

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Reducción del tiempo de cambio de molde y rodillo en la prensa 4 en una  
empresa de balanceado”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniera Industrial**

Presentado por:

Carla Enriqueta Landires Solis

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

## **DEDICATORIA**

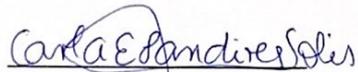
El presente proyecto lo dedico a Dios y a mis papás.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más sincero agradecimiento a las personas que me apoyaron durante este largo camino para poder convertirme en Ingeniera Industrial.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Carla Enriqueta Landires Solís* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Carla Enriqueta  
Landires Solís

## **EVALUADORES**

.....  
**María Laura Retamales G, M.Sc**

PROFESOR DE LA MATERIA

.....  
**Kleber Barcia V, Ph.D.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El presente proyecto evidencia el desarrollo de la metodología Definición, Medición, Análisis, Implementación y Control (DMAIC) destinada al proceso de cambio de molde y rodillo en una empresa de alimentos balanceados para camarón ubicada en Yaguachi.

El objetivo general de la investigación es reducir el tiempo promedio del cambio de molde y rodillo en la prensa 4 en el turno de la tarde para lograr una oportunidad de mejora de 1 hora, además, de encontrar actividades internas que pueden pasar a externas con el fin de tener la máquina parada el menor tiempo posible.

Durante la etapa de medición y análisis se utilizaron herramientas para la estratificación y restricciones, también se encontraron las posibles soluciones a través de las causas raíz obtenidas con la herramienta 5 Por qué y, por último, una verificación estadística para reconocer cuáles seleccionar.

Se logró la reducción de 48 min del total de la actividad, incorporando linternas removibles y flexibles para una mejor visión, instructivos paso a paso para eliminar los retrasos en la actividad por falta de conocimiento, se abrieron ventanales del edificio de producción y se colocaron puntos de hidratación para mejorar el ambiente de trabajo y se realizó un listado de actividades que debían tener listas previo a la parada de la prensa.

En conclusión, las actividades internas y externas son identificadas y mejoradas, la actividad se encuentra estandarizada y evaluada y se logra la reducción del tiempo de cambio de molde y rodillo.

**Palabras Clave:** Metodología DMAIC, cambio de molde y rodillo, máquina, producción.

## **ABSTRACT**

*This project evidences the development of the DMAIC methodology for the process of mold and roller change in a shrimp feed company located in Yaguachi.*

*The general objective of the problem is to reduce the average time of mold and roller change in press 4 in the afternoon shift of 3 hours 49 min with an opportunity for improvement of 1 hour. Additionally, to find internal activities that can be transferred to external ones to have the machine stopped for the shortest possible time.*

*During the measurement and analysis stage, tools for stratification and restrictions were used. Also the possible solutions were found through the root causes obtained with the 5 Whys tool and, finally, a statistical verification to recognize which ones were selected.*

*A reduction of 48 minutes of the total activity was achieved, incorporating removable and flexible flashlights for better vision, step-by-step instructions to eliminate delays in the activity due to lack of knowledge, windows were opened in the production building, hydration points were placed to improve the work environment, and a list of activities was made which had to be ready before the press stoppage.*

*In conclusion, the internal and external activities are identified and improved, the activity is standardized and evaluated, and the reduction of mold and roll change time is achieved.*

**Keywords:** *Methodology, mold and roll change, machine, production.*

# ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| RESUMEN.....                            | I    |
| <i>ABSTRACT</i> .....                   | II   |
| ÍNDICE GENERAL .....                    | III  |
| ABREVIATURAS.....                       | V    |
| SIMBOLOGÍA .....                        | VI   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                 | VII  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                   | VIII |
| CAPÍTULO 1.....                         | 1    |
| 1.    Introducción .....                | 1    |
| 1.1    Descripción del problema .....   | 1    |
| 1.2    Justificación del problema ..... | 1    |
| 1.3    Objetivos .....                  | 2    |
| 1.3.1    Objetivo General .....         | 2    |
| 1.3.2    Objetivos Específicos.....     | 2    |
| 1.4    Marco teórico.....               | 2    |
| 1.4.1    Metodología DMAIC.....         | 2    |
| 1.4.2    Voice of customer .....        | 2    |
| 1.4.3    SIPOC.....                     | 3    |
| 1.4.4    5W+1H.....                     | 3    |
| 1.4.5    5 Porqués .....                | 3    |
| CAPÍTULO 2.....                         | 4    |
| 2.    Metodología .....                 | 4    |
| 2.1    Definición.....                  | 4    |

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| 2.1.1           | Situación actual.....                         | 4  |
| 2.1.2           | Equipo de trabajo.....                        | 4  |
| 2.1.3           | Requerimiento del cliente .....               | 5  |
| 2.1.4           | Definición de la variable.....                | 7  |
| 2.1.5           | Justificación del problema.....               | 7  |
| 2.2             | Medición.....                                 | 8  |
| 2.2.1           | Plan de recolección de datos.....             | 8  |
| 2.2.2           | Prueba de normalidad de los datos .....       | 10 |
| 2.3             | Análisis.....                                 | 12 |
| 2.3.1           | Lluvia de ideas.....                          | 12 |
| 2.3.2           | Diagrama Ishikawa .....                       | 12 |
| 2.3.3           | Matriz Causa-Efecto .....                     | 13 |
| 2.3.4           | Matriz de Causa-Efecto ponderada .....        | 14 |
| 2.3.5           | Plan de verificación de causas.....           | 15 |
| 2.3.6           | Análisis de los 5 porqués .....               | 20 |
| CAPÍTULO 3..... |   | 25 |
| 3.              | Resultados y análisis .....                   | 25 |
| 3.1             | Posibles soluciones.....                      | 25 |
| 3.2             | Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo ..... | 25 |
| 3.3             | Plan de implementación .....                  | 26 |
| 3.4             | Explicación de las soluciones.....            | 27 |
| 3.5             | Resultados generales.....                     | 29 |
| 3.6             | Análisis estadístico .....                    | 29 |
| 3.6.1           | Análisis de capacidad .....                   | 30 |
| 3.6.2           | Cartas de control.....                        | 31 |
| 3.7             | Plan de control .....                         | 33 |
| 3.8             | Plan de reacción.....                         | 33 |

|                 |                                      |    |
|-----------------|--------------------------------------|----|
| 3.9             | Análisis A3.....                     | 33 |
| CAPÍTULO 4..... |                                      | 35 |
| 4.              | Conclusiones y recomendaciones ..... | 35 |
| 4.1             | Conclusiones.....                    | 35 |
| 4.2             | Recomendaciones.....                 | 35 |
| BIBLIOGRAFÍA    |                                      |    |
| APÉNDICES       |                                      |    |

## **ABREVIATURAS**

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

VOC Voice of customer

CTQ Critical to quality tree

PNC Producto no conforme

DMAIC Definición, Medición, Análisis, Implementación y Control

## SIMBOLOGÍA

|     |          |
|-----|----------|
| h   | horas    |
| s   | segundos |
| min | minutos  |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.1 Equipo de trabajo .....  | 5  |
| Figura 2.2 Voz del cliente .....  | 5  |
| Figura 2.3 Critical to quality tree .....   | 6  |
| Figura 2.4 Línea base de duración de tiempos de cambio de molde y rodillo desde diciembre 2021 hasta febrero 2022 ..... | 6  |
| Figura 2.5 Herramienta 5W+1H.....   | 7  |
| Figura 2.6 Plan de recolección de datos .....   | 9  |
| Figura 2.7 Prueba de normalidad .....   | 10 |
| Figura 2.8 Cartas de control .....  | 11 |
| Figura 2.9 Análisis de capacidad.....   | 11 |
| Figura 2.10 Lluvia de ideas.....  | 12 |
| Figura 2.11 Diagrama Ishikawa.....  | 13 |
| Figura 2.12 Matriz Causa-Efecto ponderada.....  | 15 |
| Figura 2.13 Prueba t para medias respecto a un objetivo .....   | 16 |
| Figura 2.14 Medición sonométrica en la prensa 4 .....   | 17 |
| Figura 2.15 Medición calorífica de la prensa 4 .....  | 17 |
| Figura 2.16 Comparación de medias.....  | 18 |
| Figura 2.17 Diagrama de barras visión limitada .....  | 18 |
| Figura 3.1 Matriz Impacto-Esfuerzo para soluciones].....  | 26 |
| Figura 3.2 Plan de implementación .....   | 27 |
| Figura 3.3 Análisis de capacidad.....   | 30 |
| Figura 3.4 Cartas de control .....  | 31 |
| Figura 3.5 Plan de limpieza .....   | 33 |
| Figura 3.6 A3.....  | 34 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 2.1 Resumen de actividades .....                                | 9  |
| Tabla 2.2 Matriz Causa-Efecto .....                                   | 14 |
| Tabla 2.3 Plan de verificación de datos .....                         | 19 |
| Tabla 2.4 Análisis 5 por qué. Causa: Herramientas no encontradas..... | 21 |
| Tabla 2.5 Análisis 5 por qué. Causa: Altura mínima del elevador ..... | 22 |
| Tabla 2.6 Análisis 5 por qué. Causa: Visión limitada.....             | 23 |
| Tabla 2.7 Análisis 5 por qué. Causa: Calor y Ruido .....              | 24 |
| Tabla 3.1 Análisis financiero de posibles soluciones.....             | 25 |
| Tabla 3.2 Plan de control.....  | 32 |

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Las empresas de alimento balanceado acompañan al crecimiento del sector camaronero, el cual crece de forma exponencial cada año; brindando soluciones tecnológicas para desarrollarse con confianza, por lo que, se necesita de producción más eficiente, procesos de calidad y almacenamiento del producto, refiriéndose a la mejora continua. El proyecto se realizó en una compañía de fabricación y distribución de alimento balanceado para camarones, localizada en la vía Yaguachi, Ecuador, donde es necesario el análisis de reducción de tiempo en la actividad cambio de molde y rodillo en la prensa 4 del turno de la tarde (A. Silvaa, 2021).

### 1.1 Descripción del problema

La empresa de balanceado tiene cada vez más demanda de producción, ya que se necesita reducir el tiempo de paradas de productividad para cumplir con la demanda. Analizando los procesos de producción y las actividades en ellas, se llega a la conclusión de que el cuello de botella que se produce es en el proceso de pelletizado, con la actividad de cambio de molde y rodillo en la prensa 4 del turno de la tarde, pues es con la que más se trabaja. Actualmente, no cuentan con los tiempos de las actividades de cambio de molde y rodillo estandarizadas.

El alcance del proyecto se centra en el proceso de pelletizado de la prensa 4 en la actividad de cambio de molde y rodillo, en donde se desarrolla la medición de tiempo de las actividades y las herramientas necesarias para realizarlo. Al implementar una metodología de reducción de tiempos, se logra identificar y mejorar las actividades internas y externas, además de estandarizarlas para aprovechar el tiempo y seguir con la producción.

### 1.2 Justificación del problema

En una empresa de alimento balanceado se produce pelletizado y empaque de alimento para camarones, en la cual se realizan paradas de producción para efectuar actividades de mantenimiento de máquina. El proceso de producción que presenta inconvenientes es el de pelletizado, en el cual la prensa 4 tiene altos tiempos de

cambio de molde y rodillo, puesto que, se propone utilizar una metodología que permita convertir las actividades en externas y así lograr simplificar los pasos restantes.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Reducir el tiempo del cambio de molde y rodillo en la prensa 4 del proceso de pelletizado de 3,82 horas a 3,09 horas desde mayo hasta septiembre 2022.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Identificar actividades internas y externas del cambio de molde y rodillo de la prensa 4.
2. Mejorar actividades internas y externas del cambio de molde y rodillo de la prensa 4.
3. Estandarizar el tiempo de las actividades de cambio de molde y rodillo por operador.
4. Evaluar un plan de control de operaciones y tiempos del cambio de molde y rodillo de la prensa 4.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Metodología DMAIC**

La metodología DMAIC se representa por pasos conformados por sus siglas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. DMAIC representa una estrategia de calidad basada en información que se utiliza para mejorar procesos (Garza, Gonzales, Rodriguez, & Hernandez, 2016).

#### **1.4.2 Voice of customer**

La voz del cliente es un proceso estructurado de gestionar y recopilar las necesidades, hallazgos, experiencias de rendimiento de los clientes involucrados sobre los productos o servicios que se van a analizar (Isixsigma, 2016).

#### **1.4.3 SIPOC**

Sus iniciales hacen referencia a los requerimientos de proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes; SIPOC es un método de mapeo y mejora de procesos que engloba las entradas y salidas a través de un diagrama (MacNeil, 2022).

#### **1.4.4 5W+1H**

El método 5W+1H es un enfoque para la resolución de problemas en el que cada W (What, Why, When, Where, Who) y H (How) son una pregunta, las cuales engloban diferentes ángulos y encuentran soluciones (Adobe Communications Team, 2018).

#### **1.4.5 5 Porqués**

La metodología 5 Porqués es una técnica que busca realizar preguntas para encontrar las causas – efectos que generan un problema (Serrat, 2009).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

La metodología del proyecto es DMAIC, la cual consta de 5 fases que se definen a lo largo de este informe. La primera etapa es la de definición, la que se presenta a continuación, donde se muestran detalles sobre la actividad cambio de molde y rodillo en la prensa 4 del turno de la tarde.

### 2.1 Definición

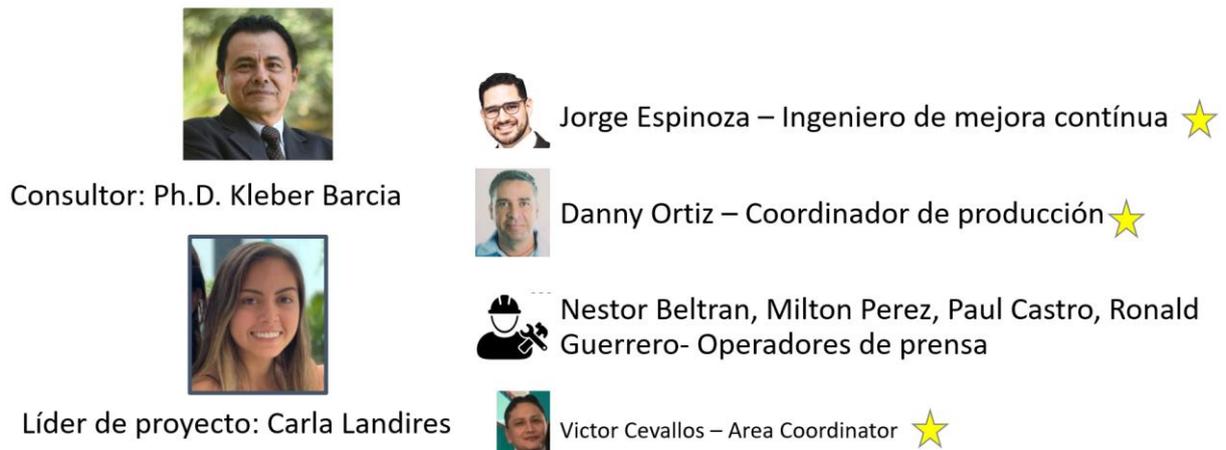
#### 2.1.1 Situación actual

La empresa de alimento balanceado manufactura y distribuye alimento para camarones en Yaguachi, Ecuador. El proceso de producción del alimento se tiene a través del envasado, molienda, mixer, pelletizado, rayado, secado, enfriado y, finalmente, empacado, teniendo como problema principal el proceso de pelletizado. Debido a este inconveniente se realizó un análisis de árbol de pérdida en el que se tiene como resultado que la prensa 4 y la actividad cambio de molde y rodillo tienen altos tiempos de parada de máquina.

Por lo tanto, el proyecto se enfocó en los altos tiempos de cambio de molde y rodillo de la prensa 4 del turno de la tarde en el proceso de pelletizado, ya que con la recopilación de 34 observaciones se obtuvo un promedio de 3,82 horas, tiempo en el que los operadores tienden a culminar la actividad en distintos periodos de trabajo.

#### 2.1.2 Equipo de trabajo

Las personas involucradas en el proyecto se muestran en la figura 2.1 La líder del proyecto, encargada del desarrollo de la mejora, es Carla Landires Solis, junto con el consultor de proyecto, Ph.D. Kleber Barcia V., quien es la persona que guía a la líder en función a su experiencia. Además, el equipo asignado por la empresa que tiene relación directa con el proyecto es: el ingeniero de mejora continua, el coordinador de producción, los operadores de cada turno, 4 operadores, y su coordinador de área.



**Figura 2.1 Equipo de trabajo [Elaboración propia]**

### 2.1.3 Requerimiento del cliente

Para identificar las necesidades de los clientes frente a la situación actual, se realizaron entrevistas con cada persona involucrada, como se puede observar en la figura 2.2. Con la que se hizo un diagrama de afinidad para separarlas en 3 grupos: calidad del producto, procedimiento y ambiente de trabajo.

#### ★ Danny Ortiz- Coordinador de producción:

- Existencia de pellets quemados
- Cada operador acaba la actividad en diferente tiempo
- Presencia de pellets de dos colores

#### ★ Jorge Espinoza – Ingeniero de mejora continua:

- Los operadores lo hacen de acuerdo a su nivel de experiencia
- No siguen ningún procedimiento
- No existe un área designada para las herramientas

#### Operadores de prensa:

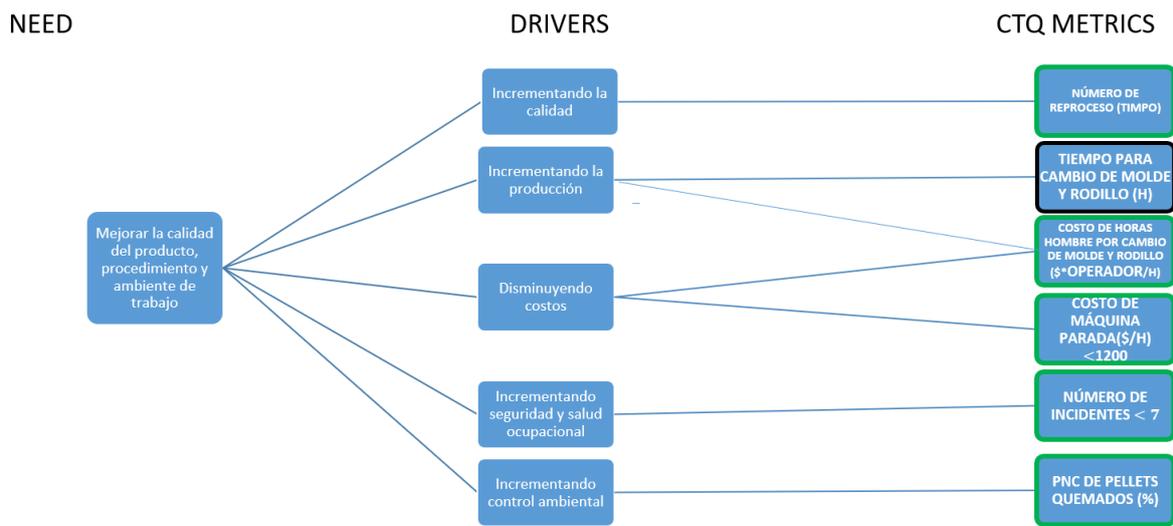
- No hay un procedimiento a seguir
- Hay mucho ruido
- Hace mucho calor en la planta
- Los repuestos no siempre vienen en buen estado
- Espacio reducido para realizar la actividad
- Nos encontramos en mala postura por bastante tiempo

#### Carla Landires – Líder del proyecto:

- La comunicación del equipo es pobre
- Los operadores se toman una pausa para respirar

**Figura 2.2 Voz del cliente [Elaboración propia]**

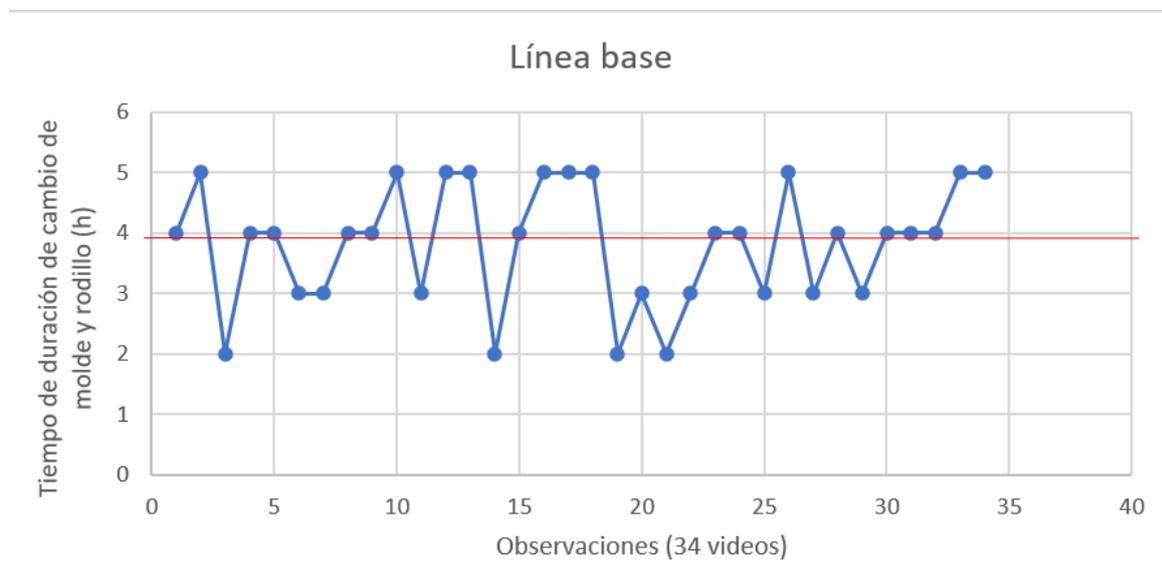
Luego de haber obtenido las 3 agrupaciones que engloban la voz del cliente, se utilizó la herramienta de Critical to Quality Tree (CTQ), la que cuantifica cada una de sus necesidades principales con sus respectivas métricas, revisar figura 2.3.



**Figura 2.3 Critical to quality tree [Elaboración propia]**

**Descripción del problema**

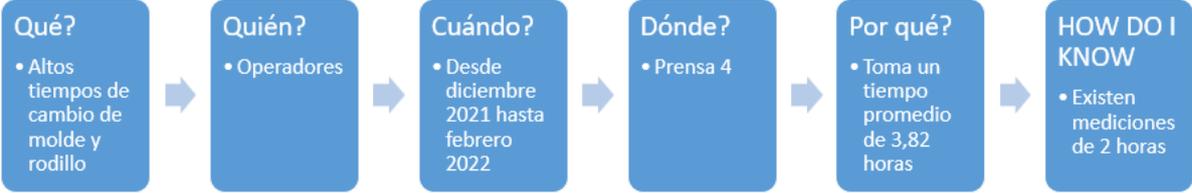
Como anteriormente se detalló, el problema se basa en el tiempo de cambio de molde y rodillo, por lo que, se realizó una línea base con 34 observaciones mostrada en la figura 2.4, un mapeo desde diciembre 2021 hasta febrero 2022, las cuales corresponden a tiempos de duración de cambio de molde y rodillo (Véase el apéndice A).



**Figura 2.4 Línea base de duración de tiempos de cambio de molde y rodillo desde diciembre 2021 hasta febrero 2022 [Elaboración propia]**

Como se puede observar en la figura 2.4, el tiempo promedio de las 34 observaciones es de 3,82 horas, su benchmark es de 2 horas y su GAP de 1,82 horas (Véase el apéndice B).

Con esta información se pudo utilizar la herramienta 5W+1H para determinar la declaración del problema mostrada en la siguiente figura 2.5.



**Figura 2.5 Herramienta 5W+1H [Elaboración propia]**

Luego de la aplicación de esta herramienta, la empresa de alimentos balanceados tiene altos tiempos de cambio de moldes y rodillos realizados por los operarios desde diciembre de 2021 hasta febrero de 2022 en la prensa 4 que tarda en promedio 3,82 horas cuando hay mediciones anteriores de 2 horas.

**2.1.4 Definición de la variable**

A través de la herramienta utilizada CTQ, se determina la métrica que comprende la problemática del proyecto de cambio de molde y rodillo.

$$Y = \text{Tiempo de cambio de molde y rodillo en Prensa 4}$$

$$Y = \text{Max} (\text{tiempo de cambio de molde y rodillo}) h$$

$$Y = (\text{Tiempo de desensamble} + \text{Tiempo de ensamble} + \text{Tiempo de ajuste} + \text{Tiempo de prueba})$$

La variable de respuesta anteriormente escrita es la ecuación que permite encontrar los tiempos de las actividades de cambio de molde y rodillo en la prensa 4, debido que la empresa no tiene ningún registro del tiempo en horas de la actividad.

**2.1.5 Justificación del problema**

**2.1.5.1 Justificación económica**

La reducción del tiempo de parada de máquina para realizar la actividad de cambio de molde y rodillo incrementará el nivel de producción y el ahorro de dinero de la maquina parada, ya que el costo de la máquina parada es de \$200 por tonelada.

### **2.1.5.2 Justificación social**

El número de incidentes y condiciones ergonómicas se reducirá debido a que la actividad se realizará en menos tiempo, actualmente se cuenta con 7 incidentes semestral.

### **2.1.5.3 Justificación ambiental**

Al momento de realizar las mejoras en la prensa 4, el porcentaje de pellets quemados se reducirá al igual que la entropía de la máquina.

## **2.2 Medición**

En la segunda etapa de DMAIC se establece el problema de forma general, por lo que se realizó un plan de recolección de datos, el cual determina de mejor manera el enfoque del proyecto, teniendo 7 variables a tomar en cuenta:

1. Tiempo de desensamble (X1)
2. Tiempo de ensamble (X2)
3. Tiempo de ajuste (X3)
4. Tiempo de prueba (X4)
5. Tiempo que se toma cada operador en realizar la actividad (X5)
6. Producto no conforme de pellets quemados (X6)
7. Costo de máquina parada (X7)

### **2.2.1 Plan de recolección de datos**

Luego de determinar las 7 variables que corresponden a la variable de respuesta, se muestra detalladamente en la figura 2.6 a continuación la forma en la que se debe recolectar los datos.

| DATOS     |   |                  |                       | OPERACIONES Y PROCEDIMIENTOS                                   |   |   |  |                               |                          |                                     |   |            |
|-----------|---|------------------|-----------------------|--|---|---|--|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|------------|
| VARIABLES | QUÉ?  | UNIDAD DE MEDIDA | TIPO DE DATOS         | FUENTE DE DATOS  | FACTORES DE ESTRATIFICACIÓN   | MUESTREO DE DATOS   | CUÁNDO?                                | CÓMO?                         | DÓNDE?                   | QUIÉN?                              | USO DE DATOS A  | Status     |
| X 1       | Tiempo de desensamble                                     | horas            | Quantitativa Continua | Bitácoras de tiempo - Grabaciones de cambio de molde y rodillo | ¿Qué? Cambio de moldes y rodillos<br>¿Dónde? Proceso de granulación<br>¿Qué? Etapa del proceso en la prensa 4<br>¿Cuándo? Por cambio de molde y rodillo | Tomar la información de las bitácoras (tiempo) y el paseo GEMBA | Fase de medición - Junio 2022          | Datos obtenidos y paseo GEMBA | Pelletizadora - Prensa 4 | Líder del proyecto - Carla Landires | Permitirá calcular el tiempo total del proceso Causas fundamentales | Completado |
| X 2       | Tiempo de ensamble  | horas            | Quantitativa Continua | Bitácoras de tiempo - Grabaciones de cambio de molde y rodillo |   | Tomar la información de las bitácoras (tiempo) y el paseo GEMBA | Fase de medición - Junio 2022          | Datos obtenidos y paseo GEMBA |                          |                                     |   | Completado |
| X 3       | Tiempo de ajuste  | horas            | Quantitativa Continua | Bitácoras de tiempo - Grabaciones de cambio de molde y rodillo |   | Tomar la información de las bitácoras (tiempo) y el paseo GEMBA | Fase de medición - Junio 2022          | Datos obtenidos y paseo GEMBA |                          |                                     |   | Completado |
| X 4       | Tiempo de prueba  | horas            | Quantitativa Continua | Bitácoras de tiempo - Grabaciones de cambio de molde y rodillo |   | Tomar la información de las bitácoras (tiempo) y el paseo GEMBA | Fase de medición - Junio 2022          | Datos obtenidos y paseo GEMBA |                          |                                     |   | Completado |
| X 5       | Tiempo que se toma cada operador en realizar la actividad | segundos         | Quantitativa Continua | Bitácoras de tiempo - Grabaciones de cambio de molde y rodillo |   | Tomar la información de las bitácoras (tiempo) y el paseo GEMBA | Fase de medición - Junio 2022          | Datos obtenidos y paseo GEMBA |                          |                                     |   | Completado |
| X 6       | Producto no conforme de pellets quemados                  | %                | Quantitativa Continua | Bitácoras de tiempo  |   | Tomar la información de las bitácoras (tiempo) y el paseo GEMBA | Fase de medición - Junio 2022          | Datos obtenidos y paseo GEMBA |                          |                                     | En proceso  |            |
| X 7       | Costo de máquina parada                                   | \$               | Quantitativa Continua | Bitácoras de tiempo  |   | Tomar la información de las bitácoras                           | Fase de medición - Junio 2022          | Datos obtenidos               |                          |                                     | En proceso  |            |
| Y         | Tiempo de cambio de molde y rodillo                       | horas            | Quantitativa Continua | Bitácoras de tiempo - Grabaciones de cambio de molde y rodillo |   | Tomar la información de las bitácoras (tiempo) y el paseo GEMBA | Fase de medición - Junio - Agosto 2022 | Datos obtenidos y paseo GEMBA |                          |                                     | En proceso  |            |

**Figura 2.6 Plan de recolección de datos [Elaboración propia]**

De acuerdo con el plan de recolección de datos, se estableció un formato que se utiliza para cuando se haga el paseo GEMBA, además, de un procedimiento para el momento de realizar grabaciones a las paradas de las prensas (Véase el apéndice C).

Una vez efectuadas las observaciones, se analizaron los videos de la actividad cambio de molde y rodillo, separando en un OTIDA las actividades de desensamble, ensamble, ajuste y prueba del cambio de molde y rodillo.

En total, se obtuvieron 455 actividades del cambio de molde y rodillo, separándolas en operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento. También se encontraron las actividades que agregan valor, aquellas que no lo hacen y las fábricas escondidas; las cuales se pueden observar en la siguiente tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Resumen de actividades [Elaboración propia]**

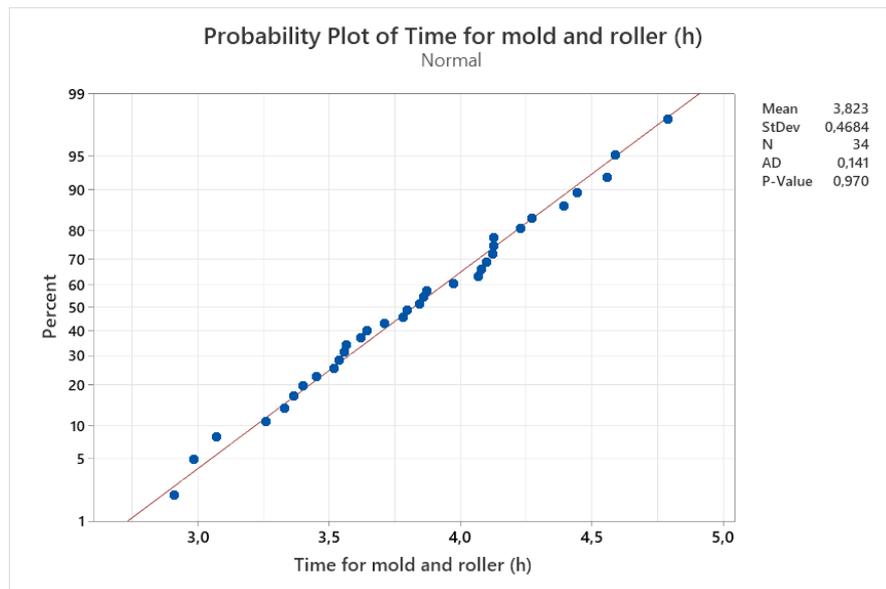
| Tipo de actividad | Frecuencia | % participación | Tipo de actividad |
|-------------------|------------|-----------------|-------------------|
| Operación         | 291        | 62,44%          | Agregan valor     |
| Transporte        | 112        | 24,03%          | No agregan valor  |
| Espera            | 46         | 9,87%           |                   |
| Inspección        | 17         | 3,64%           |                   |
| Almacenamiento    | 0          | 0,00%           |                   |

Además, se realizó un Gantt de la situación actual para determinar los posibles cuellos de botella, los cuales son poner grasa a los pernos y arandelas y entrar al panel de control para hidratarse.

Las últimas dos variables son relacionadas al *triple bottom line*, las cuales son determinadas con información que proviene directamente de la empresa (Véase el apéndice D).

### 2.2.2 Prueba de normalidad de los datos

Se realizó la prueba de normalidad de los datos de las observaciones obtenidas, que fue necesaria debido que así se pudo analizar la estabilidad y capacidad del proceso.

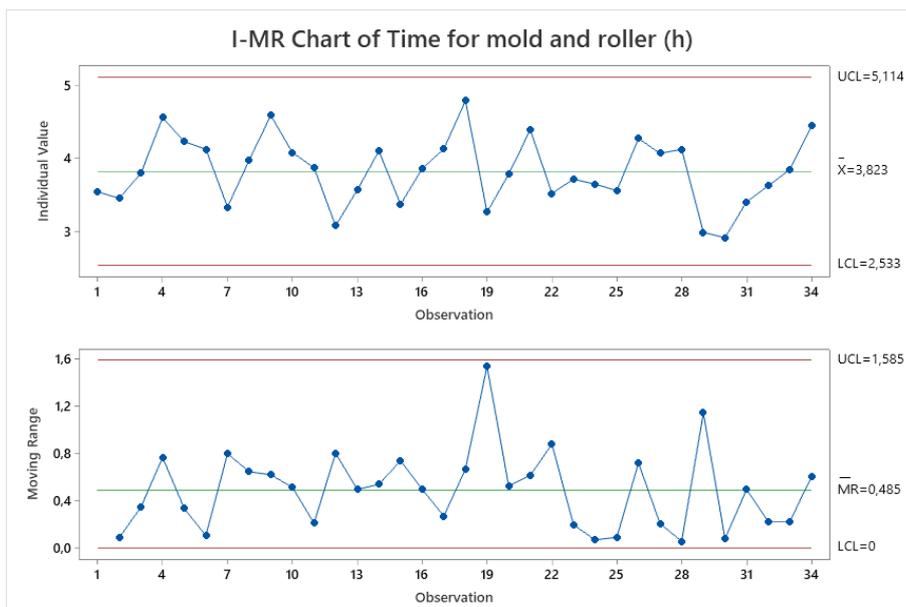


**Figura 2.7 Prueba de normalidad [Elaboración propia]**

$H_0 =$  *The data is normally distributed.*

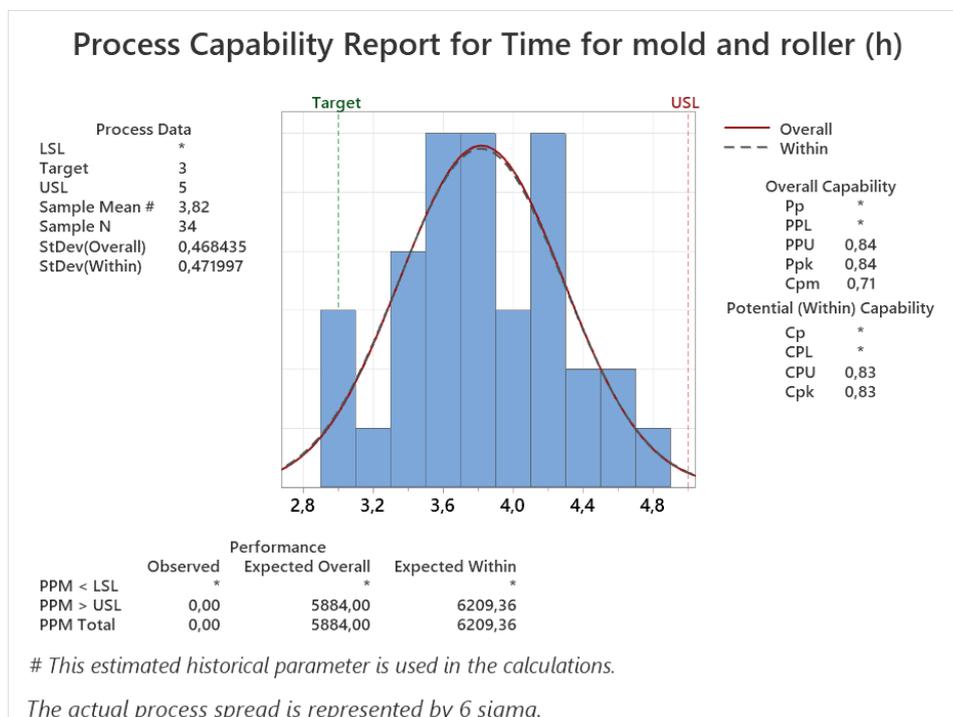
$H_1:$  *The data is not normally distributed.*

De acuerdo con la figura 2.7 se puede observar que los datos siguen una distribución normal ya que el valor p es mayor a 0,05.



**Figura 2.8 Cartas de control [Elaboración propia]**

Las cartas de control de la figura 2.8 indican que los puntos están dentro de los límites, pero hay algunos cercanos al límite inferior por lo que se necesita investigar las posibles causas.



**Figura 2.9 Análisis de capacidad [Elaboración propia]**

Dentro del análisis de capacidad se conversó con el grupo de la empresa y se llegó a la conclusión de poner como límite superior 5 y límite inferior ninguno, se puede ver en la figura 2.9 que el proceso Cp es de 0,83. Es decir, que es parcialmente adecuado, pero requiere un control estricto.

## 2.3 Análisis

### 2.3.1 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas se realizó con los operadores de prensa, el ingeniero de mejora continua y el coordinador de producción; así se obtuvieron 21 hallazgos, los cuales se pueden observar en la figura 2.10.



**Figura 2.10 Lluvia de ideas [Elaboración propia]**

Los colores fueron divididos por persona que escribió el hallazgo: amarillo para los operadores, verde para el ingeniero de mejora continua y azul para el coordinador de producción.

### 2.3.2 Diagrama Ishikawa

Luego de obtener la lluvia de ideas, se realizó el diagrama Ishikawa, con el cual se seleccionó 16 hallazgos de los 21 debido a igualdad y relación con el problema enfocado. La siguiente figura 2.11 muestra el diagrama:

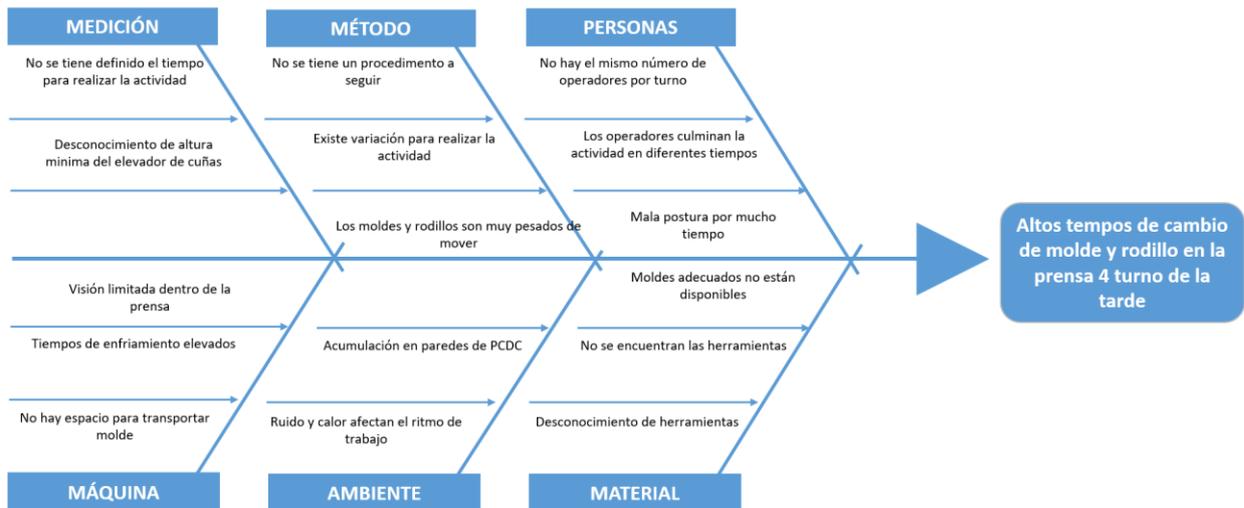


Figura 2.11 Diagrama Ishikawa [Elaboración propia]

### 2.3.3 Matriz Causa-Efecto

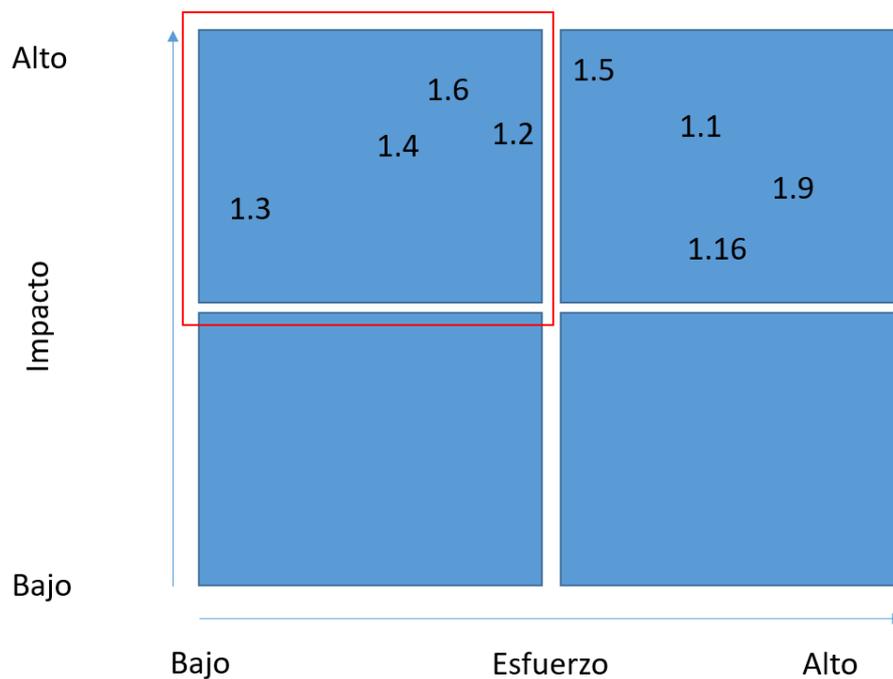
Con el grupo asignado por parte de la empresa se realizó de manera presencial la matriz causa efecto. Primero se entregó a cada uno un formato con las posibles causas, a las cuales les dieron un puntaje de 0 para no influye, 1 poca influencia, 3 media influencia, 9 gran influencia y así determinar las que tenían la mayor moda como se puede ver en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2 Matriz Causa-Efecto [Elaboración propia]**

| Número | Posibles causas  | Coordinador de área | Ingeniero de mejora continua | Coordinador de producción | Moda |
|--------|--|---------------------|------------------------------|---------------------------|------|
| 1.1    | Los operadores culminan la actividad en diferentes tiempos | 9                   | 9                            | 9                         | 9    |
| 1.2    | Desconocimiento de altura mínima del elevador de cuñas     | 9                   | 9                            | 6                         | 9    |
| 1.3    | Visión limitada dentro de la prensa                        | 9                   | 9                            | 6                         | 9    |
| 1.4    | No se encuentran las herramientas                          | 9                   | 9                            | 6                         | 9    |
| 1.5    | Los moldes y rodillos son muy pesados de mover             | 9                   | 9                            | 6                         | 9    |
| 1.6    | Ruido y calor afectan el ritmo de trabajo                  | 9                   | 9                            | 6                         | 9    |
| 1.9    | Tiempos de enfriamiento elevados                           | 9                   | 6                            | 9                         | 9    |
| 1.16   | Mala postura por mucho tiempo                              | 9                   | 9                            | 3                         | 9    |
| 1.7    | Moldes adecuados no están disponibles                      | 6                   | 6                            | 3                         | 6    |
| 1.8    | Desconocimiento de herramientas                            | 6                   | 9                            | 6                         | 6    |
| 1.10   | No hay suficientes herramientas                            | 9                   | 6                            | 6                         | 6    |
| 1.14   | No se tiene un procedimiento a seguir                      | 6                   | 6                            | 6                         | 6    |
| 1.15   | Existe variación para realizar la actividad                | 6                   | 6                            | 6                         | 6    |
| 1.11   | No hay espacio para transportar molde                      | 3                   | 6                            | 3                         | 3    |
| 1.12   | Acumulación en paredes de PCDC                             | 3                   | 6                            | 3                         | 3    |
| 1.13   | No hay el mismo número de operadores por turno             | 3                   | 3                            | 1                         | 3    |

### 2.3.4 Matriz de Causa-Efecto ponderada

De acuerdo con las posibles causas con mayor moda, se realizó la matriz causa-efecto ponderada mostrada en la figura 2.12, en la cual se determinó que 4 de ellas son las que tienen mayor impacto y menor esfuerzo.



**Figura 2.12 Matriz Causa-Efecto ponderada [Elaboración propia]**

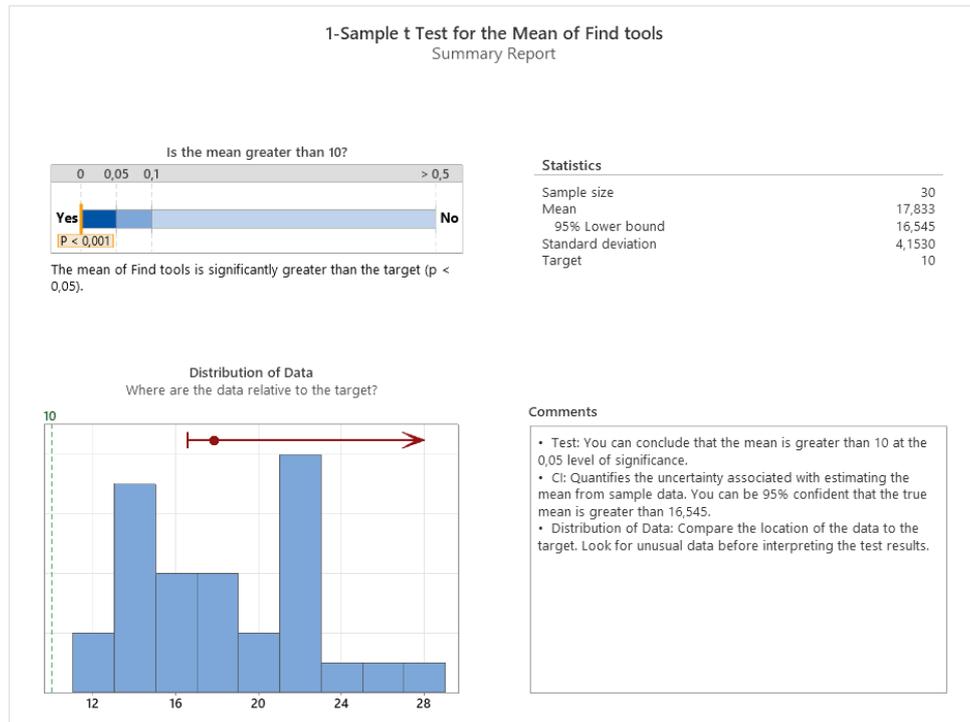
### 2.3.5 Plan de verificación de causas

Se realizó un plan de verificación de causas para determinar cómo la posible causa impacta con el tiempo de la actividad de cambio de molde y rodillo y, además, cómo verificarla.

Se procede a verificar cada causa obtenida de la matriz mediante estadística descriptiva de prueba t de medias respecto a un objetivo. Luego se las representa en la plataforma Minitab, la cual permite determinar si es significativa y sesgada con respecto al objetivo.

#### 2.3.5.1 Verificación de causa: No se encuentran las herramientas

La primera causa por analizar es la de no se encuentran las herramientas, con un objetivo de 10 min propuesto por una prueba piloto mostrada en la figura 2.13, ya que los operadores buscan las herramientas, no las encuentran, vuelven a buscar y se encuentran en distintos lugares.

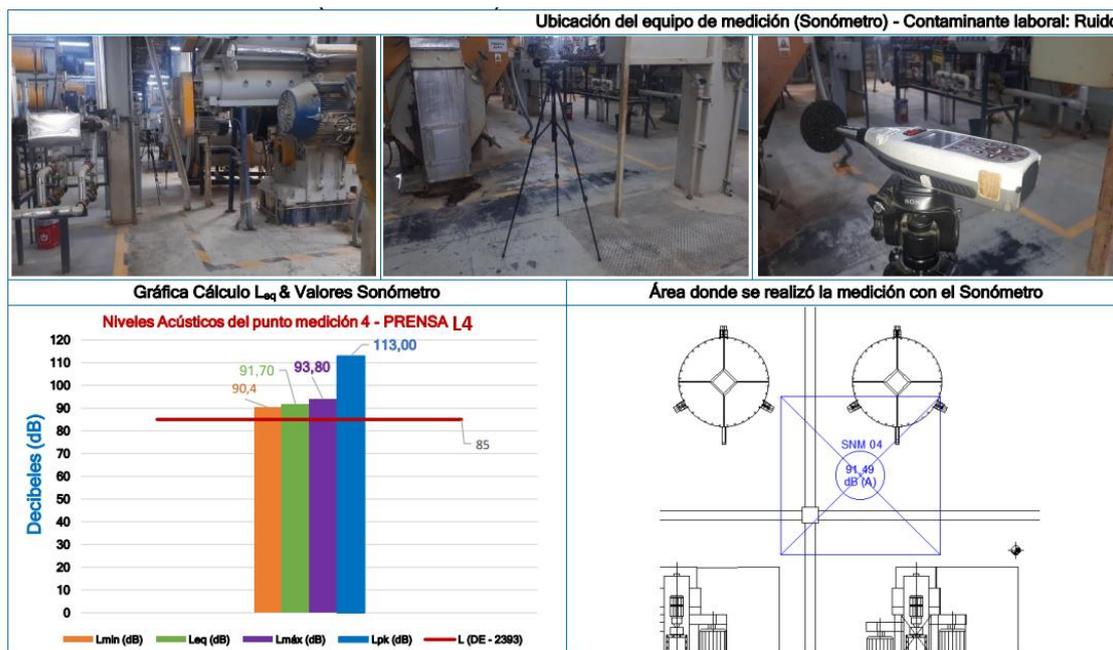


**Figura 2.13 Prueba t para medias respecto a un objetivo [Elaboración propia]**

Con la prueba realizada en Minitab, se determinó que sí es significativa ya que el valor p es menor a 0,05 y, además, se pudo corroborar con GEMBA.

### 2.3.5.2 Verificación de causa: calor y ruido afectan el ritmo de trabajo

La siguiente causa a revisar es la del ruido y calor afectan el ritmo de trabajo, con la cual se hizo una prueba de sonometría mostrada en la figura 2.14 para determinar los grados centígrados y los decibeles que se encuentran alrededor de la prensa 4.



**Figura 2.14 Medición sonométrica en la prensa 4 [Elaboración propia]**

El nivel de decibeles está por encima de lo permitido, por lo que se debe tener en cuenta, ya que la seguridad de los trabajadores es lo primordial.

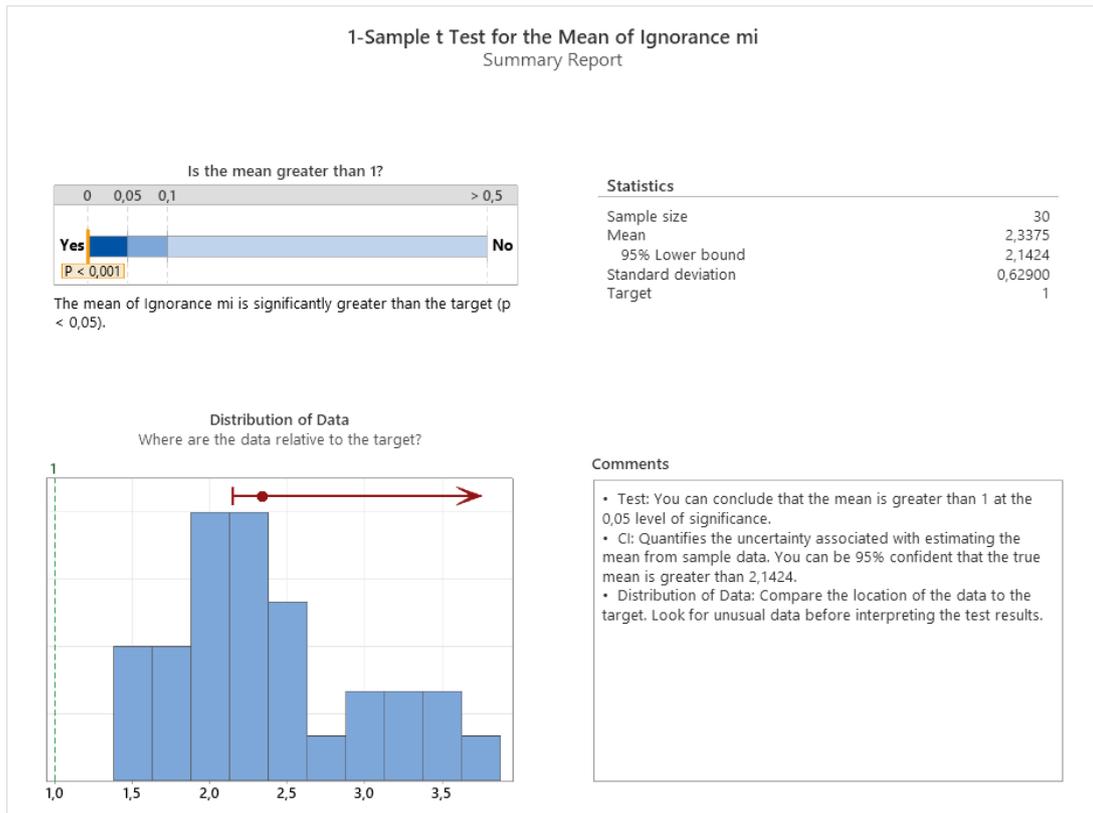
|               |          |     |       |  |
|---------------|----------|-----|-------|--|
| ETC-03-PRS-03 | Moderado | 300 | 33,85 | No mayor a 15 minutos de actividad laboral continua en exposición. |
| ETC-03-PRS-04 | Moderado | 300 | 33,88 | No mayor a 15 minutos de actividad laboral continua en exposición. |
| ETC-03-TLV-05 | Moderado | 300 | 32,88 | No mayor a 15 minutos de actividad laboral continua en exposición. |
| ETC-03-PRS-06 | Moderado | 300 | 33,45 | No mayor a 15 minutos de actividad laboral continua en exposición. |
| ETC-03-PRS-07 | Moderado | 300 | 33,48 | No mayor a 15 minutos de actividad laboral continua en exposición. |
| ETC-03-PRS-08 | Moderado | 300 | 33,98 | No mayor a 15 minutos de actividad laboral continua en exposición. |

**Figura 2.15 Medición calorífica de la prensa 4 [Elaboración propia]**

De acuerdo con la figura 2.15 no se debe sobrepasar a 15 minutos de actividad laboral continua en exposición ya que la prensa 4 se encuentra a 33,88° C.

### 2.3.5.3 Verificación de causa: Desconocimiento de altura mínima del elevador

Al tener un desconocimiento de la altura mínima del elevador, se demoran en determinar cuál es la distancia correcta, por lo que se realizó una prueba t de medias comparándolo a una media objetivo de 1 min de la actividad, teniendo como resultado que sí es significativa, debido a que el valor p es menor a 0,05, mostradas en la figura 2.16.

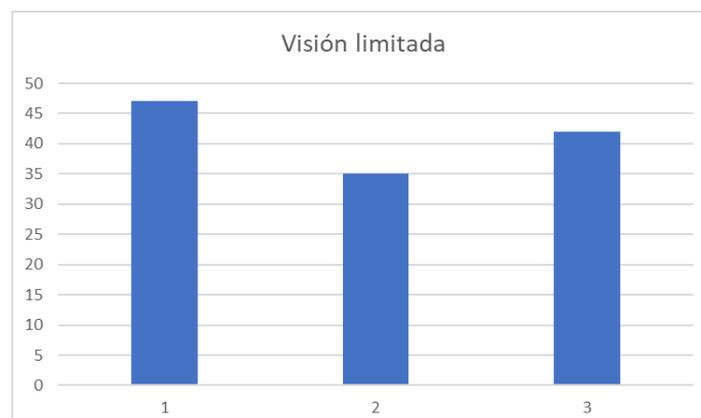


**Figura 2.16 Comparación de medias [Elaboración propia]**

### 2.3.5.4 Verificación de causas: Visión limitada dentro de la prensa

Otra de las causas que afecta a la actividad es la poca visibilidad que tienen los operadores al momento de estar dentro de la prensa, ya que al tratarse de un espacio confinado no se puede observar todo el lugar, aun teniendo una linterna en el casco; por lo que se ven obligados a usar su teléfono celular para alumbrar las partes que no se llegan a apreciar.

Se procedió a elaborar un diagrama de barras de acuerdo con los tiempos que se detienen para ver dentro de la prensa, que se presenta en la siguiente figura 2.17:



**Figura 2.17 Diagrama de barras visión limitada [Elaboración propia]**

**Tabla 2.3 Plan de verificación de datos [Elaboración propia]**

| <b>CAUSAS</b>                                    | <b>TEORIA SOBRE IMPACTO</b>  | <b>CÓMO LO VERIFICO?</b>        | <b>ESTATUS</b> |
|--|--|---------------------------------|----------------|
| No se encuentran las herramientas                | La falta de conocimiento de las herramientas aumenta el tiempo necesario para cambiar el molde y el rodillo              | Verificación estadística- GEMBA | Significativa  |
| El calor y el ruido afectan al ritmo de trabajo  | El calor y el ruido aumentan el tiempo necesario para cambiar el molde y el rodillo                                      | Verificación estadística- GEMBA | Significativa  |
| Desconocimiento de la altura mínima del ascensor | La falta de conocimiento de la altura mínima del elevador aumenta el tiempo necesario para cambiar el molde y el rodillo | Verificación estadística- GEMBA | Significativa  |
| Visión limitada dentro de la prensa              | La visión limitada dentro de la prensa aumenta el tiempo necesario para cambiar el molde y el rodillo                    | GEMBA                           | Significativa  |

### **2.3.6 Análisis de los 5 porqués**

A partir del análisis de los 5 porqués, se obtuvo la causa raíz de las causas temporales obtenidas anteriormente en base a la verificación estadística, quedando como resultado:

**Tabla 2.4 Análisis 5 por qué. Causa: Herramientas no encontradas [Elaboración propia]**

| <b>Problema: Tiempos altos de cambio de molde y rodillo realizado por operadores en la prensa 4</b> |           |  |           |  |           |  |           |         |           |  |
|---|-----------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|---------|-----------|--|
| Ronda 1   | Hipótesis | Ronda 2                                      | Hipótesis | Ronda 3  | Hipótesis | Ronda 4  | Hipótesis | Ronda 5 | Hipótesis | Acción   |
| ¿Por qué no se encuentran las herramientas ?  | SI        | ¿Por qué las herramientas están mezcladas?   | SI        | ¿Por qué las herramientas están desorganizadas ? | SI        | ¿Por qué no hay un lugar para las herramientas?                    |           |         |           | Organizar el lugar donde se encuentran las herramientas y determinar qué herramientas se necesitan |
| Porque las herramientas están mezcladas   |           | Porque las herramientas están desorganizadas |           | Porque no hay un lugar para las herramientas     |           | Porque las herramientas están desorganizadas                       |           |         |           |  |
|   |           |  |           | Porque las herramientas se encuentran lejos      | SI        | ¿Por qué las herramientas se encuentran lejos?                     |           |         |           | Estudiar con la ingeniería de instalación la ubicación del nuevo armario de herramientas           |
|   |           |  |           |  |           | Debido a que el gabinete de herramientas fue colocado en ese lugar |           |         |           |  |

**Tabla 2.5 Análisis 5 por qué. Causa: Altura mínima del elevador [Elaboración propia]**

| Problema: Tiempos altos de cambio de molde y rodillo realizado por operadores en la prensa 4 |           |   |           |                              |           |         |           |         |           |                           |
|--|-----------|---|-----------|------------------------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------------------------|
| Ronda 1  | Hipótesis | Ronda 2                                     | Hipótesis | Ronda 3                      | Hipótesis | Ronda 4 | Hipótesis | Ronda 5 | Hipótesis | Acción                    |
| ¿Por qué se desconoce la altura mínima del ascensor?   | SI        | ¿Por qué no hay ninguna marca en la prensa? | SI        | ¿Por qué no se ha colocado?  |           |         |           |         |           | Marca de distancia mínima |
| Porque no hay ninguna marca en la prensa   |           | Porque no se ha colocado                    |           | Porque nadie lo ha reportado |           |         |           |         |           |                           |

**Tabla 2.6 Análisis 5 por qué. Causa: Visión limitada [Elaboración propia]**

| Problema: Tiempos altos de cambio de molde y rodillo realizado por operadores en la prensa 4 |           |  |           |   |           |  |           |         |           |  |
|--|-----------|--|-----------|---|-----------|--|-----------|---------|-----------|--|
| Ronda 1  | Hipótesis | Ronda 2  | Hipótesis | Ronda 3   | Hipótesis | Ronda 4  | Hipótesis | Ronda 5 | Hipótesis | Acción   |
| ¿Por qué hay una visión limitada dentro de la prensa?  | SI        | ¿Por qué las linternas de casco no iluminan completamente? | SI        | ¿Por qué no llegan a los espacios deseados?           | SI        | ¿Por qué los operarios no pueden desplazarse fácilmente? |           |         |           | Herramienta de estudio para la iluminación del interior de las prensas |
| Porque las linternas de los cascos no iluminan completamente                                 |           | Porque no llegan a los espacios deseados                   |           | Porque los operarios no pueden desplazarse fácilmente |           | Debido a que las linternas se encuentran en el casco     |           |         |           |  |
| Porque es un espacio confinado   | SI        | ¿Por qué es un espacio confinado?                          | NO        |   |           |  |           |         |           |  |
|  |           | Porque no tiene suficientes puntos de acceso               |           |   |           |  |           |         |           |  |

**Tabla 2.7 Análisis 5 por qué. Causa: Calor y Ruido [Elaboración propia]**

| Problema: Tiempos altos de cambio de molde y rodillo realizado por operadores en la prensa 4 |           |   |           |  |           |   |           |         |           |  |
|--|-----------|---|-----------|--|-----------|---|-----------|---------|-----------|--|
| Ronda 1  | Hipótesis | Ronda 2   | Hipótesis | Ronda 3  | Hipótesis | Ronda 4   | Hipótesis | Ronda 5 | Hipótesis | Acción   |
| ¿Por qué el calor y el ruido afectan al ritmo de trabajo?                                    | SI        | ¿Por qué se genera ansiedad y estrés?                       | SI        | ¿Por qué los operadores quieren terminar el trabajo rápidamente? |           |   |           |         |           | Estudiar con la ingeniería de la instalación la ubicación de los puntos de hidratación y ventilación |
| Porque genera ansiedad y estrés  |           | Porque los operarios quieren terminar el trabajo rápido     |           | Porque quieren hidratarse y respirar aire                        |           |   |           |         |           |  |
| Porque genera dolor de cabeza  | SI        | Porque los operadores intentan comunicarse y no son capaces | SI        | ¿Por qué intentan comunicarse y no pueden hacerlo?               | SI        | ¿Por qué no tienen clara la secuencia de actividades? |           |         |           | Estandarizar los procedimientos de la actividad de cambio de molde y rodillo                         |
|  |           |   |           | Porque no tienen claridad en la secuencia de actividades         |           | Porque los procedimientos están desestandarizados     |           |         |           |  |

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Posibles soluciones

De acuerdo con las causas raíz encontradas anteriormente, se propusieron soluciones que serán resueltas con la metodología SMED y 5S, mostrada en la tabla 3.1.

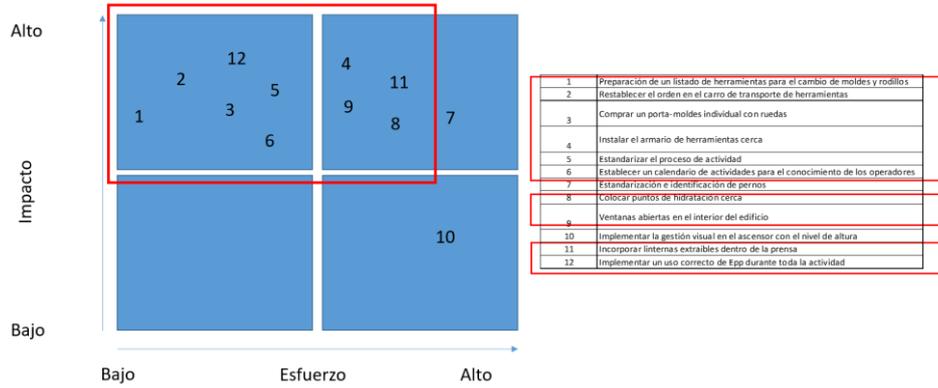
**Tabla 3.1 Análisis financiero de posibles soluciones [Elaboración propia]**

| SOLUCIÓN   | Mano de obra necesaria | Total de horas de implementación                     | Coste del equipo (\$) | Total (\$)  |
|--|------------------------|--|-----------------------|-------------|
| Preparación de un listado de herramientas para el cambio de moldes y rodillos  | 2                      | 2 horas  | \$ 10,00              | \$ 10,00    |
| Restablecer el orden en el carro de transporte de herramientas                 | 1                      | 2 horas  | \$ -                  | \$ -        |
| Comprar un porta-moldes individual con ruedas                                  | 0                      | 15 días laborables de ejecución<br>Instalación 1 día | \$ 1.545,00           | \$ 1.545,00 |
| Instalar el armario de herramientas cerca                                      | 0                      | 15 días laborables de ejecución<br>Instalación 1 día | \$ 3.150,00           | \$ 3.150,00 |
| Estandarizar el proceso de actividad   | 2                      | 5 horas  | \$ 50,00              | \$ 50,00    |
| Establecer un calendario de actividades para el conocimiento de los operadores | 2                      | 2 horas  | \$ 10,00              | \$ 10,00    |
| Estandarización e identificación de pernos                                     | 2                      | 3 horas  | \$ 10,00              | \$ 10,00    |
| Colocar puntos de hidratación cerca  | 1                      | 2 horas  | \$ 151,20             | \$ 302,40   |
| Ventanas abiertas en el interior del edificio                                  | 0                      | Ejecución de 4 días laborables<br>Instalación 4 días | \$ 5.056,24           | \$ 5.056,24 |
| Implementar la gestión visual en el ascensor con el nivel de altura            | 2                      | 1 hora   | \$ 10,00              | \$ 10,00    |
| Incorporar linternas extraíbles dentro de la prensa                            | 1                      | 0  | \$ 128,00             | \$ 128,00   |
| Implementar un uso correcto de Epp durante toda la actividad                   | 1                      | 2 horas  | \$ -                  | \$ -        |

La mano de obra para algunas soluciones se asume de 0, debido que se contrata a terceros para que realicen las instalaciones y el costo se encuentra incluido en el equipo.

### 3.2 Matriz de priorización Impacto-Esfuerzo

De acuerdo con las 12 propuestas de solución mostradas en la tabla 3.1, se realiza la selección dependiendo del grado de implementación con el personal de la empresa.



**Figura 3.1 Matriz Impacto-Esfuerzo para soluciones [Elaboración propia]**

Una vez realizada la matriz se escogieron 10 soluciones, a pesar de que 4 de ellas demandan mayor esfuerzo la empresa pidió realizarlas.

### 3.3 Plan de implementación

Una vez obtenidas las soluciones a realizar, se implementó un plan para detallar mostrada en la figura 3.2, su por qué, cómo se realizaría, dónde sería su ubicación, cuándo se pondría en práctica, quién sería el responsable y el costo de cada una de ellas (Véase el apéndice E).

| No | SOLUCIÓN   | PORQUÉ IMPLEMENTARLO?   | CÓMO?   | DÓNDE?                   | CUANDO?                 | QUIÉN?  | COSTO?      |
|----|--|---|---|--------------------------|-------------------------|---|-------------|
| 1  | Preparación de un listado de herramientas para el cambio de moldes y rodillos                      | Ayudar a los operadores a tener las herramientas necesarias antes de la actividad y hacerla más eficiente     | Aplicar el quinto paso de SMED - Racionalizar los elementos restantes<br>Hacer un formato de las herramientas que se utilizan en la actividad | Cerca de la prensa       | 20/08/2022 - 09/09/2022 | Ingeniero de control de panel - Líder de proyecto   | \$ 22,50    |
| 2  | Restablecer el orden en el carro de transporte de herramientas                                     |   | Aplicar la segunda S - Poner en orden<br>Organizar el carro de herramientas y marcar dónde va cada herramienta                                | Carro de molde y rodillo | 20/08/2022 - 09/09/2023 | Operadores de prensa - Líder de proyecto            | \$ 6,25     |
| 3  | Estandarizar el proceso de actividad   | Ayudar a los operadores a tener claridad en la actividad  | Aplicar las tres primeras S - Estandarizar<br>Crear instructivos de secuencias de actividades   | Cerca de la prensa       | 20/08/2022 - 09/09/2024 | Continuous improvement engineer - Project leader    | \$ 81,25    |
| 4  | Comprar un porta-moldes individual con ruedas  | Para que los operarios tengan cerca las herramientas necesarias para esta actividad                           | Comprar un portamoldes individual con ruedas  | Cerca de la prensa       | 20/08/2022 - 09/09/2025 | Area coordinator                                    | \$ 1.545,00 |
| 5  | Instalar el armario de herramientas cerca  |   | Poner el armario cerca de la prensa   | Cerca de la prensa       | 20/08/2022 - 09/09/2026 | Suppliers - Area coordinator - Project leader       | \$ 3.150,00 |
| 6  | Establecer un calendario de actividades para el conocimiento de los operadores                     | Para que los operadores se hagan una idea del tiempo que se tarda en realizar la actividad                    | Aplicar el quinto paso de SMED - Racionalizar los elementos restantes<br>Hacer un formato de horario para el conocimiento de los operadores   | Cerca de la prensa       | 20/08/2022 - 09/09/2027 | Continous improvement engineer - Project leader     | \$ 22,50    |
| 7  | Colocar puntos de hidratación cerca  | Para que los operarios estén constantemente hidratados sin necesidad de acudir al cuadro de mandos            | Colocación de puntos de hidratación cerca de la prensa  | Cerca de la prensa       | 20/08/2022 - 09/09/2028 | Suppliers - Area coordinator - Project leader       | \$ 302,40   |
| 8  | Ventanas abiertas en el interior del edificio  | Para reducir el ruido y el calor  | Abrir las paredes del edificio  | Edificio de producción   | 20/08/2022 - 09/09/2029 | Suppliers - Area coordinator - Project leader       | \$ 5.056,24 |
| 9  | Incorporar linternas extraíbles dentro de la prensa<br>Incorporar linternas ajustables en el casco | Para ayudar a los operarios a tener una mejor visión dentro de la prensa y no utilizar el móvil para iluminar | Colocar linternas de quita y pon cuando la actividad esté en marcha y retirarlas cuando la actividad haya terminado                           | Dentro de la prensa      | 20/08/2022 - 09/09/2030 | Press operators - Project leader - Area coordinator | \$ 128,00   |
| 10 | Implementar un uso correcto de Epp durante toda la actividad                                       | Reducir el número de incidentes en la prensa  | Aplicar el paso 5 y las cuatro S<br>Indicando las buenas prácticas a los operadores   | Panel de control         | 20/08/2022 - 09/09/2031 | SSO - Project leader                                | \$ 6,25     |

**Figura 3.2 Plan de implementación [Elaboración propia]**

Luego de poner en conocimiento a las personas involucradas de la empresa, se procedió a ejecutar el plan con el objetivo de eliminar las causas raíz de los altos tiempos de cambio de molde y rodillo de la prensa 4 en el turno de la tarde.

### 3.4 Explicación de las soluciones

#### 3.4.1 Preparación de un listado de herramientas para el cambio de molde y rodillo

Una de las causas más importantes en las que se podía reducir el tiempo del cambio de molde y rodillo era las actividades que se realizaban con la máquina parada cuando se podían hacer antes de la actividad, por lo que se hizo un listado de las actividades previas con el fin de tener todo listo antes de apagar la prensa (Véase el

apéndice F). Estas acciones internas que pasaron a ser externas se evidenciaron en el OTIDA realizado en la fase de mejora.

Además, el tiempo de reducción de estas actividades fue de 25 min del total del tiempo de la actividad.

#### **3.4.2 Restablecer el orden en el carro de herramientas - comprar un carro para la actividad – Instalar un armario cerca**

El tiempo de búsqueda de herramientas era causa influyente del tiempo de la actividad, debido que los operadores no tenían en cuenta las herramientas para la acción y en medio del cambio de molde las buscaban. Por ello se propuso comprar un nuevo carrito con ruedas con una espuma que identifica cada herramienta y, además, colocar el armario cerca de las prensas para que no vayan muy lejos a buscarlas. La reducción que se logró fue de 10 min del total del tiempo de la actividad (Véase el apéndice G).

#### **3.4.3 Estandarizar el proceso de la actividad**

Otra de las falencias que se encontró en el OTIDA, fue que los operadores pedían información para realizar la actividad, por lo que se hicieron instructivos paso a paso y con fotos indicando cómo se la debe realizar, adicionalmente se capacitó a cada uno de ellos y se ahorró 8 min del tiempo total (Véase el apéndice H).

#### **3.4.4 Establecer un cronograma de actividades para el conocimiento de los operadores**

Para el conocimiento de los operadores, se realizó un estudio de tiempos al operador más experimentado, con el fin de obtener el lapso en el que se debía realizar cada actividad y ponerla en conocimiento de cada uno de ellos (Véase el apéndice I).

#### **3.4.5 Abrir ventanales en el edificio de producción y colocar puntos de hidratación cerca de la prensa**

Para los operadores una de las molestias era el calor y ruido que hay en el edificio de producción, ya que la temperatura en el nivel de las prensas era de 34°C y los decibeles eran más de lo permitido, por lo que se realizó una apertura de ventanas, lo cual minimizó significativamente estas molestias. La temperatura pasó a ser de 30°C y se asume la disminución de ruido ya que se hizo una encuesta a los operadores sobre la mejora.

Además, se colocaron puntos de hidratación cercanos a las prensas para permitir a los operadores tomar agua cada vez que lo necesiten, sin tener que acercarse al panel de control y perder tiempo yendo allá. Estas mejoras redujeron 8 min del tiempo de la actividad y benefició el ritmo de los operadores (Véase el apéndice J).

#### **3.4.6 Incorporar linternas flexibles y removibles a los operadores**

La escasa visión dentro del espacio confinado era un problema para los operadores, ya que sus linternas estáticas no lograban iluminar el espacio de trabajo y hacían uso del celular, por lo que se dotó a cada uno de ellos con linternas removibles y flexibles que mejoren la visión y no hagan retrabajo tanto en la limpieza como en el cambio de molde, lo cual redujo 12 min del tiempo total de la actividad (Véase el apéndice K).

#### **3.4.7 Implementar un correcto uso de EPP durante toda la actividad**

Durante la actividad fue notorio que los operadores no hacen un uso correcto de los equipos de protección personal, por lo que se realizó una capacitación de buenas prácticas y, además, se recordaron conceptos de seguridad, trabajos en caliente, eléctricos y de bloqueo y se propuso realizar diariamente una charla de 5 min en cada turno en el que se hable sobre algún incidente o accidente que haya ocurrido o pueda ocurrir (Véase el apéndice L).

### **3.5 Resultados generales**

La implementación de las soluciones descritas anteriormente responde a la variable definida, tiempo en h de cambio de molde y rodillo en la prensa 4, para la solución del problema, lo cual logró una reducción de 48 min de las 3 horas 49 min que se demoraba la actividad. Adicionalmente, se estima una disponibilidad de la máquina al año de 48 horas con un promedio de 60 cambios de molde y rodillo.

En cuanto al impacto económico se ahorrará al año \$3690 con un porcentaje de reducción del 21,46%. En lo social, el tiempo en horas de la exposición de riesgos ergonómicos para los operadores es de 0 h 30 min y, en la parte ambiental, el porcentaje de producto no conforme pasó de 0,63% a 0,16%, reduciendo la entropía y el reproceso.

### 3.6 Análisis estadístico

#### 3.6.1 Análisis de capacidad

Se realizó un análisis de capacidad del antes y después obteniendo como resultado que el proceso pasó a ser adecuado y centrado, además, la media y la varianza se redujeron significativamente como se puede observar en la imagen 3.3:

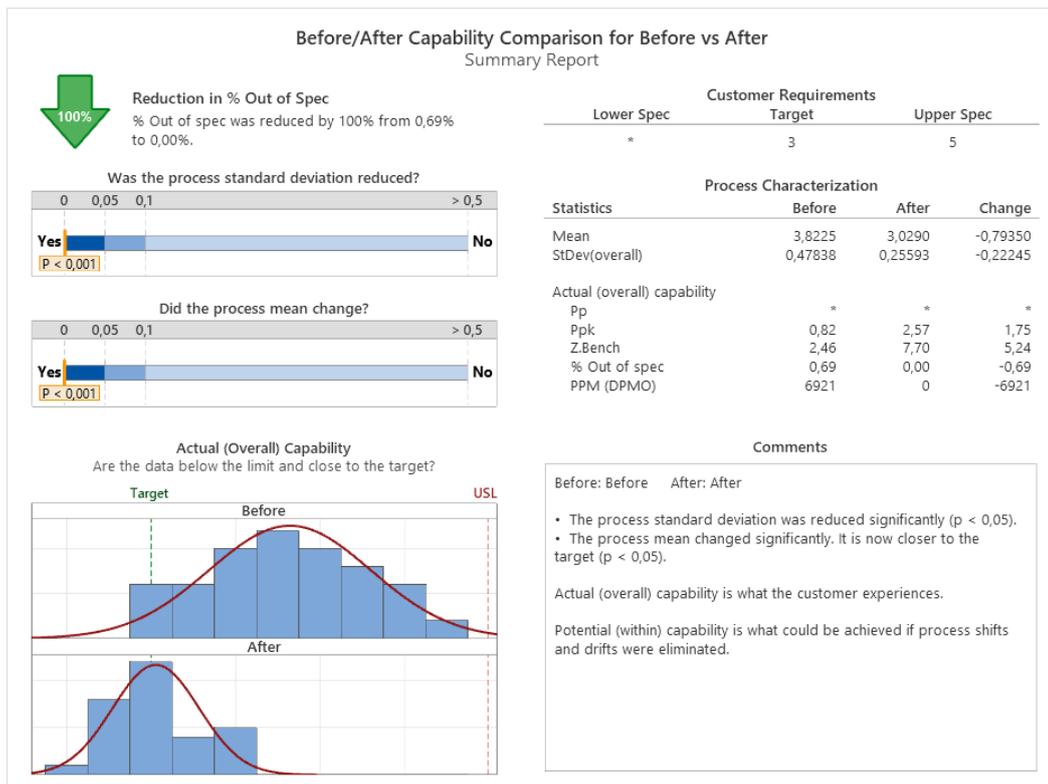
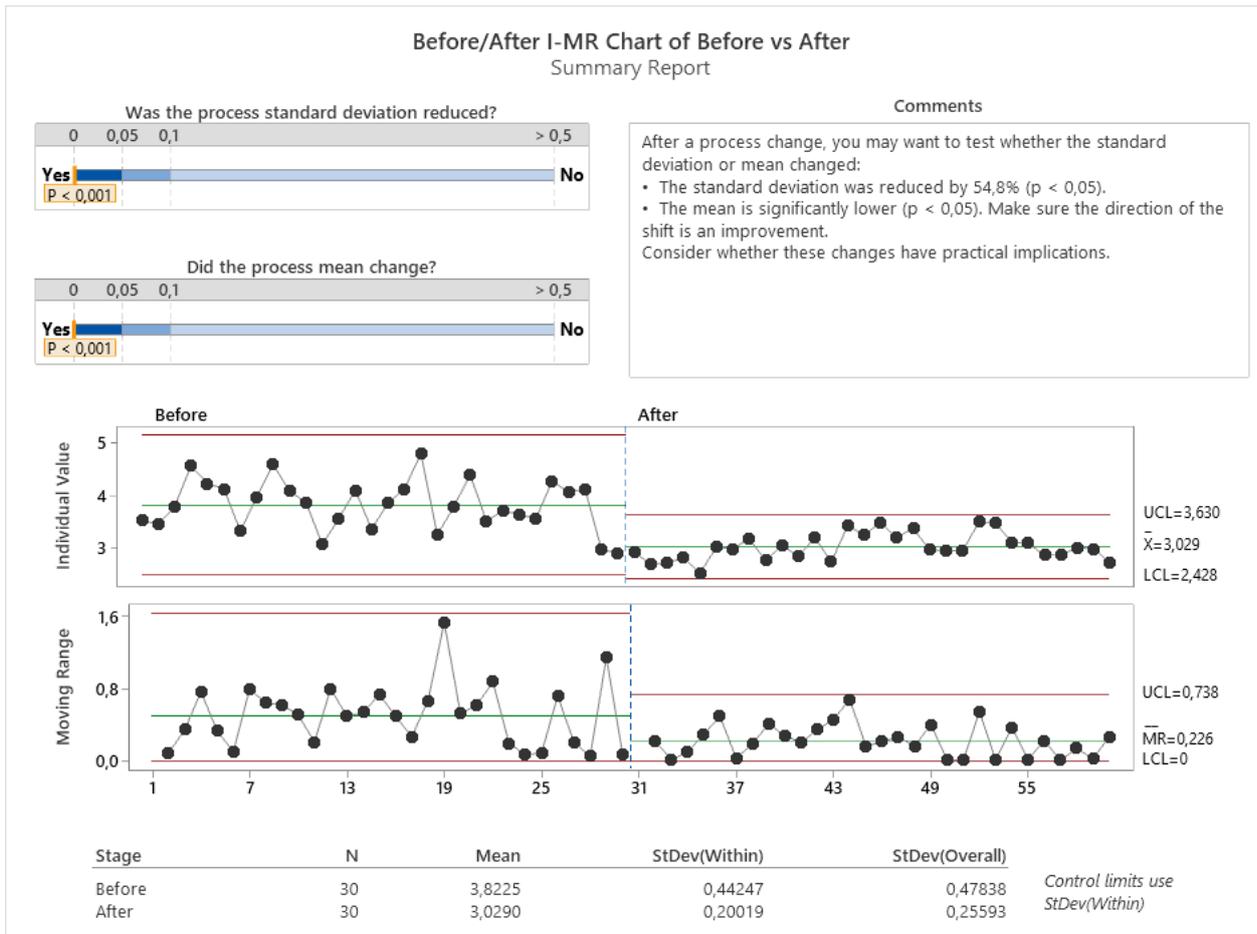


Figura 3.3 Análisis de capacidad [Elaboración propia]

#### 3.6.2 Cartas de control

Considerando los cambios en el proceso, se procedió a realizar cartas IMR para verificar que los puntos se encuentren dentro de los límites de control y que los datos sigan una distribución normal, como se puede ver en la figura 3.4



**Figura 3.4 Cartas de control [Elaboración propia]**

### 3.7 Plan de control

Para tener un correcto manejo de las implementaciones realizadas son necesario un plan de control el cual se detalla en la tabla 3.2:

| <b>No</b> | <b>Solución</b>                  | <b>Cómo?</b>  | <b>Cuándo?</b> | <b>Quién?</b>              | <b>Por qué?</b>                              | <b>Reacción</b>   |
|-----------|----------------------------------|---|----------------|----------------------------|--|---|
| 1         | Listado de herramientas          | Inspección de la lista de herramientas con observaciones y firma del operario       | Semanal        | Operador de prensa         | Eficiencia de la actividad                   | Cuando los operadores no han sido capacitados/no se ha seguido el proceso |
| 2         | Orden en el carro                | Inspección en el carro de herramientas para asegurarse de que está siempre en orden | Semanal        | Operador de prensa         | Eficiencia de la actividad                   | Cuando los operadores no han sido capacitados/no se ha seguido el proceso |
| 3         | Proceso estandarizado            | Inspección de la información de la parada de la máquina                             | Mensual        | Planificador de producción | Benchmarking interno - Control               | Cuando los operadores no han sido capacitados/no se ha seguido el proceso |
| 4         | Carro individual para actividad  | Mantenimiento del carro de herramientas   | Cada 6 meses   | Asistente de MTTO          | Eficiencia de la actividad                   | Plan de MTTO  |
| 5         | Armario de herramientas          | Ordenar y limpiar el armario  | Diario         | Coordinador de área        | Armario y herramientas en buenas condiciones | Plan de limpieza  |
| 6         | Cronograma de tiempos            | Comprobación del calendario   | Mensual        | Coordinador de área        | Benchmarking interno - Control               | Cuando los operadores no han sido capacitados/no se ha seguido el proceso |
| 7         | Puntos de hidratación            | Inspección de la lista de disponibilidad de botellones                              | Diario         | Coordinador de área        | Disponibilidad de botellones                 | Sanción   |
| 8         | Ventanales                       | Inspección de la lista de limpieza  | Diario         | Coordinador de área        | Inocuidad                                    | Plan de limpieza  |
| 9         | Linternas removibles y flexibles | Firma del certificado de entrega  | Por año        | Coordinador de área        | Control de dotación                          | Sanción   |
| 10        | Correcto uso de EPP              | Asistir a charlas de seguridad  | Diario         | Seguridad                  | Prevención de accidentes-incidentes          | Sanción   |

**Tabla 3.2 Plan de control [Elaboración propia]**

### 3.8 Plan de reacción

El plan de reacción se realiza para resolver condiciones que se encuentran fuera de control, por lo que se realizó un ejemplo del plan de control de la limpieza en caso de haber una falla.

En la figura 3.5 se detalla en un diagrama de flujo del proceso que se debería seguir:

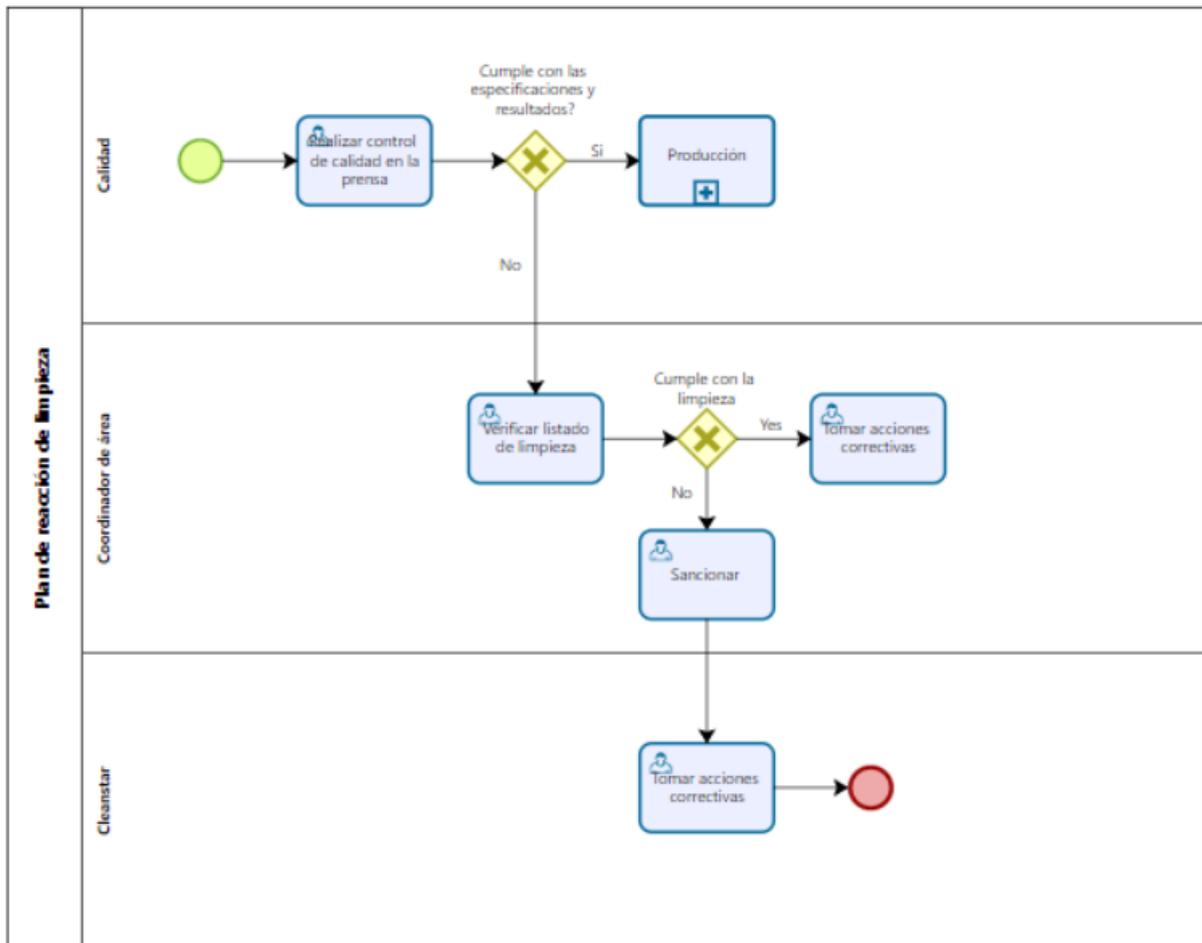


Figura 3.5 Plan de limpieza [Elaboración propia]

### 3.9 Análisis A3

Para la culminación de las mejoras realizadas para la actividad se realizó un A3, resumiendo el proyecto, como se puede ver en la figura 3.6.

PROJECT: DECREASE TIMES IN MOLD AND ROLLER CHANGE ON PRESS 4

05/09/2022

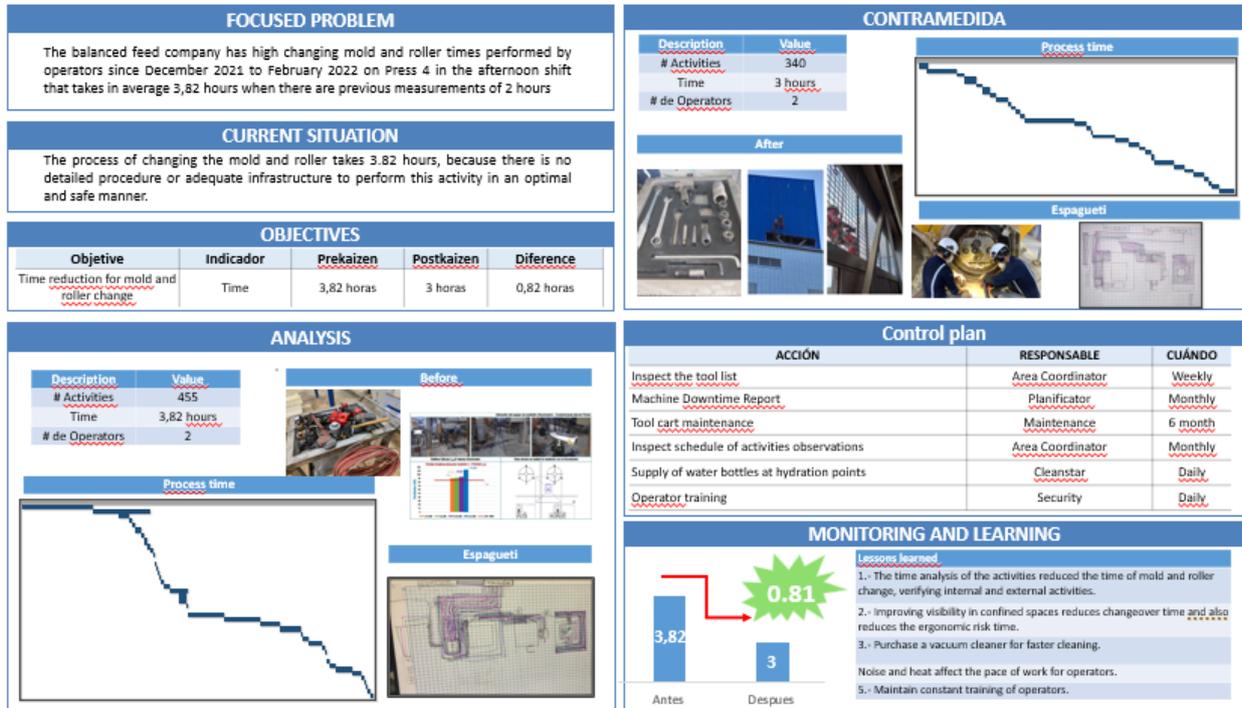


Figura 3.6 A3 [Elaboración propia]

# **CAPÍTULO 4**

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

1. Se identificaron y mejoraron las actividades internas y externas de cambio de molde y rodillo en la prensa 4.
2. Se estandarizó la actividad para cada operario y se desarrolló y evaluó un plan de control de tiempos y operaciones.
3. Se logró una reducción significativa del tiempo de cambio de molde y rodillo que pasó de 3 horas 49 min a 3 horas.
4. Se tomaron en cuenta los pilares económicos, sociales y ambientales logrando la rentabilidad del proyecto.

### **4.2 Recomendaciones**

1. Cada 6 meses es necesario hacer un análisis temporal de la actividad.
2. Elaborar un formulario de propuesta de mejora para los operadores.
3. Evaluación semestral de la matriz de habilidades.
4. Socialización periódica del procedimiento operativo estándar.

# BIBLIOGRAFÍA

- A. Silvaa, J. C. (2021). *Implementation of SMED in a cutting line*. Athens: Elsevier.
- Adobe Communications Team. (5 de julio de 2018). *business adobe*. Obtenido de <https://business.adobe.com/blog/basics/project-management-101-the-5-why-and-1-h-that-should-be-asked-of-every-project>
- Burke Sarah E., S. R. (2017). *The certified Quality Engineer*.
- Garza, R., Gonzales, C., Rodriguez, E., & Hernandez, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulacion discreta y tecnicaa multicriterios. *Revista de metodos cuantitativos para economia y la empresa*, 19-23.
- Isixsigma. (2016). *Isixsigma*. Obtenido de <https://www.isixsigma.com/dictionary/voice-of-the-customer-voc/#:~:text=The%20voice%20of%20the%20customer%2C%20or%20VOC%2C%20is%20the%20structured,you%20have%20provided%20to%20them>.
- MacNeil, C. (17 de Mayo de 2022). *asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>
- Marinova, I. (2019). Obtenido de Kanbanize: <https://kanbanize.com/blog/sipoc/#:~:text=SIPOC%20diagrams%20are%20an%20established%20quality-management%20technique%20utilized,arrive%20at%20a%20more%20stable%20and%20predictable%20process>.
- Serrat, O. (2009). *The Five Whys Technique*. Knowledge solutions.

# APÉNDICES

## APÉNDICE A

### Videos de cambio de molde y rodillo

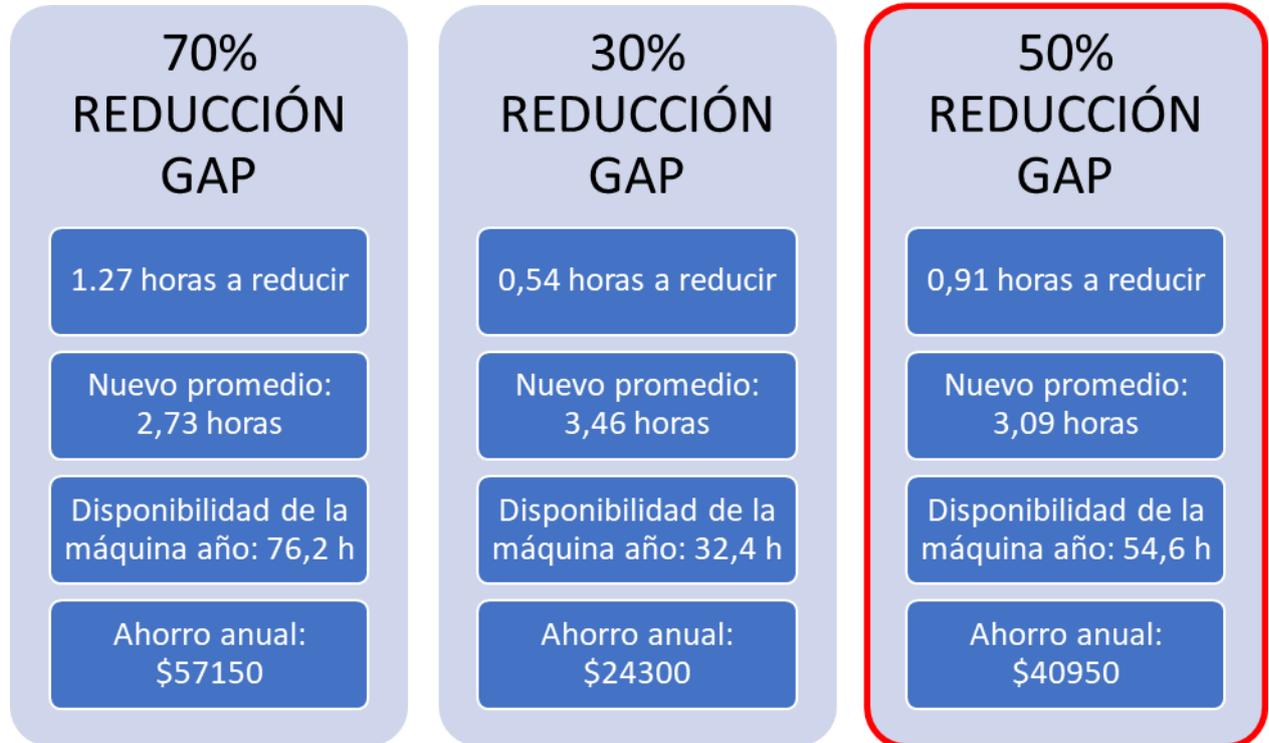
|   |
|---|
|  video 5.MP4 |
|  video 4.MP4 |
|  video 3.MP4 |
|  video 2.MP4 |
|  video 1.MP4 |

### Detalle de videos con tiempo inicio y fin

|                 | N° | Descripción   | Tiempo (Segundos) |     |       |     | Tiempo (seg) |
|-----------------|----|---|-------------------|-----|-------|-----|--------------|
|                 |    |   | Inicio            |     | Fin   |     |              |
| Vídeo: GX060063 | 1  | Retirar elevador y realizar ajuste con llave en equipo      | 00:00             | 0   | 00:39 | 39  | 39           |
| Vídeo: GX060063 | 2  | Girar hacia mesa de herramientas, dejar llave, coger perno  | 00:39             | 39  | 00:41 | 41  | 2            |
| Vídeo: GX060063 | 3  | Ajustar perno en el equipo manualmente                      | 00:41             | 41  | 00:50 | 50  | 9            |
| Vídeo: GX060063 | 4  | Girar hacia mesa de herramientas, coger llave y girar hacia | 00:50             | 50  | 00:52 | 52  | 2            |
| Vídeo: GX060063 | 5  | Realizar ajuste con llave                                   | 00:52             | 52  | 01:08 | 68  | 16           |
| Vídeo: GX060063 | 6  | Girar hacia mesa de herramientas, dejar llave y coger varil | 01:08             | 68  | 01:12 | 72  | 4            |
| Vídeo: GX060063 | 7  | Realizar ajuste con varilla y detenerse cuando le indican   | 01:12             | 72  | 01:19 | 79  | 7            |
| Vídeo: GX060063 | 8  | Girar hacia mesa de herramientas, revisar una opción de p   | 01:19             | 79  | 01:29 | 89  | 10           |
| Vídeo: GX060063 | 9  | Colocar aceite a perno                                      | 01:29             | 89  | 01:43 | 103 | 14           |
| Vídeo: GX060063 | 10 | Ajustar perno en el equipo manualmente                      | 01:43             | 103 | 01:48 | 108 | 5            |
| Vídeo: GX060063 | 11 | Accionar y elevar uñas del elevador manualmente a la altu   | 01:48             | 108 | 02:17 | 137 | 29           |
| Vídeo: GX060063 | 12 | Mover el elevador hacia el equipo                           | 02:17             | 137 | 02:21 | 141 | 4            |
| Vídeo: GX060063 | 13 | Volver a accionar y elevar uñar del elevador manualmente    | 02:21             | 141 | 02:33 | 153 | 12           |
| Vídeo: GX060063 | 14 | Mover e introducir el elevador hacia el equipo              | 02:33             | 153 | 02:47 | 167 | 14           |
| Vídeo: GX060063 | 15 | Ajustar el elevador con la pieza del equipo                 | 02:47             | 167 | 03:03 | 183 | 16           |
| Vídeo: GX060063 | 16 | Coger pistola neumática, girar hacia mesa de herramienta    | 03:03             | 183 | 03:24 | 204 | 21           |
| Vídeo: GX060063 | 17 | Utilizar pistola neumática                                  | 03:24             | 204 | 03:35 | 215 | 11           |
| Vídeo: GX060063 | 18 | Girar hacia mesa y dejar pistola neumática                  | 03:35             | 215 | 03:40 | 220 | 5            |
| Vídeo: GX060063 | 19 | Coger barra metálica del elevador, caminar alrededor del e  | 03:40             | 220 | 03:47 | 227 | 7            |
| Vídeo: GX060063 | 20 | Un operador empuja la barra en el equipo para retirar la pi | 03:47             | 227 | 03:48 | 228 | 1            |
| Vídeo: GX060063 | 21 | Mover elevador con pieza incrustada a una distancia del ec  | 03:48             | 228 | 04:02 | 242 | 14           |
| Vídeo: GX060063 | 22 | Caminar a mesa de herramientas y coger pistola neumática    | 04:02             | 242 | 04:10 | 250 | 8            |
| Vídeo: GX060063 | 23 | Utilizar pistola neumática para desajustar pieza incrustada | 04:10             | 250 | 04:22 | 262 | 12           |
| Vídeo: GX060063 | 24 | Empujar y trasladar nueva pieza desde detrás del equipo ha  | 03:41             | 221 | 04:55 | 295 | 74           |
| Vídeo: GX060063 | 25 | Caminar y dejar pistola neumática en el piso                | 04:22             | 262 | 04:25 | 265 | 3            |

## APÉNDICE B

### Análisis GAP

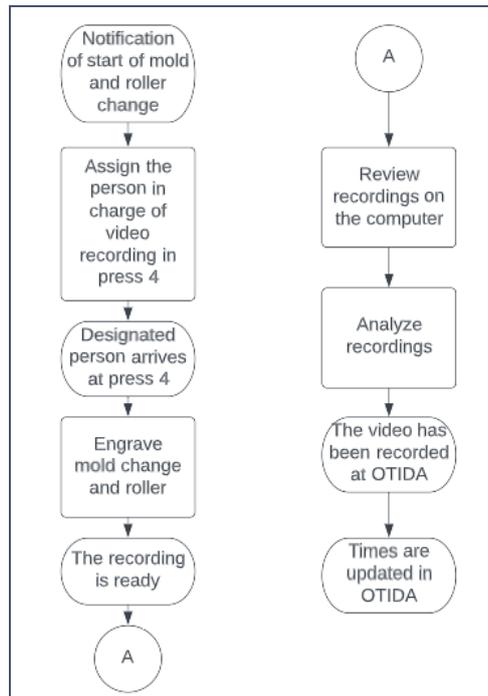


## APÉNDICE C

Formato de responsables de cada actividad

| Machinist:  | Paul Castro                |             | Supervisor: | Victor Celorio |  |
|---|----------------------------|-------------|-------------|----------------|--|
| Date:   | 23.7                       | DD/MM       | Process:    | Cambio molde   |  |
| Remark: Mark with ✓ if the activity was performed |                            |             | Machine     | Prensa 4       |  |
| N°  | Activity                   | Responsible | ¿Ready?     | Observations   |  |
| 1   | comitar para cofer machilo | Aux         | NO          | etho of        |  |
| 2   | cofer veriga y ajuste      | Paul        | No          | stand.         |  |
| 3   | Descender un ar del elev.  | Aux         | YES         | visual         |  |
| 4   | Retirar elevador           | Paul        | NO          | 107            |  |
| 5   | Empuja camb                | AUX         | NO          | porte          |  |
| 6   |                            |             |             | mald e         |  |
| 7   | esperar indicaciones       | AUX         | NO          | cronog.        |  |
| 8   | cribas base                | Paul        | NO          | impl.          |  |
| 9   |                            |             |             |                |  |
| 10  |                            |             |             |                |  |

Flujograma de toma de tiempos en videos



# APÉNDICE D

Indicador de producto no conforme en plataforma Power BI



# APÉNDICE E

## Correos con información de cotizaciones de compras

**V** Victor Gabriel Cevallos Gavilanes <VCevallosG@inbalnor.com.ec> 👍 ↶ ↷ ➡ 📧 ⋮  
Para: Carla Enriqueta Landires Solis Jue 04/08/2022 9:15

METH-INBALNOR-220421A... 344 KB | METH-INBALNOR-220323A... 342 KB | METH-INBALNOR-220314A... 347 KB

3 archivos adjuntos (1 MB) 🔗 Guardar todo en OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral ⬇ Descargar todo

Psi.

Saludos,

**Victor Cevallos G.**  
Coordinador de Producción  
[VCevallosG@inbalnor.com.ec](mailto:VCevallosG@inbalnor.com.ec)  
T +(593) 6017910 – ext. 485815  
C+(593) 985452691

**V** Victor Gabriel Cevallos Gavilanes <VCevallosG@inbalnor.com.ec> 👍 ↶ ↷ ➡ 📧 ⋮  
Para: Carla Enriqueta Landires Solis Jue 04/08/2022 9:17

COTIZACION 1422 SEGUROS... 231 KB | COTIZACION 1424 FABRICAC... 173 KB | COTIZACION 1430 reparacio... 190 KB

Mostrar los 11 datos adjuntos (2 MB) 🔗 Guardar todo en OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral ⬇ Descargar todo

Saludos,

**Victor Cevallos G.**  
Coordinador de Producción  
[VCevallosG@inbalnor.com.ec](mailto:VCevallosG@inbalnor.com.ec)  
T +(593) 6017910 – ext. 485815  
C+(593) 985452691

**V** Victor Gabriel Cevallos Gavilanes <VCevallosG@inbalnor.com.ec> 👍 ↶ ↷ ➡  
Para: Carla Enriqueta Landires Solis Vie 05/08

COTIZACION # 022749.pdf 509 KB

psi

↶ Responder ↷ Reenviar

**De:** Javier Simon Riascos Lozada <JRiascosL@Inbalnor.com.ec>  
**Enviado el:** viernes, 5 de agosto de 2022 16:45  
**Para:** Victor Gabriel Cevallos Gavilanes <VCevallosG@inbalnor.com.ec>; Danny Jose Ortiz Mocha <DOrtizM@inbalnor.com.ec>; Christian Lauro Fajardo Velez <CFajardoV@Inbalnor.com.ec>  
**CC:** Adolfo Alexander Cedeno Betancourt <ACedenoB@Inbalnor.com.ec>; Jose Cherras Torres <JCherrasT@Inbalnor.com.ec>  
**Asunto:** RV: COTIZACION

Estimado **Victor**

Según lo conversado adjunto proformas de equipos para montaje de moldes.

# APÉNDICE F

## Formato de actividades previas

| Check List of previous control for<br>mold and roller change                                  |   | CODE                            |         |              |
|---|---|---------------------------------|---------|--------------|
|   |   | VERSION                         | 1       |              |
| <b>Operator:</b>  |   | <b>Supervisor:</b> Supervisor 1 |         |              |
| <b>Date:</b> DD/MM  |   | <b>Process:</b> Process A       |         |              |
| <b>Observación:</b> Marcar con <input checked="" type="checkbox"/> si se realizo la actividad |   | <b>Machine:</b> Press 4         |         |              |
| N°  | Activiy   | Responsable                     | ¿Check? | Observations |
| 1   | Was the change of format communicated in time?  |                                 |         |              |
| 2   | If the intervention of another area was required for the change, was it coordinated with those responsible? |                                 |         |              |
| 3   | Are support personnel fully staffed?  |                                 |         |              |
| 4   | Are the tools available to perform the activity (e.g. wrenches, brushes, rubber hammers, pliers, etc.)?     |                                 |         |              |
| 5   | Are the corresponding materials available for the format changeover (e.g., cloths, gloves, buckets, etc.)?  |                                 |         |              |
| 6   | Are the incoming formats available at the machine?  |                                 |         |              |
| 7   |   |                                 |         |              |
| 8   |   |                                 |         |              |
| 9   |   |                                 |         |              |
| 10  |   |                                 |         |              |

## Formato llenado de actividades previas

|  |             |
|--|-------------|
| Maquinista:  | Supervisor: |
| Fecha: DD/MM   | Proceso:    |
| Observación: Marcar con <input checked="" type="checkbox"/> si se realizó la actividad | Máquina:    |

| N° | Cambio de molde y rodillo                         | Responsable         | ¿Listo? | Observaciones |
|----|---|---------------------|---------|---------------|
| 1  | AVISAR A TANGO 5 APAGADO DE MÁQUINA               | AUXILIAR            |         |               |
| 2  | COLOCAR BLOQUEO A MÁQUINA                         | AUXILIAR            |         |               |
| 3  | ASEGURARSE DE BLOQUEO                             | PRENSERO            |         |               |
| 4  | TENER EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL              | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| 5  | COLOCAR CERCA MOLDES Y RODIDILLOS                 | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| 6  | TENER EN CARRITO LAS HERRAMIENTAS                 | AUXILIAR            |         |               |
| 7  | HERRAMIENTAS NECESARIAS:                          |                     |         |               |
| .  | PALANCA DE TORQUE PEQUEÑA mando 1/2               | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | RACHE DE FUERZA MANDO DE 3/4                      | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | RACHE DE FUERZA MANDO DE 1/2                      | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | PALANCA DE FUERZA MANDO DE 3/4                    | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | RELOJ COMPARADOR 2                                | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | BASE PARA RELOJ COMPARADOR 2                      | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | DADO PUNTA EXAGONAL 17mm                          | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | LLAVES MIXTA 32                                   | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | LLAVES MIXTAS 30                                  | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | DADO DE 30 MM PARA IMPACTO MANDO 3/4              | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | DADO DE 32MM PARA IMPACTO MANDO 3/4               | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | DADO DE 30 MM PARA IMPACTO MANDO 1/2              | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | DADO DE 32MM PARA IMPACTO MANDO 1/2               | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | MANQUERA PARA AIRE DE 10METROS CON ACOUPLE RAPIDO | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | LLAVE DE TUBO DE 24"                              | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | PISTOLA DE IMPACTO PEQUEÑA MANDO 1/2              | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | PISTOLA DE IMPACTO GRANDE MANDO 3/4               | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | PISTOLA DE IMPACTO EN L                           | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |
| .  | LLAVE ALLEN 10MM                                  | PRENSERO - AUXILIAR |         |               |

## APÉNDICE G

Carro anterior de herramientas



Carro de herramientas ordenadas



Instalación de armario



# APÉNDICE H

## Instructivo de operación estándar

| DOCUMENTOS RELACIONADOS  |  | ALCANCE  |                       | TAREA CRÍTICA RELACIONADA  | FRECUENCIA  | OBJETIVO  | RESPONSABILIDAD GENERAL  |   |
|--|--|--|-----------------------|--|---|---|--|---|
| VEC-P-PR-PE-002 PROCESO DE LINEA DE Prensado-PCDC-ROCIADO  |  | ÁREA<br>Producción   | PROCESO<br>Peletizado | <input type="checkbox"/> Trabajos en Altura<br><input type="checkbox"/> Trabajos en caliente<br><input type="checkbox"/> Espacios Confinados<br><input type="checkbox"/> Trabajos Eléctricos<br><input type="checkbox"/> Izaje de carga  | Programa de producción lo define  | Garantizar la seguridad de las personas y la correcta ejecución de la actividad de Cambio de molde y rodillos de las prensas utilizado para la elaboración de alimento Balanceado en Planta Inbaltor. | Coordinador de Producción  |   |
| <b>MÁQUINA / EQUIPO / ÁREA</b><br> PRENSA 1 EQ. 811<br>PRENSA 2 EQ. 911<br>PRENSA 3 EQ. 1011<br>PRENSA 4 EQ. 1111<br>PRENSA 5 EQ. 1411<br>PRENSA 6A EQ. 1311 A<br>PRENSA 6B EQ. 1311 B<br>PRENSA 7 EQ. 1511 |  | <b>HERRAMIENTAS / MATERIALES / IMPLEMENTOS</b><br> PALA AZUL/VERDE<br>PALA VERDE<br>PALA AMARILLO<br>ESCOBA<br>CEPILLO<br>BOTELLA DE AGUA<br>BOTELLA DE LIMPIEZA<br>GANTES PARA MANIPULACIÓN<br>CASCO DE SEGURIDAD<br>GAFAS DE SEGURIDAD<br>CALZADO DE SEGURIDAD<br>OREJERAS<br>MASCARILLA QUIRURGICA O N95 |                       |  | <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b><br> GANTES PARA MANIPULACIÓN<br>CASCO DE SEGURIDAD<br>GAFAS DE SEGURIDAD<br>CALZADO DE SEGURIDAD<br>OREJERAS<br>MASCARILLA QUIRURGICA O N95 |   |  |   |
| <b>1. CONSIDERACIONES GENERALES</b>  |  |  |                       |  |   |   |  |   |
| <b>RIESGOS/ASPECTOS</b>  |  |  |                       | <b>¿COMO REALIZAR LA ACTIVIDAD ?</b>   |   |   |  |   |
| <b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b><br>No aplica<br><br><b>CALIDAD E INOCUIDAD</b><br>- Contaminación Física<br>- Contaminación Microbiológica<br><br><b>AMBIENTE</b><br>No aplica  |  |  |                       | 1.1 Para intervenciones del equipo por limpieza, retiro de atascos, calibraciones, ajustes se requiere que la máquina / equipo se encuentre desenergizada. Se deben seguir los pasos indicados en el procedimiento de bloqueo en campo, rotulado y prueba.<br>1.2 Es prohibido realizar intervenciones en máquina en movimiento o bypassar las seguridades instaladas en la línea.<br>1.3 El aire comprimido debe ser utilizado unicamente para limpiar parte de máquina / equipo de difícil acceso, no debe ser utilizado para limpiarse el polvo de la ropa o el cuerpo, debido a que su uso inadecuado puede ocasionar serios daños a la persona incluso la muerte. Los puntos de aire deben estar previstos de pistolas normadas autodesfogantes y la presión no debe sobrepasar los 30 psi.<br>1.4 En caso de moreos suspenda la labor y acuda al Servicio Médico de la empresa.<br>1.5 Esta labor requiere de al menos dos personas para la actividad: el operador de prensa, con su respectivo auxiliar previa coordinación con el Ingeniero de Turno.<br>1.6 Considerar que para la limpieza de este equipo la escoba y la pala plástica debe ser color verde según codificación de colores de materiales de limpieza por áreas.<br>1.7 Realizar bloqueo de vapor mediante ficha de bloqueo VEC-C-SD-SS-023.<br>1.8 Asegurar bloque de seccionador de campo mediante procedimiento LOTOTO, previa intervención del equipo. |   |   |  |   |
| <b>2. PREPARACIÓN</b>  |  |  |                       |  |   |   |  |   |
| <b>GRÁFICO PASO A PASO</b>   |  | <b>RIESGOS/ASPECTOS</b>  |                       | <b>¿CÓMO REALIZAR LA ACTIVIDAD ?</b>   |   | <b>PUNTOS CLAVE</b>   | <b>JUSTIFICACIÓN</b>   | <b>RESPONSABLE</b>  |
| REFERENCIA PASO 2.1<br><br><br>REFERENCIA PASO 2.3<br>   |  | <b>SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b><br>No aplica<br><br><b>CALIDAD E INOCUIDAD</b><br>- Contaminación Física<br>- Contaminación Microbiológica<br><br><b>AMBIENTE</b><br>No aplica  |                       | 2.1 Apagar el alimentador de prensa desde el touch panel ubicado junto a la prensa de manera automática presionando el stop.<br><br>2.2 Previo al inicio del proceso de cambio de molde cumplir con el instructivo de <b>Limpieza de puerta de prensa.</b><br><br>2.3 Esta actividad se la debe realizar cumpliendo con el uso de todos los ppp's, implementos bpm y materiales de limpieza antes descritos.   |   | Evacuar preacondicionadores y cerrar válvula de vapor principal.<br><br><br>Orden y limpieza  | evitar compactación de producto y generación de condensado.<br><br><br>evitar que materiales extraños se mezclen con los finos | Operador de Prensa/Auxiliar de prensa<br><br>Operador de Prensa/Auxiliar de prensa<br><br>Operador de Prensa/Auxiliar de prensa |



Capacitación de instructivos



# APÉNDICE I

## Formato de cronograma de actividades

| Schedule                |  |                                |             |                    |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
|-------------------------|--|--------------------------------|-------------|--------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| Date:                   | dd/mm/aa   | Process:                       | ABC         | Start time:        | hh:hh                |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| Leader:                 | nnnn   | Id and roller chan             | X a Y       | End time:          | hh:hh                |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| N°                      | Activity   | Type of activity (Int. O Ext.) | Responsible | Panning time (min) | 00:10:00             | 00:20:00 | 00:30:00 | 00:40:00 | 00:50:00 | 01:00:00 | 01:10:00 | 01:20:00 | 01:30:00 | 01:40:00 | 01:50:00 | 02:00:00 | 02:10:00 | 02:20:00 | 02:30:00 | Observation |
|                         |  |                                |             |                    | Pre-changeover tasks |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 1                       | Inform the operator and assistants in advance that the change will be made | Extern                         |             | 10                 |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 2                       | Bringing necessary tools for change  | Extern                         |             | 10                 |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 3                       | Bring formats to be typed  | Extern                         |             | 10                 |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 4                       | Bring changeover car   | Extern                         |             | 10                 |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| Tasks during changeover |  |                                |             |                    |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 5                       | Loosening and removal of tools   | Intern                         |             | 40                 |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 6                       | Adjust tensioning arm and set tools  | Intern                         |             | 40                 |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 7                       | Adjust according to specifications   | Intern                         |             | 20                 |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 8                       |  |                                |             |                    |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 9                       |  |                                |             |                    |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 10                      |  |                                |             |                    |                      |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |

## Cronograma de actividades completo

| Cronograma SMED           |   |                                 |                                  |                       |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
|---------------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| Fecha:                    | dd/mm/aa  | Proceso:                        | ABC                              | Hora Inicio:          | hh:hh                    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| Lider:                    | nnnn  | Tipo de cambio:                 | X a Y                            | Hora Fin:             | hh:hh                    |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| N°                        | Tarea   | Tipo de actividad (Int. O Ext.) | Nombre de responsable            | Tiempo planeado (min) | 00:05:00                 | 00:09:00 | 00:14:00 | 00:18:00 | 00:23:00 | 00:27:00 | 00:32:00 | 00:36:00 | 00:41:00 | 00:45:00 | 00:50:00 | 00:55:00 | 01:00:00 | 01:05:00 | 01:10:00 | Observación |
|                           |   |                                 |                                  |                       | Tareas previas al cambio |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 1                         | Informar con anticipación a maquinista y ayudantes que se ejecutará el cambio | Interna                         | Maquinista - Ayudante de máquina | 5                     |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 2                         | Traer herramientas necesarias para el cambio                                  | Interna                         | Maquinista - Ayudante de máquina | 4                     |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 3                         | Traer formatos que entraran a máquina   | Interna                         | Maquinista - Ayudante de máquina | 5                     |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 4                         | Traer coche de cambio de formato  | Externa                         | Supervisor                       | 4                     |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 5                         | Identificar pernos y colocar aceite a los pernos                              | Externa                         | Ayudante de máquina              | 5                     |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 1                         | Traer coche de limpieza   | Externa                         | Ayudante de máquina              | 4                     |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 2                         | Tener herramientas de limpieza listas   | Externa                         | Ayudante de máquina              | 2                     |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| Tareas durante el cambio  |   |                                 |                                  |                       |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 6                         | Desaflojar y retirar herramientas   | Interna                         | Maquinista                       | 25                    |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 7                         | Regular brazo tensor y colocar herramientas                                   | Interna                         | Ayudante de máquina              | 20                    |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 8                         | Ubicar pernos   | Interna                         | Maquinista                       | 10                    |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 9                         | Ajustar según especificaciones  | Interna                         | Maquinista                       | 10                    |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 3                         | Limpieza PCDC   | Interna                         | Maquinista - Ayudante de máquina | 25                    |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 4                         | Limpieza secador  | Interna                         | Maquinista - Ayudante de máquina | 25                    |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 5                         | Limpieza cidón  | Interna                         | Maquinista - Ayudante de máquina | 20                    |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| Tareas después del cambio |   |                                 |                                  |                       |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 8                         | Inspeccionar molde y rodillo  | Externa                         | Maquinista                       | 10                    |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 9                         | Enganchar molde con cadenas   | Externa                         | Maquinista                       | 5                     |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |
| 10                        | Retirar carros  | Externa                         | Maquinista                       | 8                     |                          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |             |

## Estudio de tiempo del operador más eficiente

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| Traslada molde en carro hacia     | 23  |
| Inspecciona molde                 | 26  |
| Traslada nuevo molde a un         | 22  |
| Traslada rodillo hacia un costado | 20  |
| Empuja carro con molde hacia      | 4   |
| Engancha molde con cadenas,       | 24  |
| Retira carro                      | 4   |
| Posiciona molde en porta molde    | 45  |
| Retira carro                      | 5   |
| Traslada nuevo molde hacia        | 11  |
| Engancha molde con cadenas,       | 54  |
| Posiciona carro para colocar      | 45  |
| Traslada molde nuevo en carro     | 64  |
| Posiciona nuevo molde hacia       | 24  |
| Da indicaciones y espera          | 42  |
| Da indicaciones y espera          | 24  |
| Traslada escoba hacia zona de     | 8   |
| Camina a carro de herramientas,   | 7   |
| Camina a carro de herramientas,   | 6   |
| Usando dedo toma un poco de       | 24  |
| Traslada trapo porta grasa hacia  | 5   |
| Toma guante de carro de           | 4   |
| Empuja carro porta molde con      | 7   |
| Busca perno y camina hacia        | 16  |
| Traslada carro de herramientas    | 11  |
| Da indicaciones                   | 7   |
| Abre funda con pernos             | 14  |
| Toma pernos y camina hacia        | 7   |
| Da indicaciones                   | 14  |
| Regresa a molde nuevo             | 8   |
| Inspecciona y da indicaciones     | 14  |
| Se traslada a carro de            | 4   |
| Se dirige hacia carro de          | 13  |
| Camina hacia armario de           | 5   |
| Camina hacia armario de           | 36  |
| Busca herramienta                 | 39  |
| Camina de regreso hacia carro     | 18  |
| Coloca grasa en pernos y coloca   | 200 |
| Busca herramienta                 | 45  |
| cambia de herramienta             | 9   |
| busca herramienta                 | 4   |
| coloca herramienta en el carrito  | 5   |
| rueda rodillo hasta carro porta   | 31  |
| busca en el carro de              | 8   |
| se acomoda los guantes            | 11  |
| busca trapo para secar sudor      | 14  |
| busca martillo                    | 9   |
| acomoda cable de pistola          | 6   |
| busca herramienta para pistola    | 17  |
| deja pistola neumatica en carro   | 4   |
| eleva carro porta molde           | 37  |
| acomoda cable de pistola          | 9   |
| se retira guante                  | 7   |
| rueda rodillo hasta carro porta   | 36  |
| eleva carro porta molde           | 24  |
| busca herramienta                 | 4   |
| busca herramienta                 | 8   |
| busca herramienta                 | 5   |
| busca herramienta                 | 11  |
| trae pernos del carro de          | 24  |
| prepara pernos con aceite         | 62  |
| busca llave rache adecuada en el  | 13  |
| cambia de herramienta             | 4   |
| cambia de herramienta             | 19  |
| cambia de herramienta             | 7   |
| busca dado para la llave rache    | 23  |
| deja herramientas en el carrito   | 7   |
| recoge cuchillas del carro de     | 6   |
| se retira guantes                 | 9   |
| guarda herramientas en carrito    | 15  |
| guarda trapo en carro de          | 4   |
| retira plastico de cuchillas      | 18  |
| Girar hacia mesa de               | 10  |
| Colocar aceite a perno            | 14  |
| Empujar y trasladar nueva pieza   | 74  |
| Empujar y hacer rodar pieza       | 4   |
| Empujar la pieza, primero con     | 0   |
| Explicar a operador actividad     | 30  |
| Barrer polvo del suelo alrededor  | 13  |

## APÉNDICE J

Apertura de ventanales en el edificio de producción



Encuesta de satisfacción de puntos de hidratación y apertura de ventanales

1. Haces uso de los puntos de hidratación que colocaron cerca de la prensa? (0 punto)

[Más detalles](#)

 Información

- Si 20
- No 3



2. Colocar ventanas en el edificio de producción mejora tu ritmo de trabajo? (0 punto)

[Más detalles](#)

 Información

- Si 22
- No 1

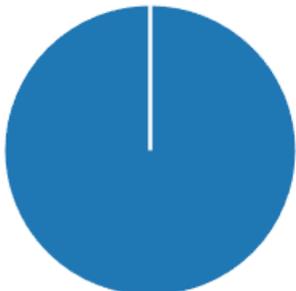


3. Colocar ventanas en el edificio de producción redujo la sensación de calor? (0 punto)

[Más detalles](#)

 Información

- Si 23
- No 0

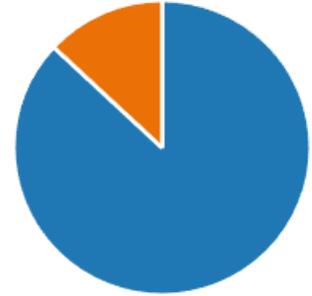


4. Se redujo el nivel de estrés laboral con esta mejora? (0 punto)

[Más detalles](#)

[Información](#)

|      |    |
|------|----|
| ● Si | 20 |
| ● No | 3  |

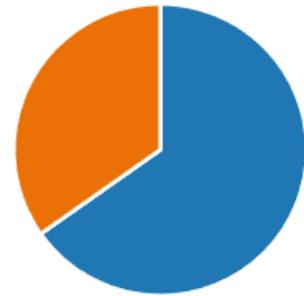


5. Colocar ventanas en el edificio de producción redujo la sensación de ruido? (0 punto)

[Más detalles](#)

[Información](#)

|      |    |
|------|----|
| ● Si | 15 |
| ● No | 8  |



6. Cómo te sientes con las ventanas y puntos de hidratación en el edificio de producción? (0 punto)

[Más detalles](#)

[Información](#)

22  
Respuestas



Clasificación media 4.27

Temperatura promedio del edificio de producción



Puntos de hidratación



## APÉNDICE K

Linternas removibles con imán



Linternas flexibles en el casco



Dotación de linternas



