| CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO .....                                       | 7  |
| 1.1. Puesto o Área de trabajo del Practicante .....                               | 7  |
| 1.2. Delimitación .....                                                           | 8  |
| 1.3. Objetivo general .....                                                       | 8  |
| 1.4. Objetivos específicos .....                                                  | 8  |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN .....                                                          | 9  |
| 1.6. Lugar donde se realiza el proyecto.....                                      | 10 |
| 1.6.1. Valores.....                                                               | 10 |
| 1.6.2. Principales clientes .....                                                 | 10 |
| CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....                                                    | 10 |
| 2.1. Máquinas inyectoras de plástico.....                                         | 11 |
| 2.2. Molde .....                                                                  | 13 |
| 2.3. Lean Manufacturing.....                                                      | 14 |
| 2.3.1. Los pilares del Lean Manufacturing .....                                   | 15 |
| 2.4. Metodología 5´S.....                                                         | 17 |
| 2.5. SMED .....                                                                   | 19 |
| 2.6. Las 5M.....                                                                  | 22 |
| 2.7. Inyección de Resinas Plásticas .....                                         | 22 |
| 2.8. ¿Qué es una bitácora? .....                                                  | 23 |
| 2.9. Fines de Brazo .....                                                         | 23 |
| CAPITULO III DESARROLLO.....                                                      | 23 |
| 3.1 Diagrama de Ishikahua .....                                                   | 24 |
| 3.2 Estudio de Tiempos y Movimientos.....                                         | 24 |
| 3.3. Descripción de Actividades .....                                             | 31 |
| 3.4 Procedimiento de operaciones de Montaje y Arranque Actuales .....             | 31 |
| 3.5. Mejoras e implementación de las 5s en el proceso .....                       | 33 |
| 3.6. Mejora en la estandarización de los hartings de los moldes de inyección..... | 35 |
| 3.6.1. Resultado de estandarización: .....                                        | 37 |
| 3.7 Procedimiento para el cambio de molde en máquinas inyectoras de plástico..... | 39 |
| 3.8. Problemas por fugas .....                                                    | 43 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.9. Implementación del procedimiento para el mantenimiento preventivo de la maquina .       | 44 |
| 3.10. Las implementaciones de la Practica SMED para el cambio de molde en la industria ..... | 47 |
| 3.11. Aplicación de 5´S .....                                                                | 52 |
| 3.12. Layout .....                                                                           | 53 |
| 3.13. Se aplicó 5´S en fines de brazos del robot .....                                       | 56 |
| CAPITULO IV RESULTADOS .....                                                                 | 61 |
| 4.1. Aplicando mejoras al proceso se obtienen un tiempo de 77 minutos.....                   | 63 |
| Grafica de tiempos antes y después de la Mejora.....                                         | 64 |
| Conclusión.....                                                                              | 65 |
| Competencias desarrolladas.....                                                              | 66 |
| Fuentes de Información .....                                                                 | 66 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1 Maquina de inyección HAITIAN .....                                                   | 11 |
| Ilustración 2 Maquina de inyeccion .....                                                           | 12 |
| Ilustración 3 Molde de Audi.....                                                                   | 13 |
| Ilustración 4 Partes de un molde.....                                                              | 13 |
| Ilustración 5 Pilares de Lean Manufacturing .....                                                  | 16 |
| Ilustración 6 Tiempo de Cambio .....                                                               | 20 |
| Ilustración 7 Generalidades del SMED .....                                                         | 21 |
| Ilustración 8 Herramientas para el SMED .....                                                      | 22 |
| Ilustración 9 DIAGRAMA DE ISDKAHUA MONTAJE DE MOLDE .....                                          | 24 |
| Ilustración 10 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la maquina 1400 A ..... | 25 |
| Ilustración 11 Maquina 1400 A.....                                                                 | 25 |
| Ilustración 12 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la maquina 1400 B ..... | 26 |
| Ilustración 13 Maquina 1400 B.....                                                                 | 26 |
| Ilustración 14 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la maquina 1400 C ..... | 26 |
| Ilustración 15 Maquina 1400 C .....                                                                | 26 |
| Ilustración 16 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la maquina 1400 D ..... | 27 |
| Ilustración 17 Maquina 1400 D .....                                                                | 27 |
| Ilustración 18 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la maquina 1400 E ..... | 27 |
| Ilustración 19 Maquina 1400 E.....                                                                 | 27 |
| Ilustración 20 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la maquina 1400 F ..... | 28 |
| Ilustración 21 Maquina 1400 F.....                                                                 | 28 |
| Ilustración 22 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la máquina 1200 A ..... | 28 |
| Ilustración 23 Máquina 1200 A.....                                                                 | 28 |
| Ilustración 24 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la máquina              |    |

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1200 B .....                                                                                       | 29        |
| Ilustración 25 Máquina 1200 B.....                                                                 | 29        |
| Ilustración 26 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la máquina 1200 C.....  | 29        |
| Ilustración 27 Máquina 1200 C .....                                                                | 29        |
| Ilustración 28 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la máquina 1200 D ..... | 30        |
| Ilustración 29 Máquina 1200 D .....                                                                | 30        |
| Ilustración 30 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la máquina 1850 A ..... | 30        |
| Ilustración 31 Máquina 1850 A.....                                                                 | 30        |
| Ilustración 32 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la máquina 1850 B ..... | 31        |
| Ilustración 33 Máquina 1850 B.....                                                                 | 31        |
| <i>Ilustración 34 Datos de Cambio de Molde.....</i>                                                | <i>34</i> |
| <i>Ilustración 35 Estado de los Hartings .....</i>                                                 | <i>36</i> |
| <i>Ilustración 36 Estado de los hartings de los moldes.....</i>                                    | <i>36</i> |
| Ilustración 37 Estandarización de colores de las zonas .....                                       | 37        |
| Ilustración 38 Zonas del Molde .....                                                               | 37        |
| <i>Ilustración 39 Estandarización de las zonas de máquina y molde.....</i>                         | <i>38</i> |
| Ilustración 40 Diagrama de ishikahua TPM.....                                                      | 44        |
| <i>Ilustración 41 Puente Grúa de 30 Toneladas .....</i>                                            | <i>46</i> |
| <i>Ilustración 42 Molde en Área segura.....</i>                                                    | <i>47</i> |
| <i>Ilustración 43 verificación del Molde .....</i>                                                 | <i>48</i> |
| Ilustración 44 contenedor de Resina.....                                                           | 49        |
| Ilustración 45 Verificación de Resina por parte del inspector de calidad .....                     | 49        |
| Ilustración 46 Secador de Material.....                                                            | 49        |
| Ilustración 47 Conexiones de agua.....                                                             | 50        |
| Ilustración 48 Conexiones de molde .....                                                           | 50        |
| Ilustración 49 Piezas Liberadas .....                                                              | 52        |
| Ilustración 50 Lugar de Moldes .....                                                               | 53        |
| <i>Ilustración 51 Desperdicio de espacios.....</i>                                                 | <i>53</i> |
| Ilustración 52 Simulación del Layout superficie A .....                                            | 54        |
| Ilustración 53 Simulación del Layout.....                                                          | 55        |
| Ilustración 54 Aplicación del Layout .....                                                         | 55        |
| Ilustración 55 Espacio entre moldes .....                                                          | 56        |
| Ilustración 56 Ganchos para Fines de Brazo .....                                                   | 61        |
| Ilustración 57 Fines de Brazo.....                                                                 | 61        |

## INDICE DE TABLAS

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Total de Moldes .....                               | 25 |
| Tabla 2 Análisis de Tiempo y Montaje de cada Maquina .....  | 25 |
| Tabla 3 Operaciones de arranque y montaje actuales .....    | 32 |
| Tabla 4 Actividades actuales en el Montaje y arranque ..... | 33 |
| Tabla 5 Tiempos de los Hartigs .....                        | 38 |
| Tabla 6 procedimiento para el cambio de molde.....          | 39 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| Tabla 7 Herramientas para el cambio de molde.....      | 41 |
| Tabla 8 Implementación de procedimiento para TMP ..... | 44 |
| Tabla 9 Tipo de resinas .....                          | 49 |
| Tabla 10 Fines de Brazo.....                           | 57 |
| Tabla 11 Mejoras al proceso.....                       | 63 |

## **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo de este trabajo es el analizar los tiempos y movimientos en los cambios de moldes que se realizan, así como reconocer las actividades internas y externas del proceso de montaje de molde, identificando las causas principales que afectan esta técnica, como lo son las demoras que surgen por esta actividad, derivado a que en la empresa Unicar Plastics, está dedicada a la inyección de plástico, orientada al mercado automotriz, electrodomésticos y herramientas de mano con clientes de Volkswagen y Audi entre otros. A través de un análisis en el procedimiento de cambio de molde se identificaron diferentes pérdidas de tiempo desde la identificación del molde a montar, el tiempo que tardan en trasladarlo con la grúa del área de moldes a la máquina y las demoras que se originan al montarlo en la máquina, además de las fallas que se crean cuando empiezan a producir piezas todos estos factores afectan de manera significativa en la producción ya que se ocasionan retrasos y afectan el plan de producción y pérdidas económicas que se suscitan por diferentes factores algunos de ellos son el tener al personal operativo detenido, el tener la maquina en espera y los movimientos innecesarios que se crean con la grúa, se implementó la metodología de Lean Manufacturing para desarrollar mejoras como el Layout de moldes, la aplicación de las 5's tanto en las maquinas como el los fines de brazo robóticos en cada proceso se tomaran tiempos para lograr reducir los tiempos de montaje.

## **CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1. Puesto o Área de trabajo del Practicante**

Área: Procesos

Nombre: Reducción de tiempos en el cambio de molde en máquinas inyectoras de plástico Haitian Machine en la empresa Unicar Plastics

Objetivo del proyecto: Optimizar el proceso actual del cambio de molde a través de la toma de tiempos y la identificación de demoras en cada cambio de molde y la

realización de mejoras mencionadas anterior mente para reducir los tiempos y aumentar la producción.

## **1.2. Delimitación**

El proyecto tiene enfoque en la reducción de tiempos en el área de cambio de moldes en las máquinas de inyección de plástico, actualmente la empresa cuenta con 12 Máquinas de inyección, por lo que se realiza un estudio de tiempos y movimientos, identificando las actividades internas y externas del procedimiento de montaje, determinando las demoras en el cambio de molde y así desarrollar mejoras en el proceso que beneficien a la producción eliminando cualquier actividad que no agregue valor.

## **1.3. Objetivo general**

- Reducir el tiempo de cambio de molde en las máquinas inyectoras de plástico HATIAN MACHINE mediante análisis de tiempos y mejora continua.

## **1.4. Objetivos específicos**

- Analizar el proceso actual del cambio de molde tomando los tiempos de cada actividad y las variables.
- Analizar las causas principales que originan el aumento de tiempos en el cambio de molde.
- Realizar mejoras para reducir los tiempos de cada operación en el cambio de molde.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN**

La realización de este proyecto es importante ya que el nivel de competitividad en distintos sectores del mercado de las empresas tienen la tarea de buscar sistemas o herramientas que destaquen y mejoren los procesos entre los demás y agreguen valor a sus productos o servicios, es por esto que el enfoque de este proyecto se basa en la reducción de tiempos en el cambio de moldes de las máquinas de inyección de plásticos, se aplicaran técnicas de mejora que ayudaran para acortar los tiempos en la colocación del molde de tal manera que los tiempos son variados y van desde los noventa y cinco minutos hasta los ciento sesenta minutos en realizar dicho proceso y en la empresa UNICAR PLASTICS se busca mejorar la producción entregando piezas de calidad y a menor tiempo.

Este proyecto ayudara a resolver diferentes problemáticas como lo es en el cambio del molde, la identificación de los moldes y la forma visible de estos, derivado a que se trabaja con un alrededor de sesenta y cinco moldes, mismos que son utilizados durante la producción, cabe mencionar que al transportar el molde de un lugar a otro con la grúa viajera hasta la maquina a montar esto ocasiona pérdida de tiempo, dinero, luz, mano de obra. Esta empresa es cien por ciento mexicana y tiene veinte años dedicados a la inyección, razón por la cual esta presentan deficiencias y carencias en ser automatizados sus procesos, por ende se debe realizar una reestructuración en aminorar tiempos, aplicando las diferentes técnicas como el Layout y 5´S esto nos permitirá ayudar a dar un orden preciso y tener mejor control. El desarrollo e implementación de la metodología que se aplicara será en analizar los tiempos y movimientos en el cambio del molde, identificar cualquier actividad que afecte y eliminar cualquier actividad que no agregue valor al proceso, así como estandarizar un nuevo procedimiento de montaje de moldes y verificar la eficiencia de las mejoras aplicadas en este trabajo. Teniendo un progreso continuo de la reducción de tiempos que nos permitirá satisfacer las necesidades de la empresa. En un panorama externo, la optimización de esta implementación en la disminución de tiempo demostrará una ventaja en la empresa y en sus montadores.

## **1.6. Lugar donde se realiza el proyecto**

La empresa Unicar Plastics S. A. de C. V. es una compañía que parte de “Grupo UNICAR”, establecida para atender las necesidades de los fabricantes de equipo original (OEMs), en los mercados automotrices, electrodomésticos y bienes de consumo duradero, a través de soluciones innovadoras en la manufactura de plásticos. (Tello, s.f.)

La empresa está ubicada en el Estado de Puebla, Ignacio Mariscal No. 2, Col. San Pablo Xochimehuacan, CP 72014 Puebla, Pue.

### **1.6.1. Valores**

- Satisfacción del Cliente
- Integridad
- Compromiso con la Excelencia
- Desarrollo Integral de la Persona
- Espiritu del Servicio
- Trabajo en Equipo (Mexicana, 2017)

### **1.6.2. Principales clientes**

Unicar Plastics se enfoca en atender las necesidades de la industria automotriz, de electrodomésticos y bienes de consumo duradero en general. (Tello, UNICAR PLASTICS , s.f.)

- Estos son algunos de los clientes de la empresa:
- HBPO
- VOLKSWAGEN MÉXICO
- SMP
- AUDI
- WHIRLPOOL
- FORVIA

## **CAPITULO II MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Máquinas inyectoras de plástico

Hace apenas 150 años, no se conocía esta tecnología de inyección de plástico. En 1872, John Wesley Hyatt registró la primera patente de una máquina que producía piezas de plástico a partir de un molde de forma rudimentaria. En 1928 la compañía alemana Cellon-Werk, desarrolló la primera máquina de inyección moderna. Tan solo dos años después, en 1930 la compañía Mentmore Manufacturing llevó a cabo la primera producción masiva de una pluma fuente en Inglaterra. (PRIVARSA, 2019)

En 1930 se patentó la máquina de inyección de pistón con sistema de pre-plastificación en dos fases y en 1951 se desarrolló la máquina de inyección con tornillo reciprocante o alternativo la cual fue patentada en 1956 y representó uno de los más grandes desarrollos en la historia del moldeo por inyección. (Castro, 2023)

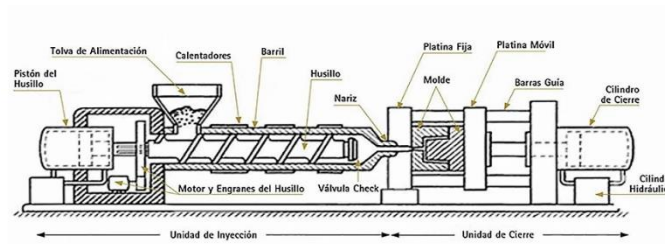
Las máquinas de moldeo por inyección también conocidas como prensas de inyección, son una herramienta de fabricación que produce productos de plástico inyectando material plástico fundido en el molde, la maquina tiene una tolva que funde y alimenta el material plástico en un barril, donde se calienta y se seca y luego se inyecta en una cavidad en el molde, seguido a eso el material se enfría y se solidifica y abren el molde, liberando el producto acabado, en la siguiente ilustración tenemos una máquina de inyección de plástico Haitian que desarrollan el mismo procedimiento explicado anterior mente este tipo de maquina se usan en unicar plastics. (Rotolia, 2024)



(Haitian México , 2020)

*Ilustración 1 Maquina de inyección HAITIAN*

En la siguiente ilustración se muestran las partes de una máquina de inyección de plástico por lo que a continuación se explicaran algunos conceptos con más detalle



(Castro, 2023)

*Ilustración 2 Máquina de inyección*

Unidad de cierre: su función principal es asegurar que el molde permanezca cerrado bajo presión durante el proceso de inyección. Esto se logra mediante un sistema de fuerza de cierre que puede ser hidráulico, mecánico o una combinación de ambos.

Unidad de Control: gestiona y supervisa todas las funciones de la máquina, desde el control de temperatura hasta la velocidad de inyección y la presión de cierre.

Unidad de refrigeración: utiliza un sistema de refrigeración, generalmente a base de agua o aceite, para disipar el calor generado durante el proceso de inyección.

Unidad de inyección: consiste en un husillo o tornillo que gira dentro de un cilindro calentado, fundiendo y mezclando el plástico a medida que avanza hacia la boquilla inyectora.

Unidad hidráulica: las máquinas de inyección de plástico a menudo emplean sistemas hidráulicos para generar el movimiento y la fuerza necesarios en diferentes partes de la máquina.

La boquilla inyectora: es la parte de la máquina que conecta la unidad de inyección con el molde, es responsable de dirigir el plástico fundido desde el husillo de la unidad de inyección hacia las cavidades del molde.

El motor eléctrico: es la fuente de energía principal que impulsa a los componentes mecánicos de la máquina de inyección, como el husillo y el sistema de cierre, estos motores suelen ser de alta eficiencia y controlados por sistemas computarizados para optimizar el consumo de energía y la precisión de los movimientos. (Privarsa, 2019)

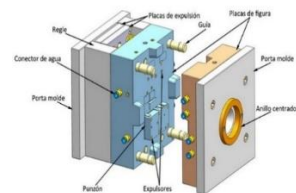
## 2.2. Molde

El molde es la parte más importante de la máquina de inyección, pues es donde la pieza de plástico tomará su forma y acabado. Cada una de las partes tiene una cavidad que se llenará con el fluido del polímero caliente, para tomar la forma y replicar la pieza correspondiente. (Amezcuza, s.f.)

Las partes del molde son las siguientes como se muestra en las siguientes ilustraciones un ejemplo es la ilustración 3 ya que este es un molde que ocupa la empresa para inyectar piezas de Audi, se explicaran algunos conceptos de las partes del molde. (Molweld, 2020)



*Ilustración 3 Molde de Audi*



(Mould, 2023)

*Ilustración 4 Partes de un molde*

**Canales:** Son los conductos por donde pasa el polímero fundido hacia la cavidad debido a la presión aplicada por la unidad de inyección.

**Cavidad:** Es el espacio donde el polímero inyectado toma la forma de la pieza.

**Respiradores:** Son conductos por los cuales sale al aire de la cavidad, conforme entra el fluido de plástico fundido.

**Sistema de enfriamiento:** Son los conductos por donde circula el refrigerante para

regular la temperatura del molde. El enfriamiento es un factor crucial, pues de esto depende que la pieza no tenga deformaciones o que la superficie final sea la esperada.

Pernos botadores: Al abrir el molde, estos pernos ubicados en expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad.

### **2.3. Lean Manufacturing**

El Lean Manufacturing tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas: TPM Mantenimiento Productivo Total se centra en el mantenimiento y funcionamiento de los equipos, 5`S fomenta la limpieza y el orden, SMED es una técnica de trabajo que permite reducir el tiempo de cambio y configuración de un producto, estas herramientas se explicaran con detalle más adelante, se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Los pilares del lean manufacturing son la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios. (Garcia, 2023)

La producción ajustada (también llamada Toyota Production System), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming.(GÓMEZ, 2019)

El punto de partida de la producción ajustada es la producción en masa. Durante la primera mitad del siglo XX se contagió a todos los sectores la producción en masa, inventada y desarrollada en el sector del automóvil. Es conocida la crisis del modelo de producción en masa, que encontró en el fordismo y el taylorismo su máxima expresión, pero dejó de ser viable, porque no solo significa la producción de objetos en grandes cantidades, sino todo un sistema de tecnologías, de mercados, economías de escala y reglas rígidas que colisionan con la idea de flexibilidad que se impone en la actualidad. (SOCONINI, 2008)

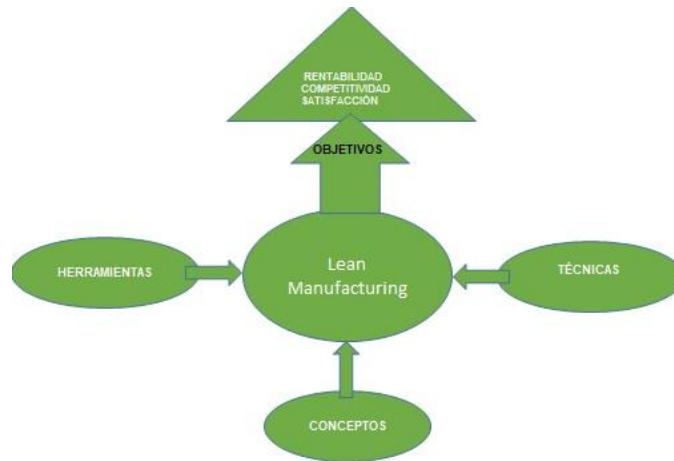
Los japoneses se concientizaron de la precariedad de su posición en el escenario económico mundial las materias primas energéticas, solo podían contar con ellos

mismos para sobrevivir y desarrollarse. Mientras en la industria automovilística norteamericana se utilizaba un método de reducción de costes al producir automóviles en cantidades constantemente crecientes y en una variedad restringida de modelos, en Toyota se plantea la fabricación, a un buen precio, de pequeños volúmenes de muchos modelos diferentes. (SOCONINI, 2008). El reto para los japoneses fue lograr beneficios de productividad sin aprovechar los recursos de las economías de escala y la estandarización taylorista y fordiana. La racionalización del proceso de trabajo implicó, el principio de “fábrica mínima”, que propugna la reducción de existencias, materiales, equipos, etc., y se complementa con el principio de “fábrica flexible”, sustentada en la asignación de las operaciones de fabricación para lograr un flujo continuo y la respuesta rápida a la demanda. El modelo toyotista sintéticamente se resume en los siguientes puntos:

- La relación, basada en la confianza y la transparencia, con los proveedores elegidos en función de su grado de compromiso en la colaboración a largo plazo.
- Una importante participación de los empleados en decisiones relacionadas con la producción: parar la producción, intervenir en tareas de mantenimiento preventivo, aportar sugerencias de mejora, etc.
- El objetivo de la calidad total, es decir, eliminar los posibles defectos lo antes posible y en el momento en que se detecten, incluyendo la implantación de elementos para certificar la calidad en cada momento. (GÓMEZ, 2019)

### **2.3.1. Los pilares del Lean Manufacturing**

La implementación de lean manufacturing en una planta industrial exige el conocimiento de unos conceptos, unas herramientas y unas técnicas con el objetivo de alcanzar tres objetivos: rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes, estas se muestran en la siguiente ilustración. (Improve, 2024)



*Ilustración 5 Pilares de Lean Manufacturing*

La filosofía de la mejora continua:

Control total de la calidad se garantiza para todas las actividades y procedimientos en el cambio de molde que el operario debe seguir por medio de una instrucción de trabajo.

Características de un mal proceso:

- El operario espera a que la máquina termine.
- La máquina espera a que el operario acabe una tarea pendiente.
- Un operario espera a otro operario.
- Exceso de colas de material dentro del proceso.
- Paradas no planificadas.
- Tiempo para ejecutar otras tareas indirectas.
- Tiempo para ejecutar reproceso.

Algunas causas posibles:

- Métodos de trabajo poco consistentes.
- Layout deficiente por acumulación o dispersión de procesos.
- Desequilibrios de capacidad.
- Producción en grandes lotes.
- Pobre coordinación entre operarios y/o entre operarios y máquinas.

- Tiempos de preparación de máquina o cambios de utillajes complejos.
- Falta de maquinaria apropiada.
- Operaciones “caravana”: falta personal y los operarios procesan lotes en más de un puesto de trabajo.
- Operaciones retrasadas por omisión de materiales o piezas.

Propuesta de respuesta para este tipo de despilfarro:

- Layout específico de producto (fabricación en células en U).
- Cambio rápido de herramientas, plantillas, utillajes, moldes, troqueles, etc. (SMED).
- Mejorar la manutenzione de la línea de acuerdo con la secuencia de montaje (GÓMEZ, 2019)

Su objetivo fundamental es el de minimizar las pérdidas que se producen en cualquier proceso de fabricación, y en utilizar solo aquellos recursos que sean imprescindibles. Así, eliminando el despilfarro se mejora la calidad y se reducen el tiempo de fabricación y los costes. (Oee, 2023)

## **2.4. Metodología 5´S**

La implementación de las 5`S sigue un proceso establecido en cinco pasos, cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. Los principios básicos en forma de cinco pasos o fases, que en japonés se componen con palabras cuya fonética empieza por “s”: seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke; que significan, respectivamente eliminar lo innecesario, ordenar (cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa), limpiar e inspeccionar, estandarizar (fijar la norma de trabajo para respetarla) y disciplina (construir autodisciplina y forjar el hábito de comprometerse).

(Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010)

Las ventajas de aplicar esta técnica previamente a otra iniciativa de lean manufacturing son: (envira, 2024)

- El gran componente visual y de alto impacto en corto tiempo para el personal, lo cual permite mejorar su participación en nuevas iniciativas de mejora.
- Facilita la comunicación con el resto de empleados
- Evita reclamaciones de los clientes relativas a la calidad de los productos.

La implementación de las 5`S tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas disfuncionales en la empresa:

- Aspecto sucio de la planta: máquinas, instalaciones, herramientas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, herramientas sueltas
- Elementos rotos: topes, indicadores, etc.
- Falta de instrucciones y señales comprensibles por todos.
- No usar elementos de seguridad: gafas, botas, auriculares, guantes, etc.
- Averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su área de trabajo.
- Movimientos innecesarios de personas, utillajes y materiales.
- Falta de espacio en la zona de los almacenes.

El programa 5`S se compone por medio del desarrollo de las siguientes etapas:

- SEIRI (Seleccionar). Retirar los artículos que no se necesitan en el área de trabajo y deshacerse de ellos.
- SEITON (Organizar). Ordenar los artículos necesarios, estableciendo lugares específicos, de modo que se puedan ubicar y utilizar fácilmente.
- SEISO (Limpiar). Eliminar la suciedad y mantener el área de trabajo limpio de tal manera no hay polvo en los pisos, máquinas y equipos.
- SEIKEITSU (Estandarizar). Lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se elaboren conscientemente y de manera regular para asegurar un alto estándar de limpieza y organización, en el área de trabajo.
- SHITSUKE (Disciplina y Hábito). Entrenar al personal para que las actividades

de las 5S, se conviertan en un hábito, manteniendo correctamente los procesos generados por el compromiso de todo el personal.

Esquema de las 5'S.

Los beneficios que se logra aplicando las 5'S son: (Prysmex, 2023)

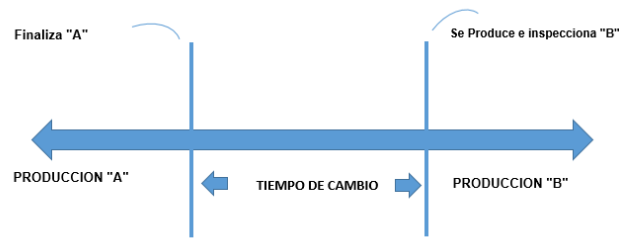
- Ayuda adquirir autodisciplina, se puede confiar en su apego a estándares de calidad.
- Resalta los diferentes desperdicios en el lugar de trabajo, determinando la causa del mismo y la manera de eliminar.
- Apoyo en el mejoramiento de los procesos Ergonómicos, reduciendo movimientos innecesarios.
- Mejorar la calidad, seguridad y productividad laboral.
- Evitar accidentes, mediante la eliminación de pisos resbalosos, ambientes sucios, operaciones laborales inseguras.
- Mejora la eficiencia en el trabajo y reduce costos operativos.
- Optimizar espacios laborales.
- Desarrollar la creatividad y autoestima.

## **2.5. SMED**

El sistema SMED nació por la necesidad de lograr la producción JIT (just in time), uno de las piedras angulares del sistema Toyota de fabricación y fue desarrollado para acortar los tiempos de la preparación de máquinas, intentando hacer lotes de menor tamaño (Esto significa que pueden satisfacer las necesidades de los clientes con productos de alta calidad y bajo costo, con rápidas entregas sin los costos de stocks excesivos). (ESAN, s.f.)

Las técnicas SMED es un enfoque de mejora y como tal requiere método y constancia en el propósito. Al final nadie tendrá miedo al cambio de producto. Todo estará perfectamente programado, entrenado (sin ningún tipo de fallo as técnicas SMED (single minute exchange of die) o cambio rápido de herramienta, tienen por objetivo la reducción del tiempo de cambio (setup). El tiempo de cambio se define como el tiempo entre la última pieza producida del producto "A" y la primera pieza

producida del producto “B”, que cumple con las especificaciones dadas esto se ve reflejado en la siguiente ilustración. (Rodríguez, 2024)

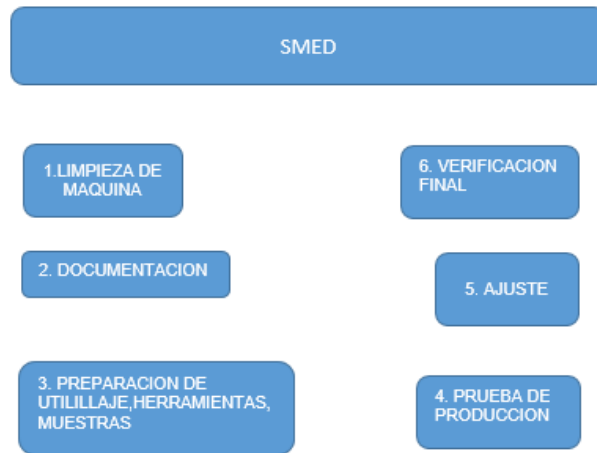


*Ilustración 6 Tiempo de Cambio*

El sistema SMED, según su creador Shigeo Shingo, tiene sus orígenes en ciertos trabajos que le fueron encargados, en 1950, en la fábrica Toyo Kogyo de Mazda. Sin embargo, se desarrolló completamente alrededor de los años setenta del siglo pasado cuando realizaba trabajos para Toyota y ésta adoptó, promovida por los propios operarios, el sistema SMED como uno de los pilares básicos de su modo de fabricación. Las técnicas SMED requieren un cambio de actitud, un método de mejora continua, de forma que cualquier empresa que las adopte debe realizar esfuerzos para conseguir tiempos de preparación cada vez más cortos. (Rajadell Carreras & Sánchez García, 2010)

La aplicación de esta técnica exige la consideración de ideas fundamentales que se ven en los siguientes puntos e ilustración:

- Siempre es posible reducir los tiempos de cambio de serie hasta casi eliminarlos completamente.
- No es solo un problema técnico, sino también de organización.
- Solo con la aplicación de un método riguroso se obtienen los máximos resultados a menor costo



*Ilustración 7 Generalidades del SMED*

Herramientas a utilizar en SMED.

Las herramientas son utilizadas e interrelacionadas entre sí a los efectos de lograr los resultados además son necesarias tanto disponer de aptitud y actitud para realizar la tarea, aparte de disciplina se debe tener capacidad de observación y análisis, creatividad y voluntad de cambio como se muestra en la siguiente ilustración algunos ejemplos. (Mauricio, 2005)

Las herramientas son:

- Utilización de cronómetro: Medir el tiempo en sus fracciones más pequeñas
- Planilla de análisis y mejora: Encuesta o formulario de eventos en un proceso para el análisis y mejora del mismo.
- Diagrama de Ishikawa: Técnica de análisis de causa y efectos para la solución de problemas.

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de pez, es una herramienta utilizada para identificar problemas en un sistema. Muestra cómo se relacionan las causas y los efectos y ayuda a analizar lo que va mal en los sistemas, procesos y productos. El nombre proviene del ingeniero japonés Kaoru Ishikawa, que desarrolló el método en la década de 1960. (SafetyCulture, 2024)



el 20% de las piezas y elementos que conforman un automóvil son de plástico, no por ello quiere decir que sean más frágiles, ya que la estructura primaria es de metal, sin embargo, se integran piezas plásticas en los autos para disminuir su peso y que éste pueda tener un mejor rendimiento.

El polipropileno (PP) fue inventado en 1954 por el profesor Natta y en 1957 Montedison fue el primero en producirlo comercialmente bajo la marca Moplen. El polipropileno (PP) es fácil de procesar, tiene una baja densidad y es relativamente económico en relación con otros polímeros. La inyección de plástico es una técnica de ingeniería que consiste en la fabricación de piezas a partir de moldes en donde se administran resinas plásticas a presión. (Admin, 2022)

Este proyecto permite que las piezas y productos plásticos se desarrollen en serie y masa, pues un molde para inyección de plástico se desarrolla de acuerdo con la cantidad de piezas que el cliente necesite.

## **2.8. ¿Qué es una bitácora?**

*“La bitácora es el diario de trabajo”* la bitácora debe guardar las condiciones exactas bajo las cuales se ha trabajado. Además, en ella se pueden escribir ideas e hipótesis derivadas del desarrollo. (Ludus Blog que es una bitacora, 2023)

## **2.9. Fines de Brazo**

Las herramientas de fin de brazo (EOAT), también denominadas efectores terminales, son dispositivos y accesorios montados en los extremos de brazos robóticos o manipuladores. Estas herramientas son componentes fundamentales para muchos procesos industriales, lo que permite a la automatización robótica realizar una amplia gama de tareas con rapidez y precisión. (PRIVARSA, 2019)

Sujeción de piezas o pinzas: las pinzas están diseñadas para sujetar y transportar objetos. Abarcan desde pinzas de dos dedos hasta configuraciones más complejas. Las pinzas y la sujeción de piezas representan la mayor parte de los efectores terminales industriales

## **CAPITULO III DESARROLLO**

### 3.1 Diagrama de Ishikahua

En este diagrama ocuparemos las 5M para poder encontrar las causas raíz que ocasionan tiempos excesivos en el montaje del molde en la empresa unicar teniendo una lluvia de ideas para verificar los factores principales que afectan en el montaje de molde ocupando la metodología de las 5M que ayudaran a sintetizar actividades que no agregan valor.

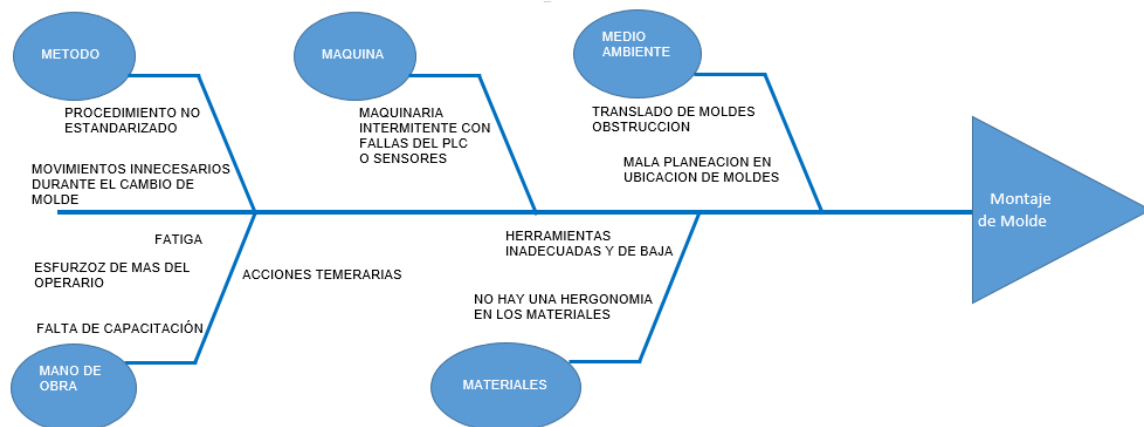


Ilustración 9 DIAGRAMA DE ISDKAHUA MONTAJE DE MOLDE

### 3.2 Estudio de Tiempos y Movimientos

En la empresa Unicar Plastics cuenta con un total de 65 moldes, el montaje del molde a la máquina depende del tamaño y el tonelaje que tenga cada molde, dependiendo de sus características serán destinados a cada una de las máquinas que cumplan con los requerimientos de carga, para esto se realizó un estudio de 4 meses en los cuales se llevó un registro de cuantos moldes se montan en cada máquina, así verificar los moldes que tienen más demanda y en que maquinas van, en base a esto se realizó un layout para tener mejor ubicados los moldes y tener lo más cerca posible a las maquinas. Para la reducción de tiempos se cuantificaron los moldes, se revisó molde por molde para confirmar en que maquinas se monta y cada que tiempo se sube el molde y baja, por lo que se ve en la siguiente tabla en listado de moldes que se ocupan en el área automotriz.

- Por las 12 Máquinas se ocupa un total de 65 moldes

Tabla 1 Total de Moldes

| TOTAL DE MOLDES |                |        |                         |        |                         |
|-----------------|----------------|--------|-------------------------|--------|-------------------------|
| NUMERO          | TIP. DE MOLDE  | NUMERO | TIP. DE MOLDE           | NUMERO | TIP. DE MOLDE           |
| 1               | Cover Fender   | 23     | Arco delantero pa       | 45     | Anaquel electrico       |
| 2               | Lodera PA      | 24     | Arco trasero            | 46     | SPOILER INNER           |
| 3               | Lodera Audi    | 25     | Lodera 912E             | 47     | LISTON GLI-18           |
| 4               | Lodera 911 AB  | 26     | Lodera 911D             | 48     | Arco delantero taos     |
| 5               | GP-22          | 27     | Lodera 912D             | 49     | Moldura F               |
| 6               | GP-24          | 28     | Lodera 911E             | 50     | Moldura AB              |
| 7               | GP-23          | 29     | Lodera 911 AD           | 51     | Bentline                |
| 8               | Kotfluegel     | 30     | Lodera 911 AC           | 52     | WAKA MI                 |
| 9               | GP-25          | 31     | Lodera 911 AB           | 53     | GP-30                   |
| 10              | GP-29          | 32     | Lodera 912 AD           | 54     | GLI-14                  |
| 11              | GLI-1          | 33     | Lodera 911 E            | 55     | WAKA AUDI               |
| 12              | Lodera 912AD   | 34     | Lodera 911 AB           | 56     | Moldura delantera taos  |
| 13              | GLI-11         | 35     | Lodera 912 D            | 57     | Atlas trasero           |
| 14              | Lodera 911 AB  | 36     | Arco trasero Rline      | 58     | Defroster upper         |
| 15              | GP-5           | 37     | Arco PA                 | 59     | Moldura P               |
| 16              | GP-6           | 38     | Arco delantero pa RLINE | 60     | Moldura delantera atlas |
| 17              | Lodera 911 E   | 39     | MID Panel               | 61     | Garnish lower           |
| 18              | Moldura 863 SI | 40     | Moldura trasera taos    | 62     | Lodera 912 AB           |
| 19              | 318A Adient    | 41     | Moldura LM              | 63     | Moldura J               |
| 20              | Moldura 863B   | 42     | GP-11                   | 64     | Moldura trasera atlas   |
| 21              | GP-27          | 43     | GP-10                   | 65     | Anaquel manual          |
| 22              | GP-16          | 44     | Moldura K               |        |                         |

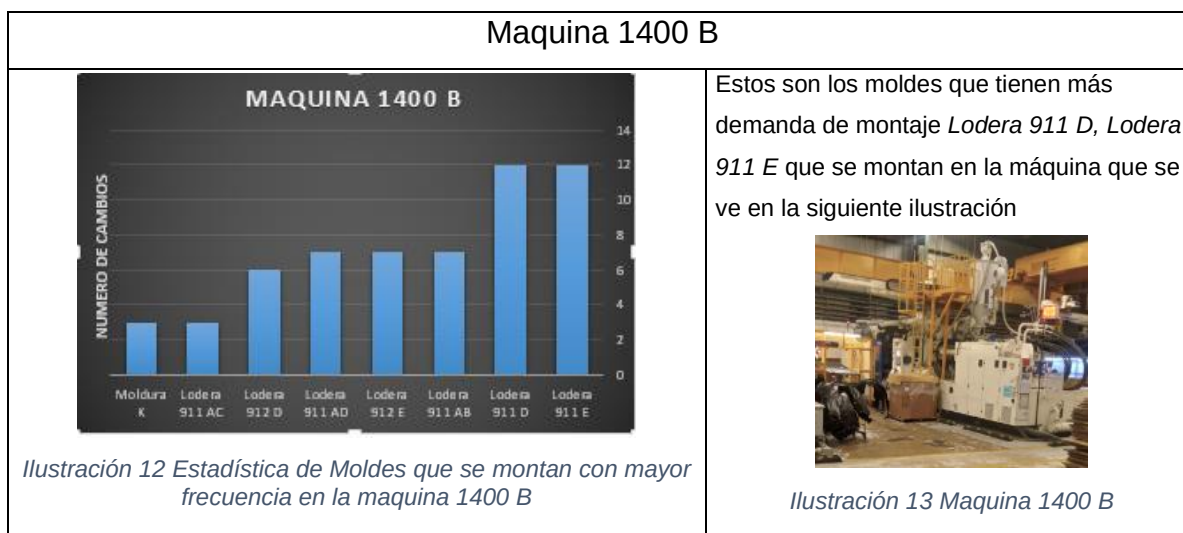
Realizando el estudio de tiempos y movimientos se alcanzaron los diferentes resultados que indican la demanda que tiene cada máquina para el montaje de los diferentes moldes, en base a la demanda de la producción se tabula y grafica por medio de Excel y se desarrolló un registro en cada máquina que se ve en la siguiente tabla.

Tabla 2 Análisis de Tiempo y Montaje de cada Maquina

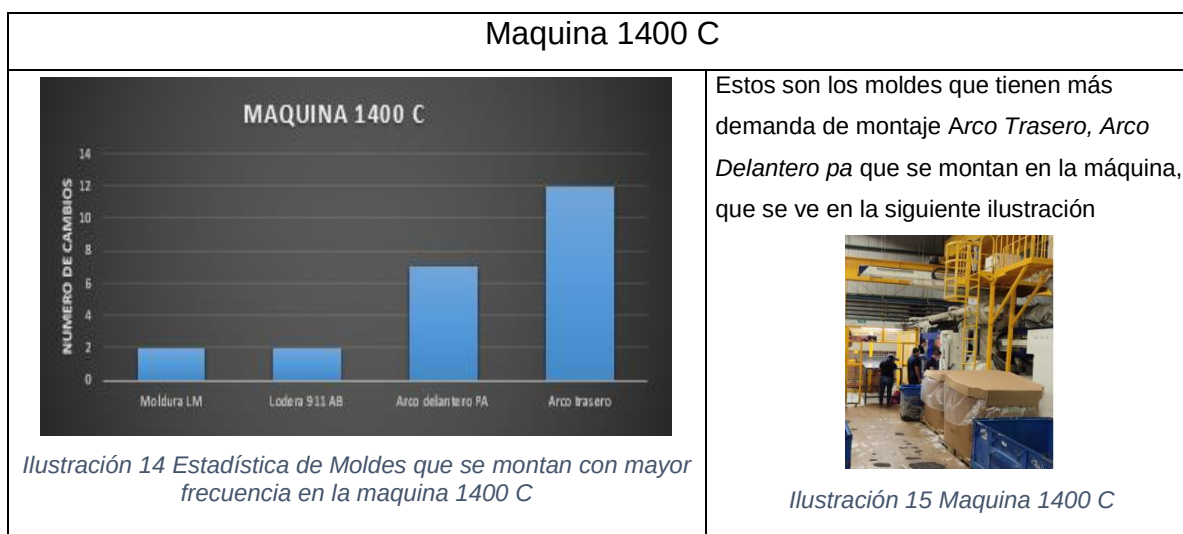
En la maquina 1400 A se tiene una demanda mayor de 2 moldes, por lo que arrojo el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 12.

| Maquina 1400 A                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><i>Ilustración 10 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la maquina 1400 A</i></p> | <p>Estos son los moldes que tienen más demanda de montaje <i>Arco Trasero R LINE</i>, <i>Arco Delantero PA</i> que se montan en la máquina que se ve en la siguiente ilustración</p>  <p><i>Ilustración 11 Maquina 1400 A</i></p> |

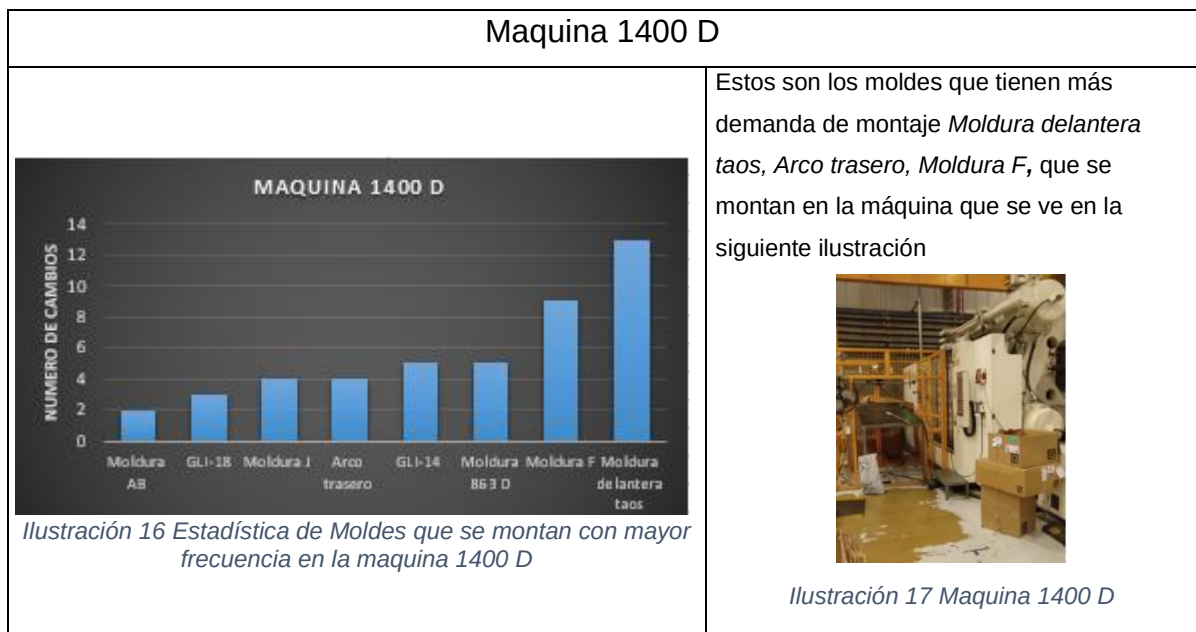
La máquina 1400 B tiene una demanda mayor de 2 moldes, por lo que arrojó el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 14.



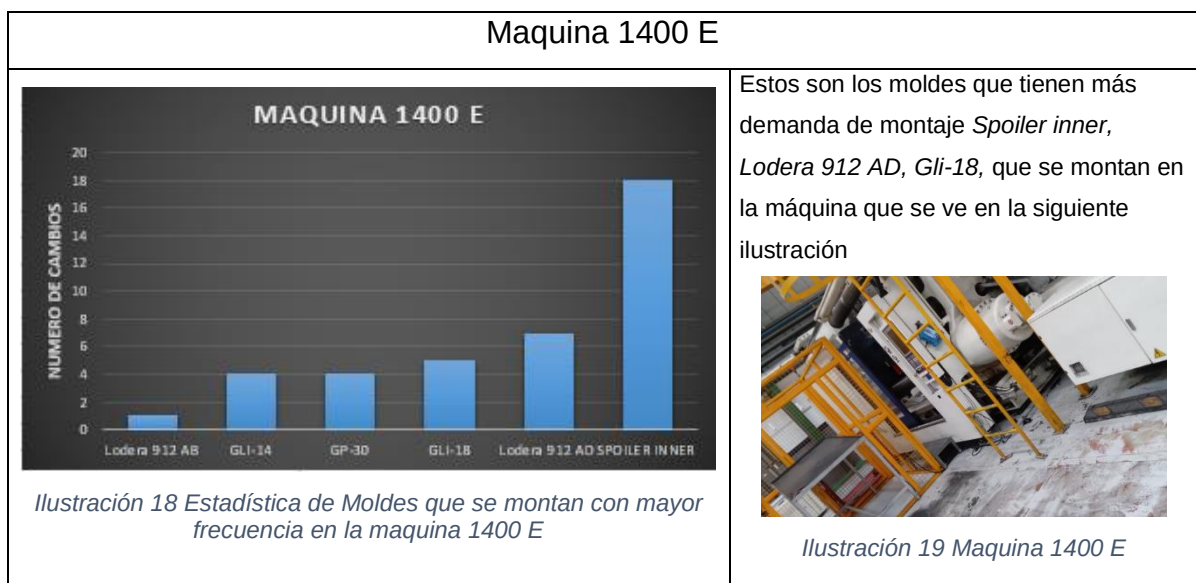
La máquina 1400 C tiene una demanda mayor de 2 moldes, por lo que arrojó el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 16.



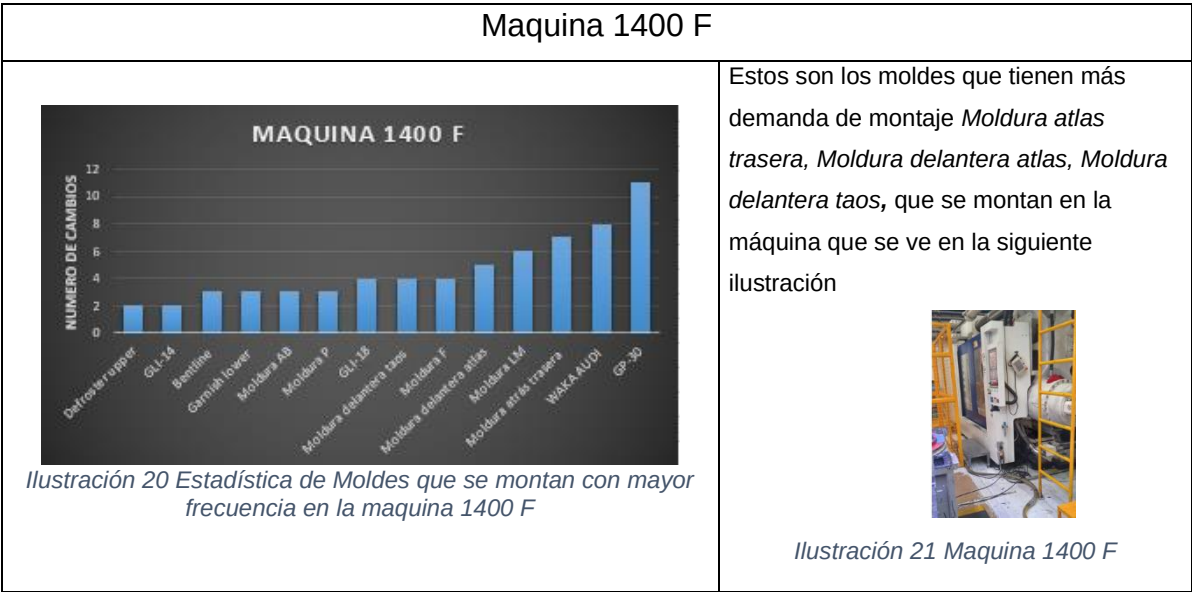
La máquina 1400 D tiene una demanda mayor de 3 moldes, por lo que arrojó el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 18



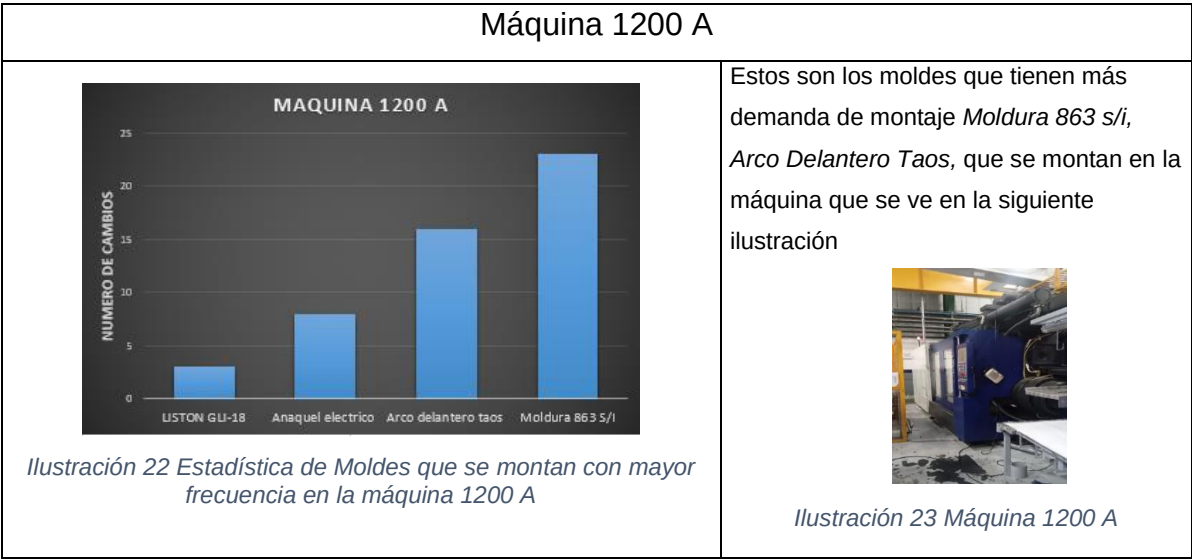
La máquina 1400 E tiene una demanda mayor de 3 moldes, por lo que arrojo el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 20.



La máquina 1400 F tiene una demanda mayor de 3 moldes, por lo que arrojo el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 22.



La máquina 1200 A tiene una demanda mayor de 2 moldes, por lo que arrojó el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 18.



La máquina 1200 B tiene una demanda mayor de 2 moldes, por lo que arrojó el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 26.

### Máquina 1200 B

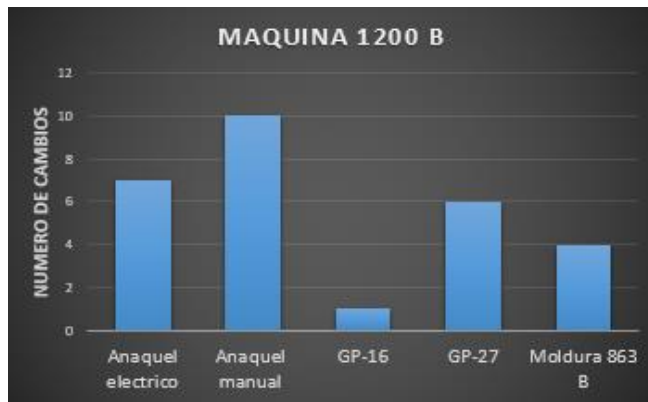


Ilustración 24 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la máquina 1200 B

Estos son los moldes que tienen más demanda de montaje *Anaquel Manual*, *Anaquel Eléctrico*, que se montan en la máquina que se ve en la siguiente ilustración



Ilustración 25 Máquina 1200 B

La máquina 1200 C tiene una demanda mayor de 3 moldes, por lo que arrojó el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 28.

### Máquina 1200 C

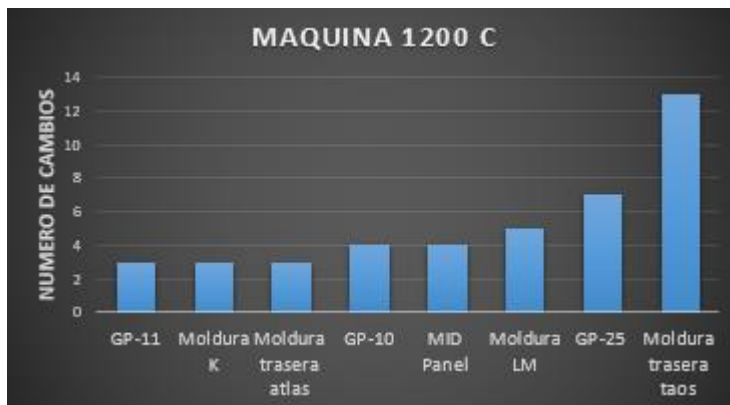


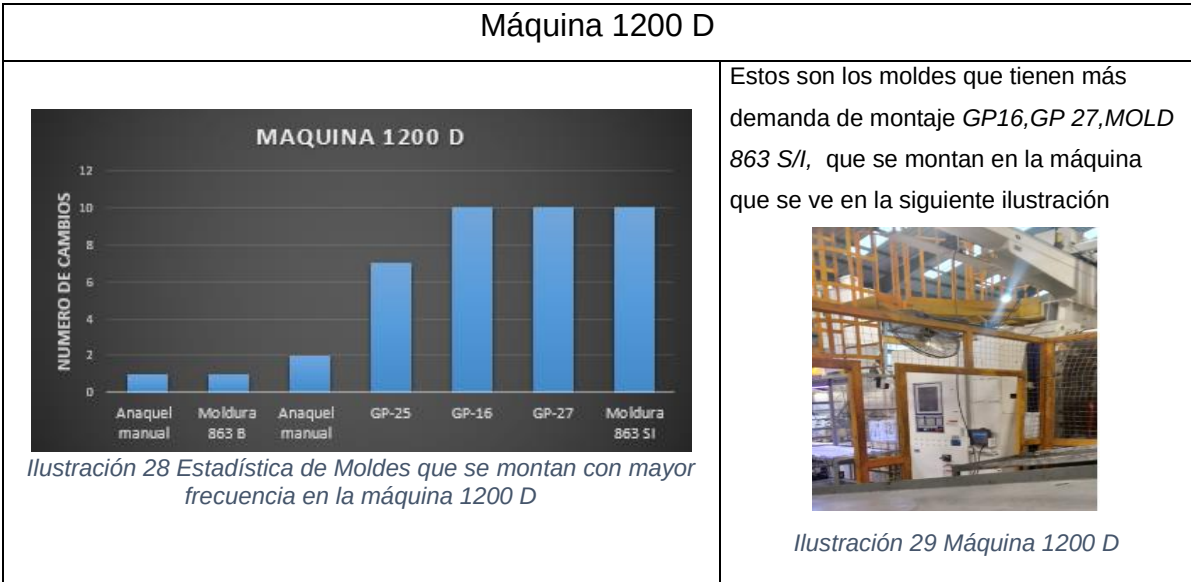
Ilustración 26 Estadística de Moldes que se montan con mayor frecuencia en la máquina 1200 C

Estos son los moldes que tienen más demanda de **montaje** *Moldura trasera Taos*, *GP-10*, que se montan en la máquina que se ve en la siguiente ilustración

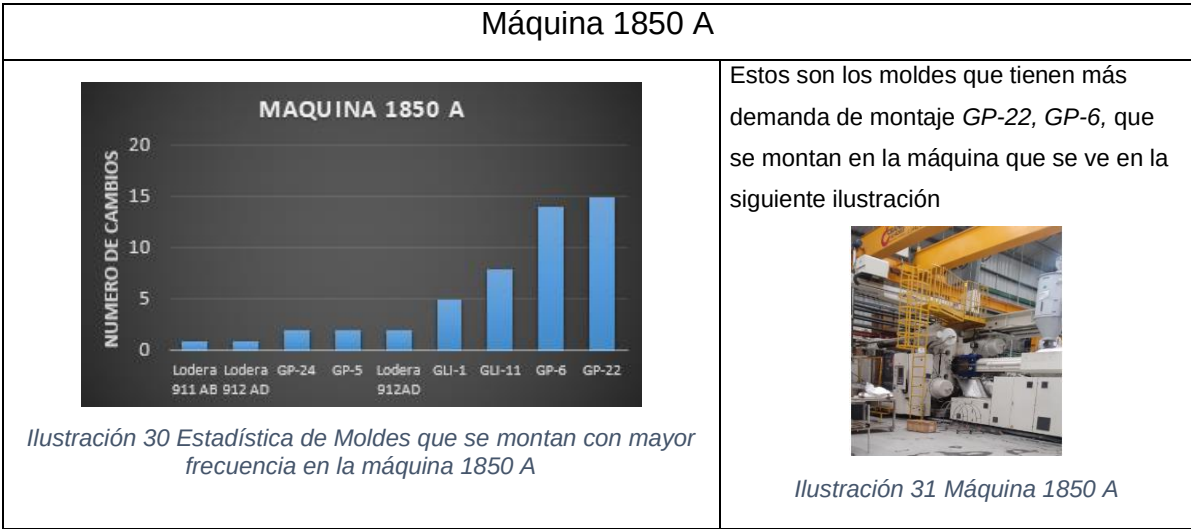


Ilustración 27 Máquina 1200 C

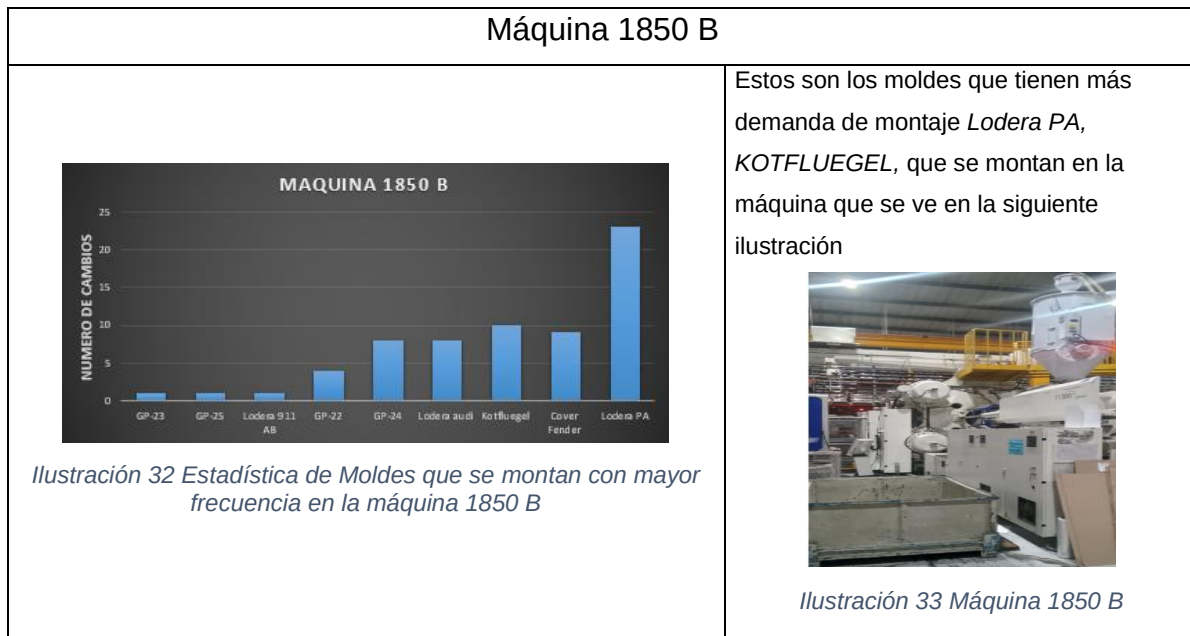
La máquina 1200 D tiene una demanda mayor de 2 moldes, por lo que arrojó el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 30.



La máquina 1850 A tiene una demanda mayor de 2 moldes, por lo que arrojó el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 32.



La máquina 1850 B tiene una demanda mayor de 2 moldes, por lo que arrojó el estudio que se realizó durante 4 meses por medio de la técnica de movimientos donde los resultados se ven reflejados en la siguiente tabla e ilustración 34



### 3.3. Descripción de Actividades

La metodología para este proyecto consta de herramientas, técnicas y descripción de actividades que se llevaron a cabo por medio del análisis y tiempos que buscan la mejora en el cambio de moldes, con las diferentes metodologías a aplicar como lo son *Lea Manufacturing*, *5`s* y *SMED*, para poder entender mejor los conceptos y la descripción de las actividades realizadas en el departamento de *Unicar Plastics*, se realizó una investigación en diferentes metodologías ya vistas en el marco teórico.

El cambio de molde se ejecuta todos los días, visto que hay momentos en donde falta completar la producción o hay falla en la producción de acuerdo con el estudio de tiempos el cambio de molde en promedio tarda 128 minutos desde la última pieza inyectada hasta la primera pieza inyectada. En la siguiente tabla se presenta el procedimiento y los tiempos que hace el montador para hacer este proceso día con día este procedimiento se hace de la misma manera en todas las máquinas y moldes

### 3.4 Procedimiento de operaciones de Montaje y Arranque Actuales

Tabla 3 Operaciones de arranque y montaje actuales

| Operaciones 1era persona |                                                                                                                                                                                                                             | Minutos     | Operaciones 2da persona                                                                                                                                                                           |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                 | Recibir orden del molde a subir y en que máquina, esta orden la proporciona el supervisor o el ingeniero de producción.                                                                                                     | 5 min       |                                                                                                                                                                                                   |
| <b>2</b>                 | Identificación del molde con numero de parte o nombre de la pieza                                                                                                                                                           | 8 min       | Identificación del molde con numero de parte o nombre de la pieza                                                                                                                                 |
| <b>3</b>                 | Revisar si el molde no le hace falta conexiones, ya sea de hidráulica, de agua o puentes de conexión                                                                                                                        | 5 min       | Revisar si el molde no le hace falta conexiones, ya sea de hidráulica, de agua o puentes de conexión                                                                                              |
|                          | En caso que le haga falta conexiones se le notifica al supervisor para que realice una orden de trabajo para dar mantenimiento y así lo puedan habilitar                                                                    | 15 min      | Le informa a moldes del problema                                                                                                                                                                  |
| <b>4</b>                 | Notificar a las operadoras que se tiene que realizar el cambio de molde y si les falta completar piezas se espera hasta que llenen y si no les faltan se le cierra a la tolva para que se descargue el material del husillo | 7 min       | Acercar grúa a la máquina donde se realizará el cambio de molde                                                                                                                                   |
| <b>5</b>                 | Se prepara la herramienta a ocupar para desembridar el molde                                                                                                                                                                | 3 min       | Se prepara la herramienta a ocupar para desembridar el molde                                                                                                                                      |
| <b>6</b>                 | Se termina el proceso de inyección proceden a aplicarle protector al molde                                                                                                                                                  | 2 min       | Pone la grúa encima del molde para poder engancharlo y tensar el molde con la grúa. Cierra las llaves del agua que van a molde o en su caso si lleva termorregulador lo apaga y cierra las llaves |
| <b>7</b>                 | Se cierra el molde                                                                                                                                                                                                          | 2 min       |                                                                                                                                                                                                   |
| <b>8</b>                 | Se retira la unidad de inyección del Molde                                                                                                                                                                                  | 2 min       |                                                                                                                                                                                                   |
| <b>9</b>                 | Se apagan temperaturas se desactivan Cores o Noyos                                                                                                                                                                          | 1 min       | Se pone el seguro al molde y se desconectan mangueras de agua, hidráulicas, señales de los Cores                                                                                                  |
| <b>10</b>                | Se pone el seguro al molde para que no se habrá al momento de subirlo o de bajarlo.                                                                                                                                         | 1 min       |                                                                                                                                                                                                   |
| <b>11</b>                | Se desconectan HARTINS de temperatura y señal de Val Gates                                                                                                                                                                  | 3 min       |                                                                                                                                                                                                   |
| <b>12</b>                | Enganchar el molde en la grúa viajera                                                                                                                                                                                       | 2 min       |                                                                                                                                                                                                   |
| <b>13</b>                | Desbridar el molde.                                                                                                                                                                                                         | 15 min      | Desbridar el molde                                                                                                                                                                                |
| <b>14</b>                | Cambiar fin de brazo                                                                                                                                                                                                        | 10 min      | Dejar el molde y acomodarlo en su lugar correspondiente.                                                                                                                                          |
| <b>15</b>                | Cargar programa al PLC y al fin de brazo                                                                                                                                                                                    | 10 min      | Enganchar el molde que se va a subir. Ir hasta la maquina con el molde con una distancia levantada no mayor a las alturas de los pies.                                                            |
| <b>16</b>                | Ayudar a centrarlo dándole indicaciones                                                                                                                                                                                     | 8 min       | Llegar a la maquina con el molde y centrarlo con la platina fija                                                                                                                                  |
| <b>17</b>                | Cierra la platina móvil para poder darle la alta presión                                                                                                                                                                    | 4 min       | Se fija que el molde este bien centrado                                                                                                                                                           |
| <b>18</b>                | Engrapapar el molde                                                                                                                                                                                                         | 8 min       | Engrapapar el molde                                                                                                                                                                               |
| <b>19</b>                | Conecta los hartings de temperaturas y las señales de los valgates y las activa en el PLC                                                                                                                                   | 10 - 15 min | Conecta las conexiones de agua y de hidráulica                                                                                                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                                      |             |                                                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 | Quita el seguro del molde para que se abra.                                                                                                                                          | 2 min       | Quita el seguro del molde para que se abra.                                                  |
| 21 | Abre la platina móvil para que el molde abra y se le hace una revisión preliminar                                                                                                    | 4 min       | Le abre a las llaves del agua y hace una revisión preliminar de que todo esté bien conectado |
|    | Si por alguna razón algo no está bien como no recibir señales de los Cores o que los valgates están invertidas tiene que avisar a moldes o a mantenimiento para arreglar en problema | 10 – 30 min | Se encarga de avisar dependiendo el problema ya sea a moldes o a mantenimiento               |
| 22 | Recoger y a guardar herramienta en el carro de los montadores.                                                                                                                       | 2 min       | Recoger y a guardar herramienta en el carro de los montadores.                               |
| 23 | Espera a que las temperaturas estén en los parámetros requeridos<br>Mete la unidad de inyección                                                                                      | 6 min       | Retira la grúa a un lugar seguro                                                             |
| 24 | Empieza a inyectar las primeras piezas                                                                                                                                               | 8 min       | Avisa al supervisor y a moldes para que limpien el texturizado del molde                     |

*Tabla 4 Actividades actuales en el Montaje y arranque*

### Compromiso de la organización

La organización deberá estar comprometida con la implementación de las 5's por lo que todos los niveles de la organización tendrán que formar parte de la implantación de estas tanto los directivos como los montadores.

### 3.5. Mejoras e implementación de las 5s en el proceso

- Involucrar a todos los empleados en una herramienta eficaz y sencilla.
- Ayudar en la eliminación de desperdicios.
- Reducir los riesgos de accidentes.
- Menos movimientos y traslados inútiles.
- Reducir los accidentes de trabajo
- Facilitar la búsqueda de cosas
- Permitir identificar los problemas y soluciones con mayor facilidad
- (alertar de lo que no funciona)
- Sacar a relucir desperdicios que existen en el puesto de trabajo
- Trabajar en equipo
- Ayudar a las personas a adquirir auto disciplina

### Llenado de Bitácora de Procesos

El llenado de bitácora se realiza cada día, se llena para saber los datos de las piezas automotrices, donde se anota la temperatura de la máquina inyectora, temperatura de los controladores, temperatura de agua móvil y fija del molde, tiempo de la primera inyección. En este llenado ella entra ciertas especificaciones que son:

Sostenimiento, presión, tiempo de la inyección que es sometida la máquina para poder producir la pieza, estos son otros parámetros para que salga con los estándares de calidad requeridos e enfriamiento del molde de la pieza, tiempo de la recarga de la inyección, tiempo del ciclo de la inyección.

Finalmente se llena el apartado de la distancia final de la inyección y presión, que especifica: Cojín, Punto de cambio de la inyección, Tamaño de disparo de la inyección, Límite de presión de inyección, Sostenimiento de la inyección, Protección del molde.

*Llenado de Bitácora de Cambio de Molde*

El llenado de esta bitácora es importante para la producción con esta podemos saber el aprovechamiento de la producción día con día, porque en este formato podemos encontrar la fecha que se realizó el cambio de molde, la hora que se inició el cambio, el molde que se va a subir, el molde que se va a bajar, nombre de la persona que realizo el cambio, la hora finalizada del cambio, total de tiempo de cambio y observaciones como se muestra en la siguiente ilustración

[illegible]

*Ilustración 34 Datos de Cambio de Molde*

### **3.6. Mejora en la estandarización de los hartings de los moldes de inyección**

Las conexiones hartings en el moldeo por inyección son una serie de líneas eléctricas que vienen de la máquina y son conectadas al molde, son unos cables de alrededor de 3 metros de largo con una conexión macho y la otra hembra, a la hora de ser conectadas en el molde, las cuales son calentadas de 200 a 300 grados centígrados (depende el material que se esté utilizando), se utilizan para calentar el molde, estos hartings ayudan a calentar el molde para que así el plástico que entra en el molde pueda fluir de una mejor manera, en la empresa Unicar Plastics existe mucha deficiencia en estos componentes debido a que se encuentran rotos, colores no estandarizados y en mal estado como lo podemos observar en la Ilustración 35, En la imagen C se observa encerrado con un círculo verde este especifica que un cable esta suelto debido a esto se tienen pérdidas de tiempo en el montaje, puesto que no está bien identificada la estandarización de los colores, hay algunas conexiones de cables que en un harting tienen un color, y en el otro par tiene otro, entonces con esto causa confusiones a la hora de conectar los hartings al molde, lo que puede ser que la pérdida de tiempo sea 10 a 15 minutos en lo que el montador identifica correctamente los cables, y el otro montador tiene que estarlo esperando para hacer lo que sigue del cambio. Por otro lado, aquí en Unicar Plastics hay mucha rotación de personal si llega un montador nuevo no sabrá cómo van conectados los Hartings, a falta de información se puede provocar un corto circuito y dañar los termopares.



Imagen A



Imagen B



Imagen C



Imagen D

*Ilustración 35 Estado de los Hartings*

En las siguientes ilustraciones se aprecian los hartings de los moldes y no tiene una estandarización de colores iguales o de plano no hay colores, se presentan con hartings rotos, hay muchos problemas con tan solo ver la imagen.



Imagen A



Imagen B



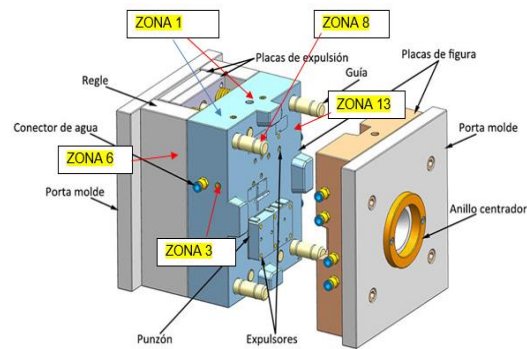
Imagen C

*Ilustración 36 Estado de los hartings de los moldes*

Las zonas en el moldeo por inyección son las partes que están situadas internamente en donde están las venas de la colada caliente o por donde pasa el plástico en la ilustración 38, se encuentran en el molde situadas estratégicamente, uno de los defectos más comunes al tener zonas dañadas es la pieza incompleta ya que esa zona no está calentando y por lo tanto el plástico no puede fluir correctamente lo cual ocasiona piezas incompletas.

| ZONAS DE MOLDE Y COLOR |          |
|------------------------|----------|
| 1-12                   | BLANCO   |
| 13-24                  | AMARILLO |
| 25-36                  | NARANJA  |
| 37-48                  | AZUL     |
| 49-60                  | VERDE    |
| 61-72                  | ROJO     |
| 73-84                  | NEGRO    |

*Ilustración 37 Estandarización de colores de las zonas*

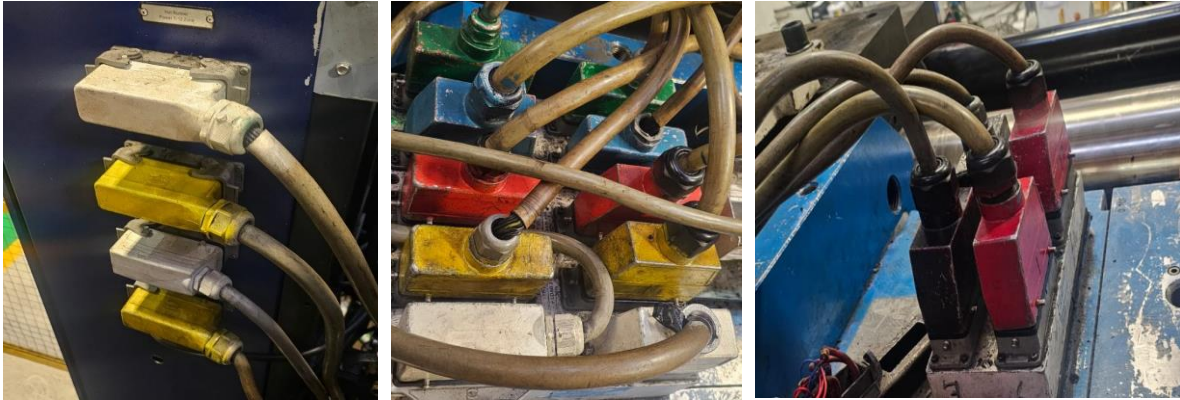


*Ilustración 38 Zonas del Molde*

### *Mejora en la estandarización por colores*

Como podemos observar en la ilustración 37, como mejora y análisis de las temperaturas se realizó una tabla en la cual nos indica de qué zona a qué zona vamos a manejar los colores, ya con esta estandarización se tienen que conectar correctamente el molde y maquina lograremos reducir el tiempo en que el montador de moldes solía conectar. La estandarización de los hartings por color busca reducir tiempos con esta mejora el operador ya no tendrá pérdidas de tiempo en ir siguiendo los cables uno por uno y ver cuál es el correcto, en cambio la estandarización de colores solamente será conectar por colores y no habrá ningún problema y será mucho más fácil para el operario, lo que se busca también es la facilidad de uso y conexión para que cualquier persona ya sea nueva o que no tenga los conocimientos, simplemente conecte los cables por colores y listo, ya no existiría ningún inconveniente, con esto se ahorraría tiempo lo cual ayudaría hacer las actividades más rápidamente y que la maquina este lo menos parada y así generar más ganancias.

### **3.6.1. Resultado de estandarización:**



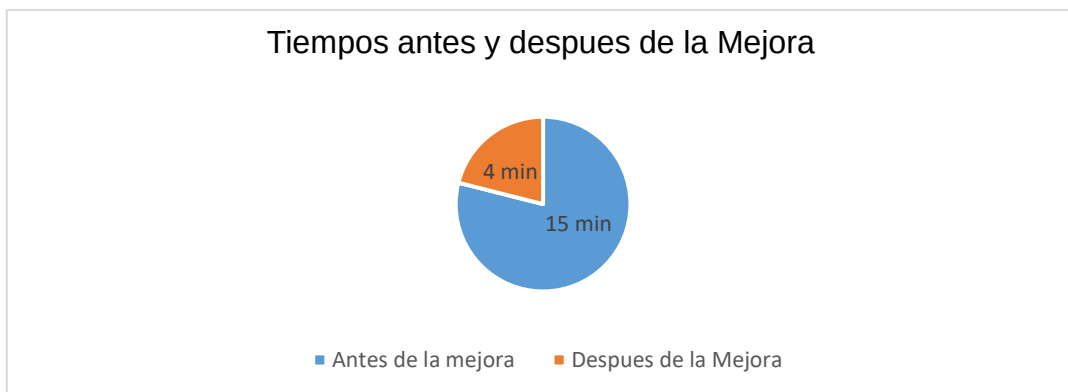
*Ilustración 39 Estandarización de las zonas de máquina y molde*

Como podemos observar en las ilustraciones 39, se estandarizaron los hartings de la máquina y los moldes que permitió la empresa, esperando hacerlo en todas las máquinas, esto para poder ver qué tan eficiente puede ser, se puede apreciar el cambio notorio que se ve en la siguiente tabla ya que los tiempos se redujeron de 15 minutos a tan solo 4 minutos como se muestra el análisis de tiempos comparando los tiempos antes de la mejora y después de estandarizarlos teniendo un porcentaje de ventaja del 73.3%

*Tabla 5 Tiempos de los Hartigs*

| Tiempo de operación de conexión de los hartings |                                            | Minutos       | Tiempo mejorado con la estandarización en la conexión de los hartings | Minutos      |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1                                               | Seguir cada cable de máquina a molde       | 9 min         | <b>Tomar cables y conectar por color</b>                              | 4 min        |
| 2                                               | Identificar zonas en molde                 | 4 min         |                                                                       |              |
| 3                                               | Conectar las zonas correctamente           | 2 min         |                                                                       |              |
|                                                 | <b>Total en minutos antes de la mejora</b> | <b>15 min</b> | <b>Total de minutos aplicando mejoras</b>                             | <b>4 min</b> |

*Grafica de resultados*



Aplicando mejoras se redujo con certeza el tiempo de conexión de los hartings, como se puede observar la gráfica se hizo con tiempos reales tomados en piso, gracias a esto después de conectar los hartings el montador puede seguir con la siguiente operación del cambio de molde.

### 3.7 Procedimiento para el cambio de molde en máquinas inyectoras de plástico.

En la presente tabla que se agrega se da a conocer el procedimiento para realizar el cambio de molde en las maquinas inyectoras de plástico en donde esta actividad se debe de realizar por dos personas.

*Tabla 6 procedimiento para el cambio de molde*

| Operaciones 1era persona |                                                                                                                                                                                                                             | Operaciones 2da persona                                                                              |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                 | Recibir orden del molde a subir y en que máquina, esta orden la proporciona el supervisor o el ingeniero de producción.                                                                                                     | Identificación del molde con numero de parte o nombre de la pieza                                    |
| <b>2</b>                 | Prepara la herramienta a ocupar para desembridar el molde y pone conos de seguridad en el pasillo principal                                                                                                                 | Lleva el molde a pie de máquina asegurándose de que este cuente con etiqueta Ok de color verde       |
| <b>3</b>                 | Notificar a las operadoras que se tiene que realizar el cambio de molde y si les falta completar piezas se espera hasta que llenen y si no les faltan se le cierra a la tolva para que se descargue el material del husillo | Revisar si el molde no le hace falta conexiones, ya sea de hidráulica, de agua o puentes de conexión |
| <b>4</b>                 | En caso que le haga falta conexiones se le notifica al supervisor para que realice una orden de trabajo para dar mantenimiento y así lo puedan habilitar                                                                    | *Les informa a moldes del problema<br>Entra a máquina y hace limpieza a tapete de máquina y a molde  |
| <b>5</b>                 | Prepara fin de brazo a cambiar<br>Checar resina con los Materialistas                                                                                                                                                       | Acercar grúa a la máquina donde se realizará el cambio de molde                                      |
| <b>6</b>                 | Se termina el proceso de inyección proceden a aplicarle protector al molde                                                                                                                                                  | Pone la grúa encima del molde para poder engancharlo y tensar el molde con la grúa.                  |

|           |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                           |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7</b>  | Se cierra el molde                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |
| <b>8</b>  | Se retira la unidad de inyección del Molde                                                                                                                                           | Cierra las llaves del agua que van a molde o en su caso si lleva termorregulador lo apaga y cierra las llaves                             |
| <b>9</b>  | Se apagan temperaturas se desactivan Cores o Noyos                                                                                                                                   | Se pone el seguro al molde                                                                                                                |
| <b>10</b> | Se pone el seguro al molde para que no se habrá al momento de subirlo o de bajarlo.                                                                                                  | Se desconectan mangueras de agua, hidráulicas, señales de los Cores                                                                       |
| <b>11</b> | Se desconectan HARTINGS de temperatura y señal de Val Gates                                                                                                                          | Hace una inspección de las mangueras hidráulicas y de enfriamiento que no tengan fugas                                                    |
| <b>12</b> | Enganchar el molde en la grúa viajera                                                                                                                                                |                                                                                                                                           |
| <b>13</b> | Desbridar el molde.                                                                                                                                                                  | Desbridar el molde                                                                                                                        |
| <b>14</b> | Cambiar fin de brazo                                                                                                                                                                 | Dejar el molde y acomodarlo en su lugar correspondiente.                                                                                  |
| <b>15</b> | Cargar programa al PLC y al fin de brazo                                                                                                                                             | Enganchar el molde que se va a subir.<br>Ir hasta la maquina con el molde con una distancia levantada no mayor a las alturas de los pies. |
| <b>16</b> | Ayudar a centrarlo dándole indicaciones                                                                                                                                              | Llegar a la maquina con el molde y centrarlo con la platina fija                                                                          |
| <b>17</b> | Cierra la platina móvil para poder darle la alta presión                                                                                                                             | Se fija que el molde este bien centrado                                                                                                   |
| <b>18</b> | Engraprar el molde                                                                                                                                                                   | Engraprar el molde                                                                                                                        |
| <b>19</b> | Conecta los hartings de temperaturas y las señales de los valgates y las activa en el PLC                                                                                            | Conecta las conexiones de agua y de hidráulica                                                                                            |
| <b>20</b> | Quita el seguro del molde para que se abra.                                                                                                                                          | Quita el seguro del molde para que se abra.                                                                                               |
| <b>21</b> | Abre la platina móvil para que el molde abra y se le hace una revisión preliminar                                                                                                    | Abre a las llaves del agua y hace una revisión preliminar de que todo esté bien conectado                                                 |
| <b>22</b> | Si por alguna razón algo no está bien como no recibir señales de los Cores o que los valgates están invertidas tiene que avisar a moldes o a mantenimiento para arreglar en problema | Se encarga de avisar dependiendo el problema ya sea a moldes o a mantenimiento                                                            |
| <b>23</b> | Recoger y a guardar herramienta en el carro de los montadores.                                                                                                                       | Retira la grúa a un lugar seguro                                                                                                          |
| <b>24</b> | Espera a que las temperaturas estén en los parámetros requeridos<br>Mete la unidad de inyección                                                                                      | Avisa al supervisor y a moldes para que limpien el texturizado del molde                                                                  |
| <b>25</b> | Empieza a inyectar las primeras piezas                                                                                                                                               | Checa nivel de aceite de la máquina y la temperatura del agua                                                                             |

La siguiente tabla establece las herramientas que ocupan para realizar los cambios

de molde, debido a que, hay algunas máquinas que se ocupa llave Allen de 22mm, eslingas en caso de que el molde este grande, se ocupa unas cadenas galvanizadas de grado 80, y barras para moldes que no tienen expulsores.

Tabla 7 Herramientas para el cambio de molde

| Herramientas que se necesitan para el cambio de molde | Cantidad |
|-------------------------------------------------------|----------|
| Llaves Allen de 22 mm                                 | 2        |
| Protector de molde en aerosol                         | 1        |
| Tubo de un metro de largo y 3 pulgadas de ancho       | 2        |
| Eslingas de 10 Toneladas                              | 2        |
| Grúa de montaje de molde de 30 Toneladas              | 1        |
| Cadenas de 80 grados                                  | 2        |
| Tubo o barra                                          | 2 a 4    |

#### *Cambio de brazo del robot*

El cambio de robot o mejor conocido como “fin del brazo del robot”, es de mucha ayuda dado que saca la pieza del molde ya realizada, y así evite en dañar las piezas o mancharlas.

Para poder cambiar el brazo del robot se debe considerar el tipo de pieza que es, ya que no se puede usar el mismo brazo, debido a que cada uno tiene diferente función. Lo más común que tiene un brazo son las ventosas (conocida como chupones), pinzas, dedos que son las agarraderas y cada una de ellas tiene su propia función.

#### *Las ventosas (chupones)*

Hace el funcionamiento de succionar la pieza y se crea una bomba de vacío haciendo que succione.

#### *Las pinzas*

Las pinzas, su principal función es que agarre las coladas de la pieza realizada, puesto que si una se llega a quedar en el molde no se podrá dar ciclo otra vez porque se estaría causando daño en los puntos de inyección.

#### *Los dedos (agarraderas)*

Los dedos son demasiado útiles para poder sacar la pieza, esto ayuda demasiado a las ventosas y le da un mejor agarre para que se pueda sacar la pieza del molde y

dejarlo en el lugar donde se va a tratar la pieza.

Así como también se cambia el brazo del robot se tiene que cambiar el programa, en ocasiones solamente se ocupa puras ventosas, dedos y pinzas, y con el programa se manda las señales para que se pueda habilitar las funciones del robot

*Posibles causas de atraso si el operador no realiza un check list antes de montar el molde a la máquina.*

Las principales causas de atraso se derivan de no preparar el molde antes de montar normalmente lo que siempre llega a requerir en un molde, son los puentes de agua (jumpers), estas se consideran como conexiones para las mangueras de agua de alta presión.

Para poder habilitar se necesita las siguientes herramientas:

- Llave ajustable (Perico) ajustable de 8" Acero Pavonado
- Los puentes de refrigeración
- Las entradas de las mangueras de agua de alta presión, así como las conexiones rápidas denominadas macho y hembra. Entradas de macho y hembra para las conexiones hidráulicas.

#### Reactivación y fallas

Las reactivaciones se hacen cuando hay fallas y las operadoras u operadores alertan y realizan un freno de las piezas o en ocasiones esto lo llega hacer los supervisores de calidad. Ellos pueden hacer el freno porque se percatan de que la pieza está saliendo incompleta o tiene algún otro problema como que el robot está dañando la pieza, por fuga de agua o aceite del molde.

Problemas que surgen durante la inyección de la primera pieza.

- Pieza Incompleta: Puede ser por puntos tapados, fallos en los micros de señales o por metales.
- Presencia de rebaba en la pieza: La rebaba se ocasiona por calentamiento

por molde, fluidez del material y por la temperatura del ambiente.

- Daño del robot hacia la pieza: Cuando el robot está dañando la vista de la pieza, se debe a que no están bien ajustadas las pinzas o los dedos del robot.
- Robot que no agarra la pieza: La principal causa es porque las ventosas o pinzas no están bien acomodadas y sucede eso porque el robot no succiona o no alcanza a desmoldear la pieza.

### **3.8. Problemas por fugas**

La fugas de aceite y de agua siempre se da por mal conexión, desgaste o por que la conexión no tiene el empaque o está dañada la conexión, para la limpieza primero se tiene que identificar el tipo de fuga y de donde proviene, esto puede ser fuga de la máquina o del molde pero lo más común es de molde ya que hay veces que los empaques de los puentes están desgastados o los puentes están rotos, maltratados, si la fuga es de agua podemos tirarla a los canales de desagüe eso si no está contaminada con aceite, si es el caso se rejunta y se lleva a residuos peligrosos este tipo de residuos va a un contenedor ahí podemos encontrar agua contaminada, aceite, trapos con aceites, cartones con aceites. Para que este tipo de problemáticas no surjan se desarrolló un diagrama de ishikahua que se ve en la siguiente ilustración, para analizar cuáles son los factores principales que ocasionan este tipo de problemáticas y pérdidas económicas en el caso del aceite ya que si surge una fuga de aceite se tiene que rellenar el depósito y esto implica gastos innecesarios

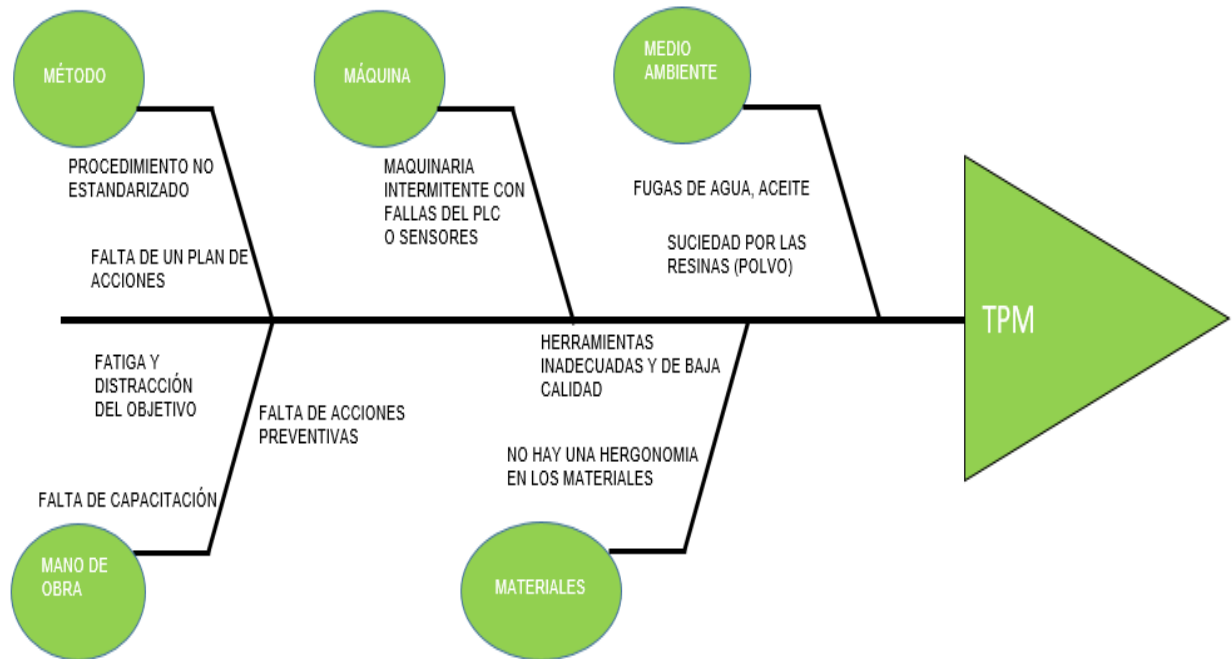


Ilustración 40 Diagrama de ishikahua TPM

Durante las mejoras y analizando una lluvia de ideas de las cuáles son los factores principales, ya que no se lleva a cabo una inspección rutinaria y totalmente concientizada por los trabajadores se realizó un plan de prevención para poder mejorar el cuidado de las máquinas y los moldes.

### 3.9. Implementación del procedimiento para el mantenimiento preventivo de la maquina

Se propone este procedimiento ya que la empresa no cuenta con un plan de acción para el mantenimiento preventivo de las máquinas, por lo que los montadores de molde tienen que realizar esta revisión a cada una de las máquinas, una vez al día y si se presenta algún daño lo tienen que reportar de inmediato con el supervisor.

En la siguiente tabla se evaluará el plan de acción a desarrollar por parte de los montadores para desarrollar el buen manejo de la información y el cuidado de las maquinas.

Tabla 8 Implementación de procedimiento para TMP

|                          |           |                         |           |
|--------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| Operaciones 1era persona | Condición | Operaciones 2da persona | condición |
|--------------------------|-----------|-------------------------|-----------|

|   |                                                                                               |  |                                                                                             |  |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1 | Verificar que esté limpia la máquina y el molde (que no tenga residuos de grasa, polvo, agua) |  | Verificar que los cables del molde estén en buen estado                                     |  |
| 2 | Las mangueras de agua e hidráulicas estén ruteadas                                            |  | Las llaves de agua estén abiertas y sin fugas                                               |  |
| 3 | Checar nivel de aceite de la máquina y temperatura                                            |  | Que las mangueras que estén en buen estado no tengan fugas en los empaques                  |  |
| 4 | Verificar que el robot saque bien las piezas (que este en buen estado pinzas, ventosas )      |  | Verificar que no exista fuga de material en la boquilla de la maquina                       |  |
| 5 | Verificar que estén bien conectados los hartings de temperatura y Noyos                       |  | Verificar parámetros del proceso conforme a la ficha de parámetros                          |  |
| 6 | Realizar limpieza de los acrílicos                                                            |  | En caso de que aplique verificar el funcionamiento de termostatos con set point y sin fugas |  |
| 7 | Reportar algún ruido o movimiento anormal del equipo con el supervisor                        |  | Realizar limpieza externa de la maquina (que no tenga residuos de polvo, aceite, agua)      |  |

|                                                                                   |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | BUEN ESTADO |
| X                                                                                 | MAL ESTADO  |

*En caso de que no se cumpla con las condiciones tienen que dar aviso al supervisor y al departamento de máquinas para que se haga una acción de prevención o correctiva.*

### *Grúa viajera*

Es un maquina o pieza de equipo que permite elevar y mover materiales pesados de un lugar a otro de forma precisa y segura como se muestra en la ilustración 41 el puente grúa que se ocupa para trasladar los moldes de la superficie a la máquina.

Un puente grúa se utiliza en fábricas industriales

Altura: 10 metros

Longitud del tramo: 31.5 metros

Ancho: 7 Metros

Capacidad: 30 Toneladas



*Ilustración 41 Puente Grúa de 30 Toneladas*

### *Medidas de prevención*

- Rutinas de mantenimiento por parte del departamento de máquina,
- Cada que se utilice la grúa inspeccionar si el gancho tiene obstáculos y está en buen estado sin deformaciones
- Capacitar a los operadores con el curso de operadores de grúa puente y/o viajera,
- Cero distracciones,
- No balancear la carga,
- Utilizar equipo de protección personal. (botas, gafas y tapones auriculares)
- Cuando se lleve carga tener un área segura donde no se atravesase ningún personal
- verificar botonera de grúa que este en óptimas condiciones

En la siguiente ilustración tenemos un molde en área segura esto con la finalidad de poner el molde cerca de la máquina y así hacer un cambio lo más rápido posible esta técnica se aplica en las maquinas que tienen espacios para poder colocar el molde sin que afecte el ambiente de trabajo de los demás operarios



*Ilustración 42 Molde en Área segura*

Una vez que se cumpla con este principio se obtendrán los siguientes beneficios:

- Se obtiene un espacio adicional.
- Se elimina el exceso de objetos obsoletos.
- Se disminuyen movimientos innecesarios.
- Se elimina el exceso de tiempo del cambio de moldes.
- Se eliminan despilfarros.

La implementación de las 5 s se piensa realizar en la línea de producción con el propósito de generar los menores desperdicios que se pueden presentar durante el proceso de elaboración o fabricación de los productos. De este modo logrando una gran diferencia entre la situación en la que se presentaba la empresa anteriormente y posterior a la estadía. En el transcurso del primer mes se detectaron las fallas que se presentaban.

- Falta de responsabilidad de los operadores
- Falta de comunicación
- Falta de un ambiente de trabajo agradable
- Falta de material para la limpieza
- Falta de señalamientos y áreas establecidas para las herramientas

### **3.10. Las implementaciones de la Practica SMED para el cambio de molde en la industria**

Cada vez que se inicia una producción, ya sea al inicio del turno o jornada, o bien, cuando se lleva a cabo un cambio de producto, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- La preparación de la máquina y del puesto de trabajo.
- La limpieza y el orden del puesto de trabajo.
- La verificación de la materia prima y de los productos químicos.
- La correcta regulación del equipo.
- La aprobación y liberación para la producción.
- Planeación de la Producción
- Hacer un check-list para que todo esté listo antes de que la máquina arranque.
- De igual forma hacer un chek-list que se ve en la siguiente ilustración y tener todo listo para cambiar el molde.
- Que los elementos y herramientas requeridas estén a la mano.
- Que el molde esté debidamente revisado con anticipación.
- Tener a la mano las instrucciones de montaje.
- Tener a la mano los parámetros del proceso.

The image shows a checklist form titled 'UNICAT' and 'MOLDE'. It is a document used for verifying the mold before production. The form is divided into four quadrants by a vertical dashed line and a horizontal solid line. The top-left quadrant is titled 'MATERIA PRIMA' (Raw Material) and lists items like 'Resina' (Resin), 'Catalizador' (Catalyst), and 'Colorante' (Colorant). The top-right quadrant is titled 'HERRAMIENTAS' (Tools) and lists items like 'Cuchara' (Spoon), 'Pala' (Shovel), and 'Balde' (Bucket). The bottom-left quadrant is titled 'MOLDE' (Mold) and lists items like 'Molde' (Mold), 'Cinta' (Tape), and 'Papel' (Paper). The bottom-right quadrant is titled 'PROCESO' (Process) and lists items like 'Temperatura' (Temperature), 'Tiempo' (Time), and 'Presión' (Pressure). Each item has a checkbox for 'SI' (Yes) and 'NO' (No). The form is also divided into four quadrants by a vertical dashed line and a horizontal solid line.

*Ilustración 43 verificación del Molde*

### *Anticipar el cambio de resina*

Este es otro factor sumamente importante. Se debe tomar en cuenta el color y el tipo de resina con la que se está trabajando, de igual manera, el color y la resina con la que se trabajará durante la jornada, en los cambios de lote o de molde.

Lo mejor es que la limpieza del molde y la integración del nuevo material se lleven a cabo simultáneamente. Por ejemplo: en lo que se está limpiando el molde de inyección, se puede purgar la máquina: ambos procesos al mismo tiempo.

A su vez el inspector de calidad debe de validar que el material fue oportunamente

secado y validado cumpliendo con los requerimientos del cliente de tal manera que sea aprobado y los materialistas puedan aplicarlo en la máquina para ser inyectado en las siguientes ilustraciones se tiene un ejemplo de la resina que ocupa la empresa y son almacenados en contenedores.



*Ilustración 44 contenedor de Resina*



*Ilustración 45 Verificación de Resina por parte del inspector de calidad*

Tipos de Resinas que ocupa la empresa para poder inyectar las diferentes piezas que produce en el área automotriz, se muestran en la siguiente tabla especificando el tipo de material y las diferentes temperaturas que debe trabajar cada material.

*Tabla 9 Tipo de resinas*

| Material                             | Acrónimo | Temperatura de la Masa |
|--------------------------------------|----------|------------------------|
| Acrilonitrilo Buetadieno<br>Estireno | ABS      | 200-260°C              |
| Poliamida                            | PA       | 230-320°C              |
| Poliestireno                         | PS       | 180-260°C              |
| Polipropileno                        | PP       | 200-260°C              |
| Policloruro de Vinilo                | PVC      | 140-200°C              |

El Supervisor y Calidad debe de ver en el patrón de arranque las especificaciones de secado de la materia “Tiempo y Temperatura” por lo cual el supervisor con la ayuda del operador debe meter el material a secar con anticipación para garantizar el tiempo de secado como se muestra en la siguiente ilustración.



*Ilustración 46 Secador de Material*

### *Requerimientos del molde para la nueva producción*

Antes de realizar un cambio del molde, se debe haber visto con anticipación las Conexiones de agua e hidráulicas. Una excelente alternativa para reducir el tiempo de cambio de moldes es contar con placas multiconectores, las cuales, cuentan con códigos o colores definidos para cada entrada, dando como resultado que la conexión de mangueras del molde se realice de manera correcta, rápida y segura como se ve en las siguientes ilustraciones.



*Ilustración 47 Conexiones de agua*



*Ilustración 48 Conexiones de molde*

### *Limpieza de Molde*

Después de utilizar un molde durante algún tiempo en el proceso de inyección, es importante que se limpie para evitar que la calidad de las piezas fabricadas se ponga en riesgo de ser contaminadas, esto además aumenta la vida útil del molde.

### *Carpeta de Producción*

La carpeta de producción es requerida por los operadores para poder laborar e identificar los errores de la pieza que se va a producir, esta muestra diferentes hojas en las cuales algunas son para los operadores y otras para el técnico consiste en grupo de responsables que realiza periódicamente una serie de visitas a toda la empresa y detecta aquellos puntos que necesitan de mejora.

Las ventajas son:

- Facilita la seguridad y el desempeño de los trabajadores.

- Evita daños de salud del trabajador y del consumidor.
- Mejora la imagen de la empresa interna y externamente.
- Eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.

### *Liberación de producción*

El Inspector de Calidad tiene la misión y visión del producto durante todas las etapas, cuidando la calidad y la inocuidad de este bajo estándares normativos, liberación de materia prima, materiales e insumos hasta producto terminado, este formato cuenta con las dimensiones a cuidar en la pieza, sirve de referencia para realizar el ajuste de la máquina y certificara que la pieza cuenta con las especificaciones dimensionales del cliente, se generó para cada uno de los procesos en los que se involucra la pieza hasta su etapa final. El operador tiene la obligación de llenarla usando como pieza a medir la primera que generará y deberá de ser aprobado por el jefe en turno, de lo contrario no podrá continuar con la producción hasta corregir sí se encuentra fuera de las especificaciones.

El Inspector de Calidad cuando arranca una pieza debe de verificar varios puntos como son: Materia prima correcta, secador limpio y temperatura adecuada, ayudas visuales, patrón de arranque que sea el correcto, el empaque que sea el adecuado, se verifican todos los puntos anteriores inyectan las primas 5 piezas, calidad tiene una pieza máster y la última corrida con esa pieza se apoya con la que se inyectó en ese momento se verifican todos los puntos que son (Incompletas, Ráfagas, burbuja, rayada, contaminada, etc.) en la siguiente ilustración se muestra un ejemplo de pieza si la pieza es idéntica a la máster de calidad sin ningún defecto de la pieza, puede continuar y se coloca la hoja verde de que esta liberada la producción.



*Ilustración 49 Piezas Liberadas*

### *Control de Calidad*

En este paso para mantener la calidad del producto se hicieron marcas en diferentes partes de la pieza, verificando la calidad desde un inicio, ya que pueden salir piezas incompletas como pueden ser los pines o deformaciones en la pieza u otros criterios como ráfagas son manchas salen por fuga de agua o sobre tiempo de ciclo para eso se ocupa el criterio de los operadores en el proceso ya que ellos trabajan la pieza y la conocen con más exactitud.

### *Películas de Producción*

La película de producción nos sirve para tener un control y evidencias del día a día sobre que se hizo en la jornada laboral ya que nos brinda información sobre las piezas y los tiempos de la distribución sobre paros programados, fallas ya se de molde, de máquina, ajustes de proceso.

### **3.11. Aplicación de 5'S**

Aplicar las 5'S japonesas dentro de una organización tiene numerosos beneficios, entre ellos la mejora de la eficiencia al reducir el tiempo perdido en la búsqueda de herramientas y materiales, lo que aumenta la eficiencia operativa. los diferentes moldes que se trabajan en Unicar Plastics tienen una gran demanda en la producción

debido a que se generan demasiados movimientos estos tienden a moverse de un lado a otro y esto ocasiona una desorganización lo que ocasiona desaprovechamiento de espacios como se muestra en la siguiente ilustración además de que el montador de moldes pierda la sintonía de como están acomodados y cuando se monta algún molde tienden a generar pérdidas de tiempo ya que lo tienen que buscar por toda la superficie de moldes.



*Ilustración 50 Lugar de Moldes*



*Ilustración 51 Desperdicio de espacios*

### **3.12. Layout**

Cuando hablamos de layout, maquetación o disposición, nos referimos al esquema de distribución de los elementos dentro de un formato o un diseño. La aplicación del layout trae varios beneficios ya que los moldes se acomodaron en base al análisis de movimientos que se hizo y explico anteriormente esta técnica de igual manera busca reducir tiempos de traslado a las máquinas y así hacer un montaje de molde más rápido además de facilitar la realización de trabajo del operador ya que el operador tendrá a la mano el layout de moldes y así cualquier movimiento que se genere el montador tendrá que regresar el molde a su lugar y así no se generan desperdicios de espacios y movimientos con esta mejora no solo se están mejorando los niveles de productividad, si no también se están aprovechando el espacio, la maquinaria y se está economizando más en lo que es el gasto de luz y el paro de los operadores, la espera de la máquina y las inconsistencias que se puedan crear.

Se desarrolló la simulación del layout que se realizó para mejorar en proceso de

montaje de moldes aplicando las metodologías mismo que fue el diseño por medio del análisis de tiempos y movimientos para poder identificar cada molde y se acomodaron según la demanda de producción con el objetivo de minimizar el tiempo de traslado y aprovechando toda la superficie sin que quedara ningún desperdicio de espacio y este se hizo con la finalidad de poner más cerca los moldes de las máquinas para reducir tiempos de búsqueda que se ocasionaban por la falta de aplicación de señales para identificar a los diferentes moldes de la superficie a la máquina a montar para que el operador se guíe por medio del layout para identificar cada uno de los moldes cada que se requiera alguno en especial y este proceso se haga en el menor tiempo posible y con menor esfuerzo en esta ilustración que se muestra en seguida, se tienen los moldes que se montan desde la maquina 1400 C hasta la maquina 1850 B la superficie de los moldes se encuentra enfrente de la maquina 1400 E hasta la maquina 1200 C

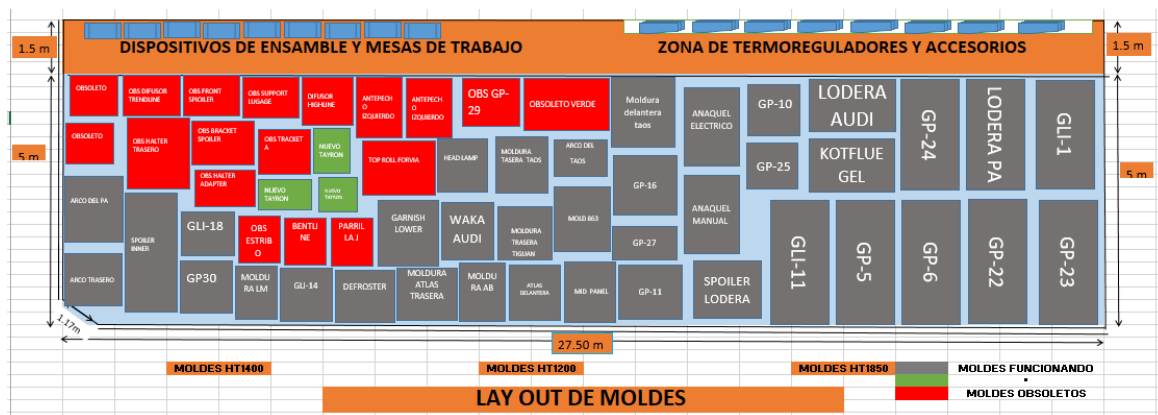
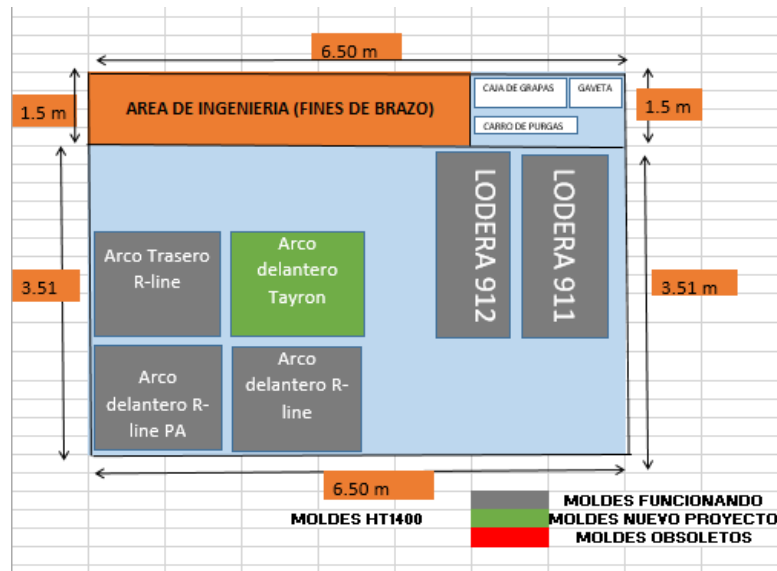


Ilustración 52 Simulación del Layout superficie A

De igual forma tenemos la superficie B que se observa en la siguiente ilustración donde está dividido con la área de ingeniería y se colocaron los moldes que tienen mayor demanda en máquina 1400 A y 1400 B la superficie se encuentran enfrente la maquina 1400 A y esto hace más rápido el proceso de traslado de los moldes.



*Ilustración 53 Simulación del Layout*

A continuación, se muestra una ilustración de la aplicación del layout, derivado a que la mejora trajo muchos beneficios y este fue el resultado que se obtuvo al acomodar los moldes lo más cerca de las máquinas de inyección con el objetivo de reducir los tiempos esta actividad generó un porcentaje notable reduciendo tiempos.



*Ilustración 54 Aplicación del Layout*

Asimismo, se agregan espacios entre moldes el espacio de molde a molde es de 15 cm esta distancia se deja para cuidar los moldes ya que en algunos casos si el operador no centra bien la grúa le puede pegar al otro molde y esto puede ocasionar una avería al molde estos accidentes suceden al subir el molde o al meterlo en su lugar la distancia se ve reflejada en la siguiente ilustración.

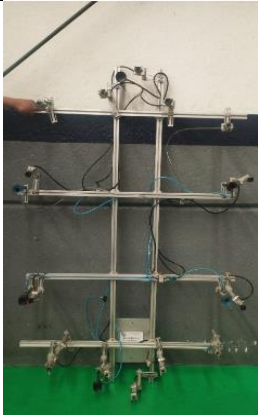
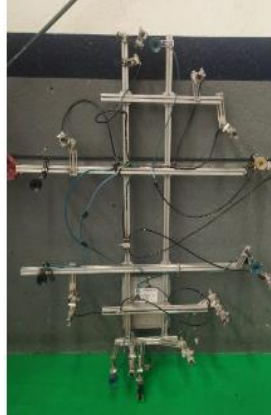
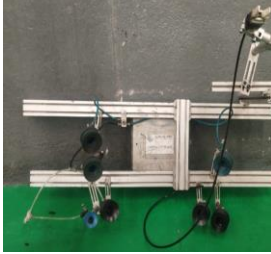


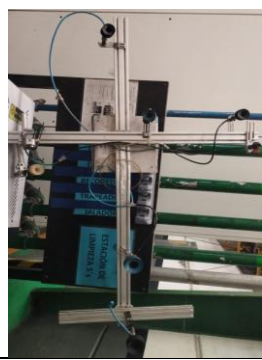
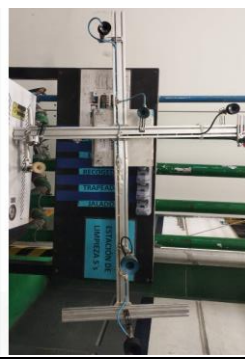
*Ilustración 55 Espacio entre moldes*

### **3.13. Se aplicó 5'S en fines de brazos del robot**

Durante un periodo de dos meses se trabajó con los fines de brazo ya que estos se encontraban en condiciones de abandono no se les realizaba un mantenimiento preventivo ni correctivo se aplicó la metodología 5's por lo cual se le dio seguimiento para mejorar las condiciones de estos (se enrutaron las mangueras neumáticas de cada fin de brazo de igual manera se cambiaron algunas por fugas de aire o porque estaban en mal estado, colocando las mangueras por color aplicando 5`S de igual manera los perfiles de los fines de brazo se limpiaron y ajustaron ya que algunos no contaban con sus tornillos de sujeción, verificando el funcionamiento de las pinzas puesto que algunas pinzas se encontraban en condiciones no aptas para la extracción de la pieza, se verificaron las ventosas algunas tenían daños como rupturas o estaban sucias, los pistones neumáticos presentaban daños debido al mal manejo de estos no funcionaban o estaban deformes o golpeados, todas estas mejoras se realizaron con el objetivo de que se trabaje de la mejor manera como se ve en la siguiente tabla y no haya paros inesperados por el mal funcionamiento de estos o alguna avería que genere un atraso en el cambio de molde para hacer este tema más fácil se le colocaron ganchos a los fines de brazo para que estos no sufran daños y así identificarlos rápidamente.

Tabla 10 Fines de Brazo

| NOMBRE                                                                                                                       | ANTES                                                                               | DESPUES                                                                              | MEJORAS                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ARCO<br/>DELANTERO<br/>RLINE<br/>PA</p>  |    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |
| <p>ARCO<br/>DELANTERO<br/>R LINE</p>       |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |
| <p>LODERA 911<br/>TIGUAN</p>              |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |
| <p>ARCO<br/>DELANTERO<br/>PA</p>          |                                                                                     |                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul>                     |

|                                                                                                                        |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                        |    |    |                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>ARCO<br/>DELANTERO<br/>TIGUAN</p>  |    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |
| <p>MOLDURA LM</p>                    |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |
| <p>LODERA 912<br/>TIGUAN</p>        |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |

|                                                                                                                  |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>TOP ROLL<br/>FRONT<br/>FORVIA</p>                                                                             |    |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |
| <p>SPOILER<br/>INNER TAOS</p>  |   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |
| <p>LISTÓN GLI 18</p>          |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |

|                                                                                                       |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>MOLDURA F</p>     |    |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |
| <p>MOLDUIRA AB</p>  |   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |
| <p>BRACKET SPOILER</p>                                                                                |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza</li> <li>• Enrutamiento de mangueras neumáticas</li> <li>• Estatización de colores de las mangueras de vacío y de pinzas</li> <li>• conexiones rápidas</li> <li>• Cambio de piezas</li> </ul> |

### *Ganchos para fines de brazo*

Los ganchos que se ocuparon están en la siguientes ilustraciones, estos se agregaron como área de mejora para colocarlos en cada jaula de las máquinas para colocar los fines de brazo según la demanda de cada molde a montar con la finalidad

de reducir tiempos y movimientos, ya que era una actividad de demora al hacer el cambio ya que el operador tenía que buscar el fin de brazo por las diferentes máquinas, derivado a que estos no tenían un mantenimiento preventivo ni un lugar establecido lo que ocasionaba daños a las piezas. Realizando esta mejora los fines de brazos ya no sufren daños y tiene un lugar establecido lo cual permite realizar un trabajo de calidad y a la vez que estos no sufran daños o desajustes a la hora de ocuparlos.



*Ilustración 56 Ganchos para Fines de Brazo*



*Ilustración 57 Fines de Brazo*

## **CAPITULO IV RESULTADOS**

El cambio de moldes es una de las actividades que trae consigo una pérdida de tiempo durante un proceso de producción.

El objetivo principal de este proyecto es reducir los tiempos en los cambios de molde, para así aumentar el rendimiento de las máquinas de inyección, objetivo mediante el cual se comprobó que se puede conseguir.

Los beneficios que trajo consigo esta aplicación de proyecto fue de reducir tiempos de los noventa y cinco minutos hasta los ciento sesenta minutos los cuales trago consigo el proceso de montaje del molde en máquinas inyectoras de plástico Haitian Machine en la empresa Unicar Plastics ya que era excesivo el tiempo que llevaba para realizar el cambio del molde.

Con las mejoras realizadas y aplicándolas tuvimos resultados positivos en el cambio de molde ya que se trató de eliminar toda actividad que no agregaba valor a dicho proceso se trabajó en el análisis de tiempos y movimientos detallada mente durante 4 meses para saber con exactitud los factores que ocasionaban más problemas, porque el tiempo se redujo a un 40% obteniendo una mejora de 77 minutos con un

promedio general de 128 minutos gracias a las metodologías aplicadas se estandarizo el proceso de montaje por políticas de la empresa no se pudo realizar un estudio económico pero el personal quedo satisfecho con la mejora aplicada ya que no solo se redujeron tiempos si no se facilitó el trabajo del montador además de generar ahorros en la luz en tiempo de ocupar la grúa el tiempo de espera de la maquina como el plan de producción se ve beneficiado ya que puede producir más piezas por turno y se agregaron mejoras como el procedimiento por medio de una hoja de inspección de mantenimiento preventivo hacia las maquinas todo esto con el objetivo de hacer más rápido y flexible el uso de la maquinaria, así los operadores tengan una área segura de trabajo, además de las mejoras realizadas a los fines de brazo haciendo un mantenimiento preventivo y correctivo al cual se le aplicaron varias horas ya que se les aplico 5's desde la limpieza de estos hasta corregir todas las problemáticas que ocasionaban pérdidas de tiempo y más trabajo en los operadores ya que alguno fines de brazo no contaban con todos sus aditamentos como mangueras en mal estado, pinzas deformadas o con objetos con malas prácticas de remiendos, se estandarizaron y se colocaron en un lugar determinado según la demanda de producción, como la mejora en los hartings de temperaturas esto ayudo de manera significativa ya que era un proceso desgastante para el personal de montaje porque tenían que seguir cable por cable para no tener inconvenientes como un corto circuito dañar los termopares, incluso hasta ellos mismos correr el riesgo de electrocutarse por los hartings dañados y los cables sueltos. A través del análisis de tiempos y movimientos se realizaron diversas actividades inconclusas que eran la causa de que el tiempo en el cambio de molde era excesivo por lo que se realizó una valoración de las actividades desarrolladas y así poder simplificar cada una, para poder automatizar el proceso y una herramienta que nos ayudo fue aplicar Lean Manufacturing, SMED y la aplicación de las 5'S, lo cual trajo consigo diversos beneficios que en primer término se acomodaron los moldes en base al análisis que se realizó, lo cual no ayudo a reducir tiempos de traslado a las máquinas y así se llegó a efectuar un montaje más rápido y fácil ya que con este avance se mejoran los niveles de productividad, espacio, maquinaria y se economiza con el gasto de la luz.

#### 4.1. Aplicando mejoras al proceso se obtienen un tiempo de 77 minutos

Tabla 11 Mejoras al proceso

| Operaciones 1era persona |                                                                                                                                                                                                                             | Minutos antes de la Mejora | Minutos después de la Mejora                                     | Operaciones 2da persona                                                                                       |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>                 | Recibir orden del molde a subir y en que máquina, esta orden la proporciona el supervisor o el ingeniero de producción.                                                                                                     | 5 min                      | 2 min                                                            | Verificación del Layout                                                                                       |
| <b>2</b>                 | Prepara la herramienta a ocupar para desembridar el molde                                                                                                                                                                   | 8 min                      | 3 min                                                            | Identificación del molde con numero de parte o nombre de la pieza                                             |
| <b>3</b>                 | Notificar a las operadoras que se tiene que realizar el cambio de molde y si les falta completar piezas se espera hasta que llenen y si no les faltan se le cierra a la tolva para que se descargue el material del husillo | 5 min                      | 4 min                                                            | Revisar si el molde no le hace falta conexiones, ya sea de hidráulica, de agua o puentes de conexión          |
|                          | En caso de que le haga falta conexiones se le notifica al supervisor para que realice una orden de trabajo para dar mantenimiento y así lo puedan habilitar                                                                 | 15 min                     | 15 min<br>(No se logró reducir esta actividad ya que es externa) | Le informa a moldes del problema                                                                              |
| <b>4</b>                 | Prepara fin de brazo a cambiar                                                                                                                                                                                              | 7 min                      | 4 min                                                            | Acercar grúa a la máquina donde se realizará el cambio de molde                                               |
| <b>5</b>                 | Se termina el proceso de inyección proceden a aplicarle protector al molde                                                                                                                                                  | 3 min                      | 1 min                                                            | Pone la grúa encima del molde para poder engancharlo y tensar el molde con la grúa.                           |
| <b>6</b>                 | Se cierra el molde                                                                                                                                                                                                          | 3 min                      | 1 min                                                            | Cierra las llaves del agua que van a molde o en su caso si lleva termorregulador lo apaga y cierra las llaves |
| <b>7</b>                 | Se retira la unidad de inyección del Molde                                                                                                                                                                                  | 5 min                      | 1 min                                                            |                                                                                                               |
| <b>8</b>                 | Se apagan temperaturas se desactivan Cores o Noyos                                                                                                                                                                          | 2 min                      | 1 min                                                            |                                                                                                               |
| <b>9</b>                 | Se pone el seguro al molde para que no se habrá al momento de subirlo o de bajarlo.                                                                                                                                         | 4 min                      | 2 min                                                            |                                                                                                               |
| <b>10</b>                | Se desconectan HARTINGS de temperatura y señal de Valgates                                                                                                                                                                  | 3 min                      | 2 min                                                            | Se pone el seguro al molde y se desconectan mangueras de agua, hidráulicas, señales de los Cores              |
| <b>11</b>                | Enganchar el molde en la grúa viajera                                                                                                                                                                                       | 2 min                      | 2 min                                                            |                                                                                                               |
| <b>12</b>                | Desbridar el molde.                                                                                                                                                                                                         | 15 min                     | 13 min                                                           | Desbridar el molde                                                                                            |
| <b>13</b>                | Cambiar fin de brazo                                                                                                                                                                                                        | 10 min                     | 4 min                                                            | Dejar el molde y acomodarlo en su lugar correspondiente.                                                      |
| <b>14</b>                | Cargar programa al PLC y al fin de brazo                                                                                                                                                                                    | 10 min                     | 5 min                                                            | Enganchar el molde que se va a subir.<br>Ir hasta la maquina con el molde                                     |

|           |                                                                                                                                                                                      |             |                                                                       |                                                                                              |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                                                                                                                                      |             |                                                                       | con una distancia levantada no mayor a las alturas de los pies.                              |
| <b>15</b> | Ayudar a centrarlo dándole indicaciones                                                                                                                                              | 8 min       | 3 min                                                                 | Llegar a la maquina con el molde y centrarlo con la platina fija                             |
| <b>16</b> | Cierra la platina móvil para poder darle la alta presión                                                                                                                             | 4 min       | 2 min                                                                 | Se fija que el molde este bien centrado                                                      |
| <b>17</b> | Engrapar el molde                                                                                                                                                                    | 8 min       | 8 min                                                                 | Engrapar el molde                                                                            |
| <b>18</b> | Conecta los hartings de temperaturas y las señales de los valvates y las activa en el PLC                                                                                            | 4 min       | 4 min                                                                 | Conecta las conexiones de agua y de hidráulica                                               |
| <b>19</b> | Quita el seguro del molde para que se abra.                                                                                                                                          | 2 min       | 2 min                                                                 | Quita el seguro del molde para que se abra.                                                  |
| <b>20</b> | Abre la platina móvil para que el molde abra y se le hace una revisión preliminar                                                                                                    | 4 min       | 3 min                                                                 | Le abre a las llaves del agua y hace una revisión preliminar de que todo esté bien conectado |
|           | Si por alguna razón algo no está bien como no recibir señales de los Cores o que los valvates están invertidas tiene que avisar a moldes o a mantenimiento para arreglar en problema | 10 – 30 min | 10 – 30 min<br>(No se logró reducir esta actividad ya que es externa) | Se encarga de avisar dependiendo el problema ya sea a moldes o a mantenimiento               |
| <b>21</b> | Recoger y a guardar herramienta en el carro de los montadores.                                                                                                                       | 2 min       | 2 min                                                                 | Retira la grúa a un lugar seguro                                                             |
| <b>22</b> | Espera a que las temperaturas estén en los parámetros requeridos<br>Mete la unidad de inyección                                                                                      | 6 min       | 3 min                                                                 | Avisa al supervisor y a moldes para que limpien el texturizado del molde                     |
| <b>23</b> | Empieza a inyectar las primeras piezas                                                                                                                                               | 8 min       | 5 min                                                                 |                                                                                              |

Tabla de resultados

| Procedimiento anterior en el cambio de Molde | Procedimiento con mejoras aplicadas |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| 128 minutos                                  | 77 minutos                          |

Grafica de tiempos antes y después de la Mejora



## Conclusión

Después de un análisis de tiempos y movimientos de las diferentes actividades realizadas en la área de montaje de moldes se logró reducir tiempos al estandarizar actividades que no agregaban valor gracias a la aplicación de las diferentes metodologías todo esto parte con Lean manufacturing y SMED ya que estos pilares nos dan la orientación a saber que mejoras podemos aplicar de igual manera identificar las actividades en el proceso de montaje importantes y cuáles son las que están afectando al desarrollo de este y de ahí partir para hacer avances en cada proceso las actividades realizadas en este proyecto fueron cumplir con el objetivo que era la reducción de tiempos una de las mejoras que beneficio significativamente es el layout ya que esta actividad redujo 22 minutos un 17% en total fue de gran ayuda tanto para facilitar el trabajo de los operadores con la reducción de tiempo generada

Después de implementar el proyecto, se observaron mejoras significativas en la eficiencia operativa del personal de montaje. La reducción del tiempo promedio de cambio de molde fue del 40% reduciendo de 128 minutos a 77 minutos esto ha permitido incrementar la capacidad de producción, resultando en una optimización de recursos notable. Además, la disminución en los tiempos muertos de 51 minutos ha generado un trabajo más ágil y motivador para los empleados, quienes ahora pueden enfocarse en tareas más estratégicas y de valor agregado.

Es importante destacar que la inversión que se realizó para este proyecto fue muy poca ya que solo se necesitaba estandarizar los movimientos de los moldes con las máquinas y los fines de brazo robóticos, cabe destacar que la capacitación se realizó

en tiempo ya que los matadores están familiarizados con esta implementación de estas mejoras. A medida que el proyecto se desarrolló con la mejor intención de facilitar el trabajo de los montadores y en el menor tiempo posible, se ha demostrado ser una inversión acertada, mejorando tanto los resultados operativos como el clima laboral, posicionando a la empresa en un lugar más competitivo dentro de la industria.

### **Competencias desarrolladas**

Trabajo en equipo: Trabajar en las distintas áreas para facilitar y realizar en un determinado tiempo el objetivo del proyecto. Escuchar distintas ideas, opiniones y puntos de vista para llevar a cabo distintas actividades de mejora que se desarrollaron en el proceso.

Toma de decisiones. Dentro del proyecto se tuvieron momentos y circunstancias de gran importancia ya que algunos métodos de no eran los más adecuados por lo que se decidió tomar otras alternativas, que beneficiaran al proceso y a la producción.

Responsabilidad individual. El generar hábitos de cumplimiento con los estándares que se tenían planificados en los tiempos de realización de cada actividad para poder avanzar con las actividades que requería el proyecto.

### **Fuentes de Información**

- Admin. (14 de Junio de 2022). *Tipos de resinas plásticas. Usos y aplicaciones*. Obtenido de Imagia Global. Imagia Global.: <https://imagiaglobal.com/tipos-de-resinas-plasticas/>
- Álvarez Velezmoro, M. A., & Paucar Poma, P. R. (2022). *info:eu-repo/semantics/bachelorThesis*. Obtenido de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC): <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/337910/Manual+5+S.pdf?sequence=2>
- Alvaro, a. (19 de Diciembre de 2023). *sage metodo 5 M*. Obtenido de <https://www.sage.com/es-es/blog/las-5-mcomo-metodo-para-localizar-la-causa-raiz-de-un-problema>

- Amezcu, R. (s.f.). *¿Que es un molde de inyeccion?* Obtenido de Servicios: <https://ppi.com.mx/Servicios/que-es-un-molde-de-inyeccion.html>
- B.V., M. M. (2023). *interempresas*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/308676-Beneficios-y-problematicas-del-proceso-de-la-inyeccion-de-plastico.html>
- Castro, Á. A. (6 de octubre de 2023). *Moldeo por inyección de plásticos: inyectoras, materiales y tendencias*. Obtenido de Gardner Business Media, Inc. : <https://www.pt-mexico.com/articulos/moldeo-por-inyeccion-de-plasticos-principios-y-mejores-practicas>
- envira. (15 de enero de 2024). Obtenido de <https://envira.es/es/en-que-consiste-el-metodo-de-las-5/>
- ESAN, C. (s.f.). *Técnica SMED*. Obtenido de *¿cómo ayuda a incrementar la productividad?* : [https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/tecnica-smed-como-ayuda-a-incrementar-la-productividad#:~:text=SMED%20\(acr%C3%B3nimo%20de%20Single%20Minute,en%20menos%20de%2010%20mi](https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/tecnica-smed-como-ayuda-a-incrementar-la-productividad#:~:text=SMED%20(acr%C3%B3nimo%20de%20Single%20Minute,en%20menos%20de%2010%20mi)
- Garcia, M. (. (19 de junio de 2023). *Lean manufacturing: qué es y sus principales herramientas*. Obtenido de <https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/lean-manufacturing-que-es-y-sus-principales-herramientas>
- GÓMEZ, L. V. (2019). LEAN MANUFACTURING PASO A PASO. En L. V. GÓMEZ, *LEAN MANUFACTURING PASO A PASO* (pág. 299). MARTORELL, BARCELONA: ADRIAN GIBERNAU.
- Haitian México . (2020). Obtenido de <https://www.haitianmexico.com/mars/>
- Improven. (30 de ABRIL de 2024). *Lean Manufacturing*:. Obtenido de *Cómo gestionar eficazmente la organización*: <https://improven.com/operaciones/resultoria-productividad-lean-manufacturing-como-gestionar-eficazmente-la-organizacion#:~:text=De%20esta%20>
- Ludus Blog *que es una bitacora*. (2 de Marzo de 2023). Obtenido de <https://www.ludusglobal.com/blog/que-es-una-bitacora-de-obra-y-cual-es-su-objetivo>
- Mauricio, L. (17 de Marzo de 2005). *SMED* . Obtenido de *Herramientas y reducción de tiempos de producción*. : <https://www.gestiopolis.com/smed-herramientas-reduccion-tiempos-produccion/>
- Mexicana, U. (2017). Obtenido de <http://unicarmex.com/mexicana/nosotros.html>
- Molweld, M. G. (11 de Septiembre de 2020). *Moldes para inyección de termoplásticos*. Obtenido de Molweld. Molweld – Especialistas En el Diseño y Fabricación de Moldes Industriales.: <https://molweld.com/servicios/tipologia-de-moldes/moldes-para-inyeccion-de-term>
- Mould, F. (14 de abril de 2023). *Partes de un molde de inyección de plástico. Fow Mould*. Obtenido de <https://imolde.com/partes-de-moldes-de-inyeccion-de-plastico/>
- Novazen. (1 de febrero de 2024). Obtenido de *SMED*: <https://novazen.mx/smed-una-herramienta-para-reducir-costos-y-aumentar-la-flexibilida-dentro-de-un-proceso/>
- Oee, S. &. (1 de agosto de 2023). *Lean manufacturing. Sistemas OEE - Technology To Improve*. Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing#:~:text=El%20Lean%20Manufacturing%2C%20o%20tambi%C3%A9n,tipo%20de%20valor%20al%20proceso.>
- PRIVARSA. (15 de junio de 2019). Obtenido de *Herramientas de fin de brazo (EOAT)*: <https://www.privarsa.com.mxherramientas-fin-brazo-la-respuesta-a-tus-retos-de-produccion/>
- Privarsa. (7 de mayo de 2019). *Privarsa*. Obtenido de *Qué es el moldeo por Inyección de Plástico*: <https://www.privarsa.com.mx/moldeo-por-inyeccion-de->

PRIVARSA. (7 de mayo de 2019). *Privarsa*. Obtenido de Qué es el moldeo por Inyección de Plástico: <https://www.pry6smex.com.mx/moldeo-por-inyeccion-de-plastico/#:~:text=El%20principio%20es%20muy%20sencillo,ser%20unidas%20forman%20una%20cavidad.>

*Prysmex*. (26 de diciembre de 2023). Obtenido de beneficios de la tecnica 5s: <https://www.pry6smex.com/blog/5s-beneficios>

Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. L. (2010). LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad. En M. R. García, *LEAN MANUFACTURING La evidencia de una necesidad* (pág. 268). MADRID: Díaz de Santos.

Rodríguez, J. (18 de Abril de 2024). *SMED*. Obtenido de Aplicación de técnicas Lean de cambio rápido de útiles dentro del entorno de la Industria 4.0. ASM Soft. : <https://asm.es/smed-aplicacion-de-tecnicas-lean-de-cambio-rapido-de-utiles-dentro-del-entorno-de-la-industria-4->

Rotolia. (3 de julio de 2024). *Blog de Rotolia*. Obtenido de ¿Cómo funciona una máquina de inyección de plástico? : <https://www.rotolia.com/blog/como-funciona-una-maquina-de-inyeccion-de-plastico/>

SafetyCulture. (18 de Julio de 2024). *Diagrama de Ishikawa*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/temas/diagrama-ishikawa/>

SOCONINI, L. (2008). LEAN MANUFACTURING PASO A PASO. NORMA.

Tello, E. C. (s.f.). *UNICAR PLASTICS* . Obtenido de SOLUCIONES EN MANUFACTURA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO. : <http://www.unicarplastics.com/>

Tello, E. C. (s.f.). *UNICAR PLASTICS* . Obtenido de SOLUCIONES EN MANUFACTURA DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO.: <http://www.unicarplastics.com/>