

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

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

Reducción de los tiempos de cambio, lubricación y limpieza en una línea de  
producción de helados de paleta

INGE-2746

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Industrial**

Presentado por:

Danny Bryan Piguave Naula

Diana Lissette Pacalla Amaguaya

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

## **Dedicatoria**

---

A mis padres, por ser mi guía, fortaleza y apoyo incondicional en cada paso de este camino. A mi hermano, por sus palabras de aliento que siempre me inspiraron. Este logro es tan mío como de ustedes, con todo mi amor.

### **Diana Pacalla**

Dedico este trabajo a mi familia, quienes me enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis amigos, por su paciencia y apoyo en los momentos más desafiantes. Gracias por ser mi impulso hacia este nuevo logro cumplido.

### **Danny Piguave**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por darme la fortaleza necesaria para completar este proyecto integrador. A mis padres, por su amor, sacrificios y fe inquebrantable en mí. A mis profesores, por compartir su conocimiento y guiarme durante todo el desarrollo del proyecto. Y a mis amigos, por estar siempre a mi lado en este viaje.

### **Diana Pacalla**

Quiero expresar mi gratitud a Dios por guiarme en este camino. A mis padres, por ser mi mayor ejemplo de perseverancia y dedicación. A mis maestros, por su paciencia y apoyo constante. Y a mis amigos y compañeros, quienes hicieron este proceso más llevadero con su compañía y aliento.

### **Danny Piguave**

## Declaración Expresa

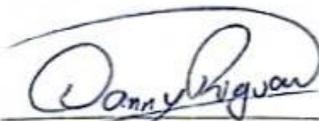
Nosotros Danny Bryan Piguave Naula y Diana Lissette Pacalla Amaguaya acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mi/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 10 de Octubre del 2024.



Danny Bryan Piguave  
Naula



Diana Lissette Pacalla  
Amaguaya

## **Evaluadores**

---

**María Denise Rodríguez Ph.D.**

Profesor de Materia

---

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

Tutor de proyecto

## **Resumen**

Desde enero del 2024, la línea de producción 1 encargada de producir helados en tarro presentó elevados tiempos de cambio que superan el estándar de 210 minutos establecido por la empresa y un costo equivalente al \$50 por hora de inactividad de la línea de producción. Debido a esto, el proyecto se enfoca en disminuir el tiempo promedio de cambio de 247 minutos a 230.35 minutos, equivalentes al 8% de GAP, aplicando la metodología DMAIC y la técnica Lean SMED.

Además, el proyecto se desarrolló empleando herramientas como VOC, diagrama de Ishikawa y la Ley de Pareto para identificar las causas raíz del problema. A su vez se utilizaron registros históricos y pruebas piloto para conocer el proceso inicial. Posterior a todo el análisis se aplicaron técnicas como la reorganización de actividades, instalación de cajas de herramientas y políticas del uso de radio.

Los resultados reflejaron una reducción del tiempo promedio de cambio en un 24.7% (de 247 minutos a 61 minutos), superando el objetivo inicial y a su vez se generando ahorros anuales de \$7,335.

Se concluye que las mejoras implementadas optimizan la eficiencia operativa, generan ahorros significativos y garantizan sostenibilidad mediante su estandarización y capacitación continua al personal.

**Palabras clave:** DMAIC, SMED, eficiencia operativa, mejora continua.

## ***Abstract***

*Since January 2024, production line 1, which produces ice cream in jars, has had high changeover times that exceed the standard of 210 minutes established by the company and a cost equivalent to \$50 per hour of production line downtime. Because of this, the project focuses on reducing the average changeover time from 247 minutes to 230.35 minutes, equivalent to 8% of GAP, applying the DMAIC methodology and the SMED Lean technique.*

*In addition, the project was developed using other VOC tools, Ishikawa diagram and Pareto's Law to identify the root causes of the problem. At the same time, historical records and pilot tests were used to learn about the initial process. After all the analysis, techniques such as reorganization of activities, installation of toolboxes and radio use policies were applied.*

*The results showed a 24.7% reduction in the average changeover time (from 247 minutes to 61 minutes), exceeding the initial objective and generating annual savings of \$7,335.*

*It is concluded that the improvements implemented optimize operational efficiency, generate significant savings, and ensure sustainability through standardization and ongoing staff training.*

***Key words:*** DMAIC, SMED, operational efficiency, continuous improvement.

## Índice general

Resumen .....	I
<i>Abstract</i> .....	II
Abreviaturas .....	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.....	2
1.3    Alcance del Proyecto .....	2
1.4    Objetivos.....	3
1.4.1    Objetivo general.....	3
1.4.2    Objetivos específicos .....	3
1.5    Marco teórico.....	4
1.5.1    DMAIC .....	4
1.5.2    SIPOC.....	5
1.5.3    Ley de Pareto .....	5
1.5.4    Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto).....	6
1.5.5    SMED (Cambio Rápido de Herramientas) .....	6
1.5.6    Kaizen (Mejora Continua) .....	7
1.5.7    5S (Orden y Limpieza).....	7
Capítulo 2 .....	8
2.    Metodología .....	8
2.1    Definición.....	8
2.1.1    Voz del cliente .....	8

2.1.2	<i>Críticos de la calidad</i> .....	10
2.1.3	<i>Variable de respuesta</i> .....	11
2.1.4	<i>Declaración del problema y oportunidad</i> .....	11
2.2	<b>Medición</b> .....	13
2.2.1	<i>Mapeo del proceso</i> .....	13
2.2.2	<i>Plan de recolección de datos</i> .....	13
2.2.3	<i>Análisis de confiabilidad de datos recolectados</i> .....	13
2.3	<b>Análisis</b> .....	15
2.3.1	<i>Ishikawa</i> .....	15
2.3.2	<i>Matriz Causa – Efecto</i> .....	15
2.3.3	<i>Verificación de causas</i> .....	19
2.3.4	<i>Análisis de causa raíz</i> .....	27
2.3.5	<i>Acciones de mejora</i> .....	29
2.4	<b>Mejora</b> .....	30
2.4.1	<i>Soluciones Propuestas</i> .....	30
2.4.2	<i>Implementación</i> .....	32
2.5	<b>Control</b> .....	38
2.5.1	<i>Plan de Control</i> .....	38
2.5.2	<i>Control Visual</i> .....	40
2.5.3	<i>Plan de reacción</i> .....	41
Capítulo 3	.....	43
3.	<b>Resultados y análisis</b> .....	43
3.1	<i>Tiempo de limpieza y cambio de formato semanal</i> .....	44
3.2	<i>Triple Bottom Line</i> .....	46
Capítulo 4	.....	49
4.1	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	49

4.1.1 Conclusiones .....	49
4.1.2 Recomendaciones .....	49
Bibliografía.....	
Apéndices .....	

## **Abreviaturas**

CIP	Cleaning in Place (Limpieza de tuberías con agua-detergente-agua)
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
m	Metro
min	Minutos
SKU	Unidad de Mantenimiento de Existencias
SKUN	SKU de interés
SOP	Standard Operationg Procedure

## Índice de figuras

Figura 1 <i>Diagrama de SIPOC del proceso de planificación de la producción y preparación para los cambios de formato en la línea #1</i> .....	3
Figura 2 <i>Diagrama de afinidad de necesidades de los clientes identificados</i> .....	10
Figura 3 <i>CTQ Tree de las necesidades de los clientes</i> .....	10
Figura 4 <i>Serie de tiempo del tiempo de cambio de formato hacia el SKUN de forma semanal</i> ..	12
Figura 5 <i>Análisis de confiabilidad de data histórica</i> .....	14
Figura 6 <i>Diagrama causa – efecto del problema</i> .....	15
Figura 7 <i>Operador enviando CIP</i> .....	21
Figura 8 <i>Porcentaje representativo de la causa 1</i> .....	21
Figura 9 <i>Gráfica comparativa del tiempo de cambio actual y con secuencia nueva</i> .....	23
Figura 10 <i>Secuencia actual vs Secuencia propuesta</i> .....	23
Figura 11 <i>Porcentaje representativo de la causa 5</i> .....	24
Figura 12 <i>Porcentaje representativo de la causa 6</i> .....	25
Figura 13 <i>Porcentaje representativo de la causa 7</i> .....	26
Figura 14 <i>Porcentaje representativo de la causa 8</i> .....	26
Figura 15 <i>SOP del proceso de resane de potes de helado</i> .....	34
Figura 16 <i>Capacitación a operadores del uso optimo de radios</i> .....	35
Figura 17 <i>Cambio de caja de herramientas</i> .....	38
Figura 18 <i>Tablero de indicadores para control visual</i> .....	41
Figura 19 <i>Plan de reacción del proceso de cambio</i> .....	42
Figura 20 <i>Serie de Tiempo de la variable de salida Y</i> .....	45
Figura 21 <i>Análisis de los tiempos de cambio de la variable de respuesta</i> .....	45
Figura 22 <i>Análisis de medias de la reducción del tiempo de cambio</i> .....	46
Figura 23 <i>Comparación del análisis de capacidad después de implementar las mejoras</i> .....	46
Figura 24 <i>Cantidad de agua usada en el 2024 en m3</i> .....	47
Figura 25 <i>Capacitación del personal operativo sobre herramientas de mejora continua</i> .....	47
Figura 26 <i>Desperdicio de materia prima antes y después de la implementación de mejoras</i> .....	48

## Índice de tablas

Tabla 1 <i>Escenarios de definición de objetivos</i> .....	12
Tabla 2 <i>Análisis de valor agregado</i> .....	13
Tabla 3 <i>Evaluación a las causas potenciales por cada uno de los involucrados en el proceso</i> ...	16
Tabla 4 <i>Plan de verificación de causas</i> .....	19
Tabla 5 <i>Resultados obtenidos por cada una de las causas potenciales</i> .....	27
Tabla 6 <i>Análisis de los 5 porqué de las causas verificadas</i> .....	27
Tabla 7 <i>Acciones de mejora de las causas raíz encontradas</i> .....	29
Tabla 8 <i>Matriz de priorización de soluciones</i> .....	30
Tabla 9 <i>Plan de implementación de soluciones</i> .....	32
Tabla 10 <i>Análisis de actividades para la externalización de SMED</i> .....	35
Tabla 11 <i>Análisis de actividades externas</i> .....	37
Tabla 12 <i>Plan de control de soluciones</i> .....	39
Tabla 13 <i>Análisis de los costos incurridos en el proyecto</i> .....	43

# Capítulo 1

## 1. Introducción

El proyecto se desarrolló en una empresa líder de industria de helados en Ecuador y algunos países de Latinoamérica, con una trayectoria sólida y reconocida a nivel mundial. Esta organización se destaca por su compromiso con la sostenibilidad, la innovación constante y la excelencia operativa. Su visión principal es ofrecer productos de alta calidad que satisfagan las necesidades y preferencias de sus consumidores, todo esto mientras potencia sus operaciones mediante el uso de tecnologías avanzadas y prácticas de mejora continua.

La empresa opera en más de 190 países, con un portafolio diversificado de marcas que se adaptan tanto a mercados locales como internacionales. En Ecuador, cuenta con una planta de producción ubicada en la ciudad de Guayaquil, donde se gestionan procesos clave como la manufactura, distribución, ventas y promoción de sus productos. La planta produce una amplia variedad de helados de paleta, potes, cornetos, y más que se distribuyen a través de múltiples canales, incluyendo supermercados y tiendas de minoristas.

Este proyecto se enfoca en mejorar la eficiencia de la línea de producción 1 de helados de pote, buscando optimizar procesos clave como el cambio de formato y la limpieza. Estos esfuerzos están alineados con la visión de la empresa de consolidarse como un referente en innovación, sostenibilidad y eficiencia, al mismo tiempo que garantiza la máxima satisfacción del cliente.

### 1.1 Descripción del Problema

La línea de producción de helados ubicada en la planta en Guayaquil enfrenta un desafío crítico: los tiempos prolongados de cambio de formato y limpieza en el proceso de producción de helados de pote. Actualmente, el tiempo promedio de cambio es de 247 minutos, superando el

estándar objetivo de 210 minutos, lo que genera una pérdida significativa de eficiencia operativa y costos de inactividad. Esta situación afecta la capacidad de producción, eleva los costos operativos y dificulta el cumplimiento de la demanda de mercado.

Este problema es de particular importancia en el contexto actual, donde la competitividad en la industria alimenticia exige altos niveles de flexibilidad y eficiencia. Además, los estándares de calidad y seguridad alimentaria requieren procesos de limpieza exhaustivos, lo que añade complejidad a la gestión del tiempo en la línea de producción.

## **1.2 Justificación del Problema**

Los tiempos de cambio en la línea de producción #1 son muy elevados en comparación al estándar establecido de 210 minutos, representando costos de \$50 por hora de inactividad de línea de producción de potes de helados mientras que la frecuencia promedio de cambios es de 80 veces al año.

## **1.3 Alcance del Proyecto**

El proyecto se realizó en la línea de producción #1, cuyos procesos se pueden visualizar en el diagrama SIPOC de la Figura 1. Sin embargo, el proceso de cambio, lubricación y limpieza se realizan durante el cambio de formato e inspecciones (1 y 2), por lo que en estas etapas se enfocarán los esfuerzos de reducción del tiempo de cambio de la línea #1.

**Figura 1**

*Diagrama de SIPOC del proceso de planificación de la producción y preparación para los cambios de formato en la línea #1*

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESOS	SALIDAS	CLIENTES
PLANEACIÓN	Pronostico	PLAN DE PRODUCCIÓN	Plan de producción semanal	JEFE DE PRODUCCIÓN
JEFE DE PRODUCCIÓN	Plan de producción semanal	RECEPCIÓN DE PLAN DE PRODUCCIÓN	Orden de SKU a producir por día	OPERADORES
OPERADORES	Orden de SKU a producir por día	FORMATOS DE CAMBIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Línea de producción con un molde diferente</li> <li>Requisitos de aprobación</li> </ul>	CONTROL DE CALIDAD
CONTROL DE CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requerimiento de aprobación de limpieza.</li> <li>Requerimiento de aprobación para la puesta en marcha de la producción.</li> </ul>	INSPECCIÓN 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprobación de limpieza</li> <li>Autorización para el inicio de la producción</li> </ul>	OPERADOR LIDER
OPERADOR LIDER	Check list de control para la puesta en marcha	INSPECCIÓN 2	Línea de producción lista para su puesta en marcha	PLANEACIÓN

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

Reducir el tiempo medio de cambio y limpieza semanal de la Línea #1 en 8% pasando así de 247 minutos a 230.35 minutos, durante un periodo de 4 meses, aplicando técnicas de mejora continua como DMAIC y SMED.

### 1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar las principales causas que contribuyen a incremento de los tiempos de cambio, buscando las mejores soluciones al problema.
2. Implementar soluciones reduciendo el tiempo de cambio en la línea de producción 1.

3. Establecer controles de mantenimiento, reduciendo el tiempo de cambio en la línea de producción 1 y manteniendo las mejoras implantadas.

## **1.5 Marco teórico**

### **1.5.1 DMAIC**

DMAIC es un enfoque sistemático, ampliamente adoptado en Six Sigma, que tiene como propósito resolver problemas y mejorar procesos de manera sostenible. Esta metodología se divide en cinco etapas esenciales (Socconini, 2023):

- **Definir:** Implica identificar el problema clave, establecer objetivos específicos y precisar los recursos necesarios. En esta fase, se suelen utilizar herramientas como diagramas SIPOC o análisis de la Voz del Cliente (Voice of the Customer).
- **Medir:** Aquí se recopilan y analizan datos del desempeño actual del proceso, lo cual permite determinar un punto de referencia inicial. Se prioriza la medición de métricas clave y variables críticas para la calidad (CTQ) (George, 2005).
- **Analizar:** Los datos recolectados se estudian para localizar las causas raíz del problema. Herramientas como diagramas de Ishikawa y análisis de Pareto son útiles para este fin.
- **Mejorar:** En esta etapa, se desarrollan e implementan soluciones prácticas que aborden las causas identificadas, utilizando métodos como SMED para reducir tiempos y optimizar recursos.
- **Controlar:** Finalmente, se establecen mecanismos de monitoreo y controles para garantizar que las mejoras implementadas se mantengan en el tiempo.

Este método ha sido crucial para alcanzar mejoras operativas significativas en diversas industrias, quien destaca su efectividad en la reducción de costos y en la optimización de procesos.

### **1.5.2 SIPOC**

El diagrama SIPOC es una herramienta visual utilizada para comprender el flujo completo de un proceso, desde los proveedores hasta los clientes finales. Este enfoque permite identificar entradas críticas, pasos clave y resultados esperados (Caeleigh, 2024).

- Proveedores: Entidades o personas que proporcionan los recursos iniciales.
- Entradas: Materiales, información o recursos que alimentan el proceso.
- Proceso: Las actividades que transforman las entradas en salidas.
- Salidas: Los productos o servicios finales generados.
- Clientes: Destinatarios que reciben el resultado del proceso.

Por ejemplo, en este proyecto, SIPOC ayuda a mapear las actividades involucradas en el cambio de formatos de la línea de producción de helados. Además, el uso de SIPOC facilita identificar ineficiencias y establecer mejoras alineadas con las expectativas del cliente, mejorando la comprensión del sistema en su conjunto (Swink, 2012).

### **1.5.3 Ley de Pareto**

También es conocida como la regla 80/20, esta ley establece que los efectos de un sistema se dan por un pequeño número de causas. Este principio es esencial para priorizar esfuerzos y recursos en las áreas de mayor impacto (Lopez, 2024).

En el contexto del proyecto, esta regla permite identificar que un 20% de las causas puede estar contribuyendo al 80% de los retrasos en los tiempos de cambio y limpieza. Esto permite enfocar las mejoras en aspectos específicos, como fallos recurrentes en la maquinaria o tiempos de espera innecesarios. Se destaca que este enfoque simplifica la toma de decisiones y maximiza la efectividad de las acciones correctivas (Juran, 1992).

#### **1.5.4 Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)**

El diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado, es una herramienta para identificar y organizar las causas potenciales de un problema. Clasifica las causas en categorías principales como métodos, materiales, maquinaria, mano de obra, medio ambiente y medición (Betancourt, 2016).

En este proyecto, su aplicación permite visualizar factores que contribuyen al tiempo excesivo de cambios en la línea de producción, como capacitación insuficiente del personal o diseño inadecuado del equipo. El Ishikawa resalta este método no solo práctico, sino que también fomenta la colaboración al analizar problemas complejos de manera estructurada (Gijo, 2014).

#### **1.5.5 SMED (Cambio Rápido de Herramientas)**

SMED es una técnica que busca reducir significativamente los tiempos de cambio de formato, mejorando la flexibilidad operativa. Divide las actividades del cambio en internas (realizadas con la máquina detenida) y externas (realizadas mientras la máquina está en operación) (Safety Culture, 2024).

El proceso de SMED incluye pasos como convertir tareas internas en externas, simplificar procedimientos y usar herramientas más eficientes. En este proyecto, SMED se aplica para reorganizar procesos como la limpieza y el montaje, reduciendo tiempos improductivos y mejorando la capacidad de respuesta ante cambios de demanda. (Shingo, 1985) esta técnica no solo incrementa la eficiencia, sino que también mejora la competitividad al permitir tiempos de respuesta más cortos (McIntosh, 2000).

### **1.5.6 Kaizen (Mejora Continua)**

Kaizen promueve una cultura de mejora continua, en la cual cada integrante de la organización contribuye a identificar y resolver problemas. Este enfoque se basa en realizar cambios incrementales y constantes, lo que resulta en una mejora sostenida a largo plazo (Kaizen Institute, 2023).

En este proyecto, implementar Kaizen puede motivar al personal a participar activamente en la identificación de ineficiencias, generando un sentido de pertenencia hacia el proceso. (Imai, 1986) enfatiza que la filosofía Kaizen fomenta una mentalidad innovadora y adaptable, fundamental para mantener ventajas competitivas sostenibles (Brunet, 2003).

### **1.5.7 5S (Orden y Limpieza)**

La metodología 5S, originada en Japón, se enfoca en organizar y mantener espacios de trabajo eficientes y seguros. (Gapp, 2008) estructura en cinco pasos:

- Seiri (Clasificar): Eliminar lo innecesario.
- Seiton (Ordenar): Organizar los elementos de manera funcional.
- Seiso (Limpiar): Mantener todas las áreas de trabajo libre de cualquier suciedad.
- Seiketsu (Estandarizar): Establecer normas para garantizar el orden.
- Shitsuke (Disciplina): Fomentar el cumplimiento de las reglas establecidas.

La implementación de 5S en este proyecto ayuda a reducir tiempos improductivos relacionados con la búsqueda de herramientas y la limpieza de áreas de trabajo, mejorando tanto la eficiencia como la seguridad. (Osada, 1991) destaca que esta metodología es clave para incrementar la productividad y mantener un entorno laboral óptimo.

## Capítulo 2

### 2. Metodología

#### 2.1 Definición

##### 2.1.1 *Voz del cliente*

Como primer paso para la ejecución del proyecto se identificaron las necesidades y expectativas del cliente. Para esto, se seleccionó la línea de producción #1 por sus elevados costos operativos incluyendo el tiempo de cambio de una unidad de mantenimiento de existencias (SKU) a otro.

En esta primera etapa se identificaron a todos los involucrados en el proceso de cambio y limpieza en la línea de producción #1, tales como:

- Ingeniero de Procesos: responsable de analizar, diseñar y mejorar los procedimientos en la empresa, incluyendo el cambio y limpieza de la línea de producción. Entre sus roles incluye la identificación de cuellos de botella, optimización de tiempos y recursos y garantizar el cumplimiento de estándares. Por tal motivo, la participación del ingeniero es importante, ya que entre sus responsabilidades es asegurar que durante la transición entre producto se mantenga la calidad y a su vez la reducción de costos operativos sin afectar la capacidad del proceso.
- Jefe de Producción: encargado de supervisar la ejecución general del proceso de cambio y limpieza, asegurando de esa manera la disponibilidad de recursos necesarios como personal, herramienta, materiales. Además, es el encargado de asignar la secuencia de cómo se realizan los productos con la finalidad de cumplir el plan de producción

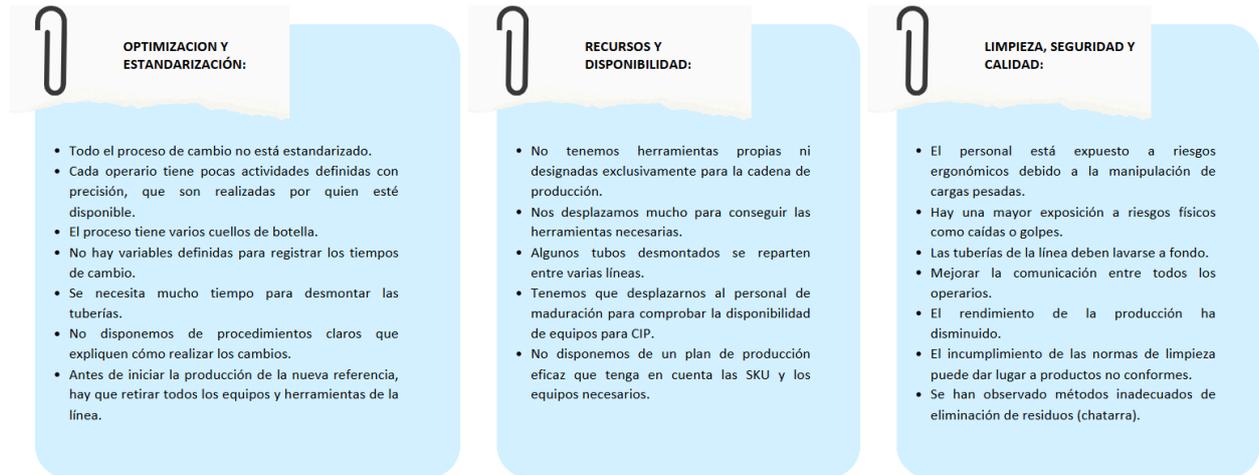
establecido de forma mensual. Su liderazgo en el proyecto es fundamental para alinear objetivos, conocer el proyecto y minimizar el impacto de los cambios.

- **Inspector de Higiene y Sanidad:** es el encargado de garantizar que todas las actividades de cambio y especialmente de limpieza cumplan con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria. Por lo que, su participación es importante para asegurar el cumplimiento de estándares establecidos para todo el proceso de limpieza que se realiza en el cambio de un SKU a otro.
- **Coordinador de Seguridad:** es aquella persona responsable de identificar y prevenir riesgos relacionados con las actividades de cambio y limpieza, con la finalidad de prevenir accidentes y asegurar un ambiente de trabajo seguro, contribuyendo al incremento del desempeño de las tareas asignadas.
- **Operador Líder:** es el personal operativo con mayor experiencia del proceso. También es el encargado de dirigir al equipo operativo en la ejecución de las tareas asignadas. Al ser el operador con mayor experiencia y líder, conoce el día a día del proceso y las posibles alertas que se han presentado, por lo que su participación es importante para conocer mejor el proceso.
- **Operadores de Apoyo:** son los encargados de realizar todas las tareas prácticas como el desmontaje, limpieza y configuración de equipos durante el proceso de cambio de SKU. Es el personal que realiza diariamente las actividades operativas, de esta manera es el personal más capacitado para identificar ineficiencias del proceso y puntos de mejora.

Considerando a todos los involucrados en el proceso, se realizó un diagrama de afinidad (Figura 2) que permita clasificar y agrupar las necesidades y expectativas del cliente.

**Figura 2**

*Diagrama de afinidad de necesidades de los clientes identificados*

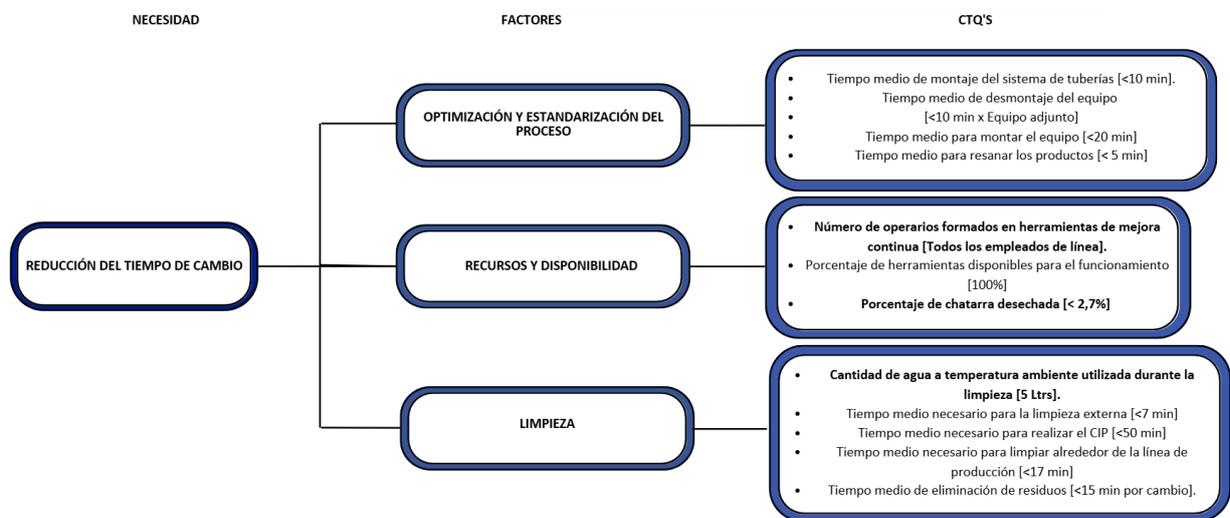


**2.1.2 Críticos de la calidad**

Posterior a la definición de las necesidades de los clientes se procede a traducir/transformar las necesidades en criterios técnicos y en indicadores que permitan controlar aspectos críticos del proceso. Por ese motivo se realizó el CTQ Tree (Figura 3).

**Figura 3**

*CTQ Tree de las necesidades de los clientes*



### **2.1.3 Variable de respuesta**

La variable de respuesta fue el tiempo total de cambio y limpieza de un producto cualquiera hacia el SKUN de interés, ya que los cambios que se realizan hacia este SKUN presentan un elevado tiempo de cambio y limpieza. Este proceso se mide desde el último producto de la corrida anterior hasta el primer producto que cumpla con los estándares de calidad del SKUN de interés, esto se representa en la ecuación 2.1.

$$\sum \text{Tiempo total de cambio de formato}_{A \rightarrow SkuN}; \quad \forall \text{ Sucesión } A \rightarrow SkuN$$

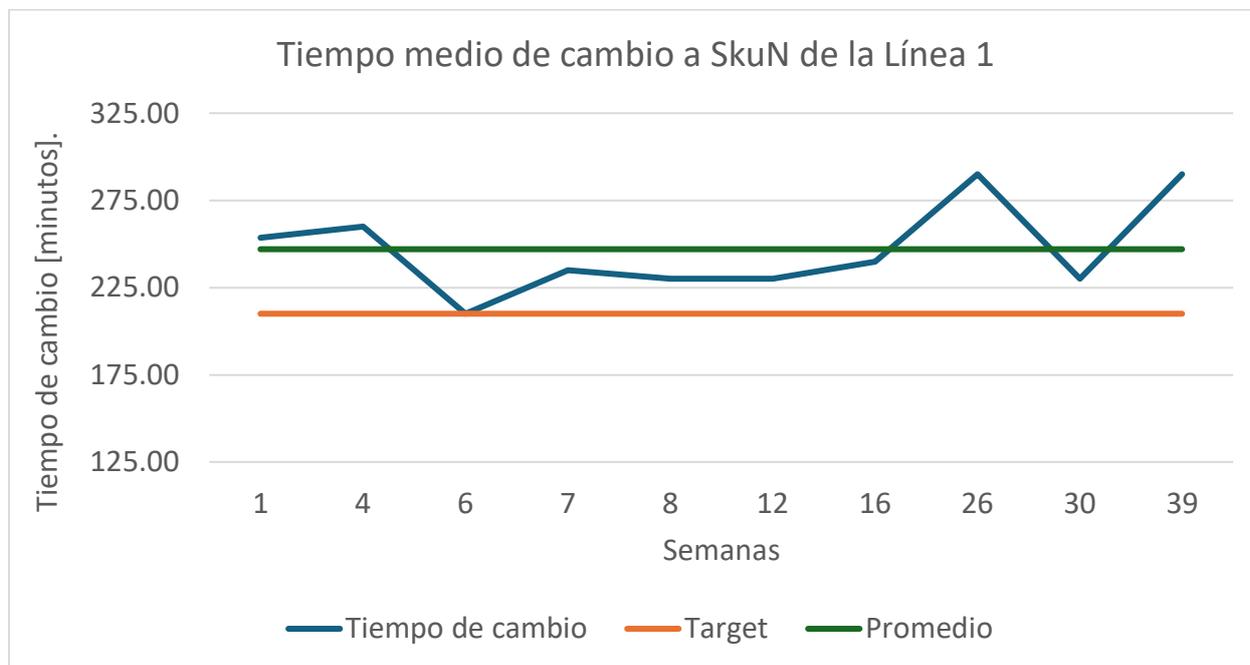
(2.1)

### **2.1.4 Declaración del problema y oportunidad**

De acuerdo con los datos históricos de la Figura 4, se pudo evidenciar que los tiempos de cambio se encuentran por encima del estándar, por ello, la empresa enfrenta elevados tiempos de cambio y limpieza, así como altas frecuencias de cambio en su línea de producción de helados de bote, donde el tiempo promedio es de 246 minutos, superando el estándar de 200 de minutos por cada cambio, lo que genera costos elevados, desde enero hasta agosto del 2024.

**Figura 4**

*Serie de tiempo del tiempo de cambio de formato hacia el SKUN de forma semanal*



En conjunto con el problema se identificó el tiempo mínimo de cambio alcanzado (Tabla 1) desde cualquier SKU hacia el SKUN como benchmark, y a su vez se determinaron 3 diferentes escenarios con la finalidad de disminuir la diferencia entre el benchmark y la media actual.

**Tabla 1**

*Escenarios de definición de objetivos*

Escenario	Porcentaje de reducción del GAP	Objetivo
Optimista	80%	217.40 min
Moderado	45%	230.35 min
Pesimista	25%	237.75 min

Se selecciona el escenario moderado como objetivo para la reducción del tiempo medio de cambio y limpieza, disminuyendo de 247 minutos a 230.35 minutos equivalente al 8% del tiempo medio de cambio.

## 2.2 Medición

### 2.2.1 Mapeo del proceso

En el diagrama de flujo detallado del proceso de cambio (Apéndice A) en conjunto con el diagrama de OTIDA (Apéndice B) se obtiene que las actividades que no agregan valor, pero son necesarias y las actividades que no agregan valor en conjunto representan el 78% de todo el proceso, por lo que se representan buenas oportunidades de mejora del proceso (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Análisis de valor agregado*

Actividad	Frecuencia	Porcentaje
Agrega Valor	8	22.17%
No agrega valor, pero son necesarias	21	61.00%
No agrega valor	12	16.82%

### 2.2.2 Plan de recolección de datos

Con la finalidad de garantizar la toma de datos representativos y relevantes que permita la identificación de problemas en el proceso y la validación de datos, se desarrolló el plan de recolección de datos (Apéndice C).

### 2.2.3 Análisis de confiabilidad de datos recolectados

Esta parte del proceso se realiza con la finalidad de analizar la fiabilidad de los datos históricos proporcionados por la empresa. Como primer paso se determinó un tamaño de muestra a tomar empleando la ecuación 2.2, de esta manera se estableció un tamaño de 14 tiempos de cambios a medir. Posteriormente se estableció un formato para la recolección de datos (Apéndice D) y la técnica de muestreo.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Donde:

*e: margen de error deseado*

*N: tamaño de la población*

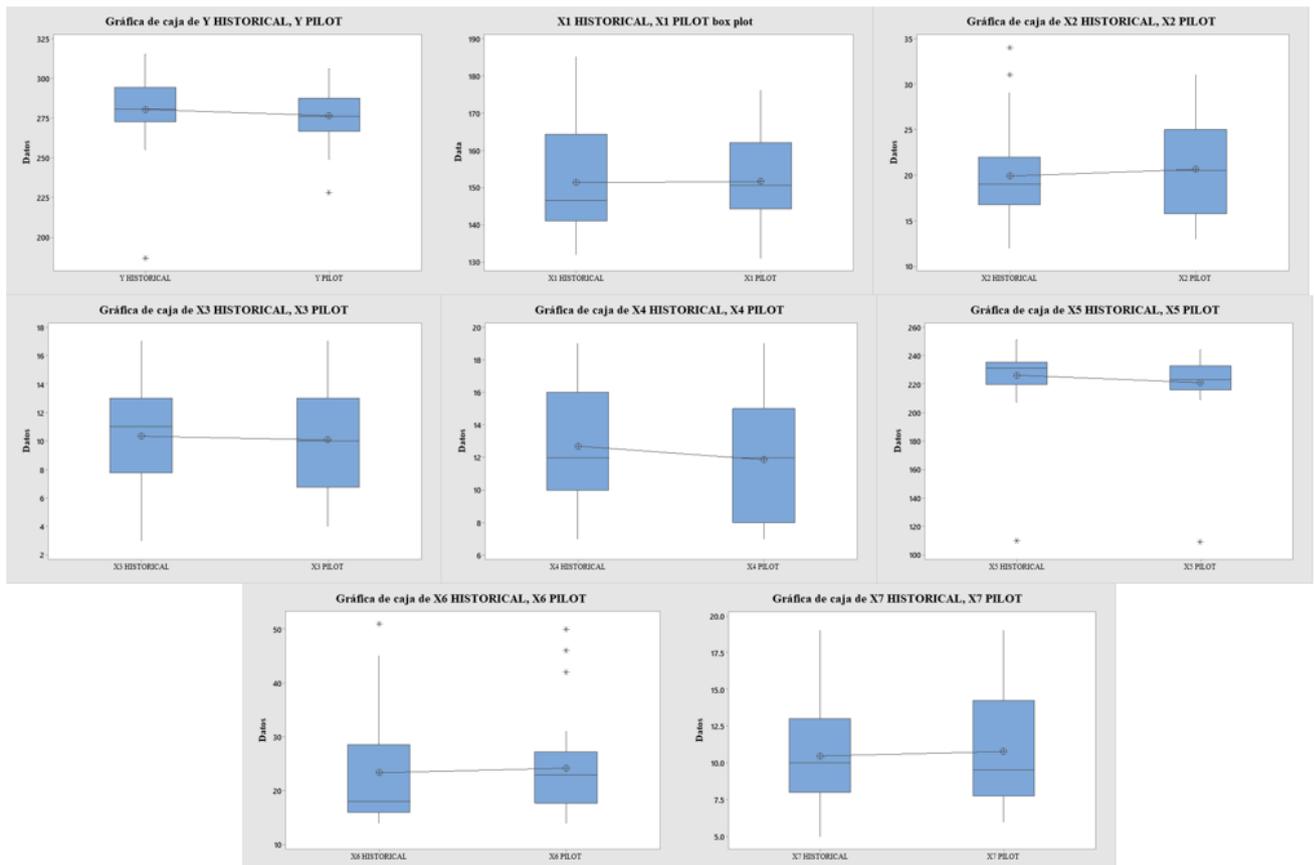
*n: tamaño de muestra*

**(2.2)**

Los tiempos del proceso se recopilaron a través de una medición continua con la ayuda de un cronómetro en cada una de las etapas del proceso, con la finalidad de obtener las horas de inicio y fin de cada actividad realizada para el cambio de SKU. Para realizar el análisis de confiabilidad se agruparon las actividades acordes a las variables de entrada establecidas y se comparó el tiempo de cada variable con el histórico reportado en el sistema. Se realizó una prueba t de dos muestras (Figura 5) para evaluar la existencia de una diferencia significativa entre el dato histórico y la prueba piloto.

**Figura 5**

*Análisis de confiabilidad de data histórica*



Al tener valores p mayores a 0.05 que es el nivel de significancia, se concluye que los datos pilotos no son significativamente diferentes a los datos históricos y por lo tanto son confiables para el análisis real del proceso.

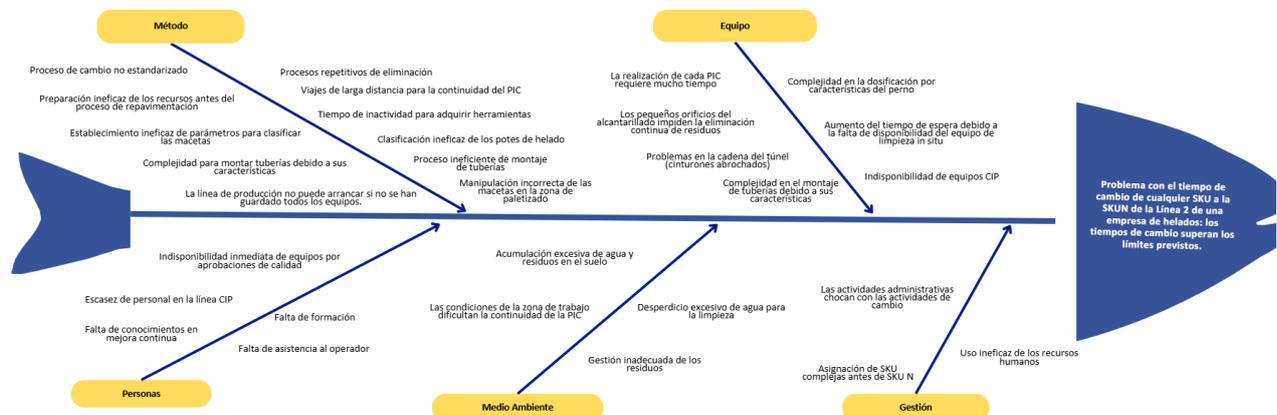
## 2.3 Análisis

### 2.3.1 Ishikawa

Se coordinó una reunión con todo el equipo de la empresa para evaluar las causas potenciales de los elevados tiempos de cambio, los resultados se pueden observar en el siguiente diagrama de Ishikawa (Figura 6).

**Figura 6**

*Diagrama causa – efecto del problema*



### 2.3.2 Matriz Causa – Efecto

Con la finalidad de establecer prioridades de las causas potenciales, se estableció reuniones individuales con todo el personal líder y operadores de la empresa, en las cuales cada uno le asignó un valor de prioridad a cada una de las causas potenciales. En la tabla 3 se puede visualizar la valorización asignada a cada una de las causas, entre ellas el recorrido de largas distancias para la continuidad de la limpieza en el sitio con agua y detergente (CIP), el cual recibió una valoración total de 45 puntos, considerándose, así como un proceso importante.

**Tabla 3***Evaluación a las causas potenciales por cada uno de los involucrados en el proceso*

N	Causas	Ingeniero de Procesos	Jefe de producción	Inspector de higiene y salubridad	Coordinador de seguridad	Operadores	Total
1	Clasificación ineficaz de los potes de helado	9	9	9	9	3	39
2	Proceso ineficiente de montaje de tuberías	9	9	3	3	9	33
3	Complejidad en el montaje de tuberías debido a sus características	9	9	3	3	9	33
4	Falta de asistencia al operador	1	1	0	0	9	11
5	Problemas con la cadena del túnel (correas abrochadas)	1	9	0	0	3	13
6	Procesos repetitivos en la eliminación de residuos	9	9	9	9	3	39
7	Asignación de SKU complejo antes de SKUN	3	9	9	9	9	39
8	Manipulación incorrecta de los potes en la zona de paletizado	3	9	0	0	1	13
9	Preparación ineficaz de los recursos para proceder al resane de potes	1	9	0	0	9	19
10	Acumulación excesiva de agua y desperdicio en el suelo durante todo el cambio	1	3	9	9	0	22
11	Desperdicio excesivo de agua para la limpieza	1	9	9	9	0	28
12	El proceso de resane de tarros de	3	9	9	9	9	39

	helado lleva mucho tiempo.						
13	Paletizado se retrasa en el envío de potes para el resane	1	3	0	0	9	13
14	Los pequeños orificios del alcantarillado impiden la eliminación continua de residuos	0	3	9	9	3	24
15	La línea de producción no puede arrancar si no se han guardado todos los equipos.	3	3	9	9	0	24
16	Proceso de cambio de SKU no estandarizado	9	9	0	0	1	19
17	Establecimiento ineficaz de parámetros para la clasificación de macetas	9	9	0	0	1	19
18	La instalación de tuberías lleva mucho tiempo	9	9	3	0	9	30
19	Las actividades administrativas chocan con las actividades de cambio	1	9	3	1	3	17
20	Uso ineficaz de los recursos humanos	1	3	3	3	3	13
21	La actividad de paletización lleva mucho tiempo	1	3	1	1	1	7
22	Complejidad en el proceso de dosificación de la nata debido a las características de los pernos	3	9	3	9	9	33
23	Viajes de larga distancia para la	9	9	9	9	9	45

	continuidad del CIP						
24	Falta de normalización del proceso de cambio	9	3	3	3	1	19
25	La realización de cada CIP requiere mucho tiempo	9	9	9	9	9	45
26	Viajes de larga distancia y tiempo de inactividad para la adquisición de herramientas	3	3	0	0	9	15
27	Falta de conocimiento del personal en temas de mejora continua	1	9	0	0	0	10
28	Tiempo de inactividad debido a la espera de la aprobación del personal de Calidad	3	9	9	1	3	25
29	Tiempos de espera elevados por falta de personal en la línea CIP	3	9	3	3	9	27
30	Aumento del tiempo de espera debido a la indisponibilidad de equipos para realizar la CIP	9	9	9	9	9	45
31	Falta de formación del personal	3	9	3	3	3	21
32	Gestión inadecuada de los residuos	9	9	9	9	3	39
33	Tiempo de búsqueda de herramientas elevado	3	9	9	9	9	39

### 2.3.3 Verificación de causas

Posterior a la matriz causa – efecto se realizó la verificación de las 7 causas más significativas (Tabla 4) en el tiempo de cambio hacia el SKUN, a través del plan de verificación de causas.

**Tabla 4**

*Plan de verificación de causas*

#	Causa potencial	Teoría del impacto	Cómo verificarlo
1	Aumento del tiempo de espera debido a la falta de disponibilidad de equipos para realizar CIP	Cada CIP dura aproximadamente 50 min, por lo que es el tiempo que la línea de producción debe esperar para la disponibilidad de CIP	Análisis de frecuencia de esta actividad en comparación con el número de CIP realizados.
2	Viajes de larga distancia para la continuidad del CIP	Se realiza aproximadamente 7 actividades de transporte solo para realizar CIP con un tiempo de 5 [min] cada una.	GEMBA: Verificar con qué frecuencia la persona acude al área de maduración para realizar esta actividad que consume mucho tiempo y cuánto tiempo le toma según los datos tomados.
3	La realización de cada CIP requiere mucho tiempo	Una gran parte del tiempo total del cambio de formato se ve influenciada por el tiempo de realizar CIP puesto que el tiempo de CIP total dura en promedio 180 min.	Análisis estadístico: Revise el reporte de tiempo de espera para analizar el porcentaje de tiempo que corresponde al proceso de Cambio de Formato.
4	Asignación de un SKU complejo antes del SKUN	La asignación de SKU complejos requieren el uso de equipos anexos que deben acoplarse a la línea de producción mientras que el SKUN no necesita de dichos equipos anexos.	GEMBA: Analizar la planificación de la producción y realizar una ejecución de prueba siguiendo una secuencia desde cualquier SKU hasta SKUN para verificar si hay alguna diferencia.
5	Tiempos elevados en la actividad de drenaje de desechos	Contar con tres CIP significa que en cada etapa se debe redirigir y limpiar el agua residual, lo que prolonga considerablemente el tiempo de cambio de formato.	GEMBA: Revise el informe de tiempo de transporte para analizar el porcentaje de tiempo que representa esta actividad en el proceso de cambio de formato.

6	El proceso de resane de potes de helado requiere mucho tiempo.	Al recibir el lote de productos a reprocesar se debe clasificar, limpiar, desechar y colocar collarín que representa una gran parte del cambio de formato.	GEMBA: Revisar el reporte de tiempos del proceso de repavimentación para analizar el porcentaje de tiempo que representa esta actividad en el proceso de cambio de formato.
7	Clasificación resane de potes ineficiente	La combinación de potes perforados con potes intactos contamina los que están limpios, lo que provoca la necesidad de realizar un reproceso de limpieza.	GEMBA: Analizar el proceso de clasificación de productos y revisar el estado en el que el paletizador envía los productos a la línea de producción.
8	Tiempo de búsqueda de herramientas elevado	La indisponibilidad de herramientas para la continuidad del proceso provoca que los operadores deban buscarlas por otras zonas del área de producción.	GEMBA: Analizar la situación actual, el proceso para la adquisición de herramientas.

**Causa #1: Aumento del tiempo de espera debido a la falta de disponibilidad de equipos para realizar CIP.** El análisis indica que uno de los factores potenciales que contribuyen al incremento en los tiempos de cambio de formato es la indisponibilidad del equipo para llevar a cabo procedimientos de limpieza en sitio (CIP) (Figura 7).

Primero se llevó a cabo un análisis de varianza para evaluar el nivel de significancia de la causa #1 con respecto a la variable de salida. La hipótesis nula ( $H_0$ ) indica que la falta de disponibilidad del equipo no afecta significativamente al tiempo total de cambio, mientras que la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) menciona que sí existe un impacto significativo. Los resultados muestran un valor  $p = 0.214$ , que excede el umbral típico de significancia estadística ( $\alpha = 0.05$ ). Con base en este resultado, se rechaza  $H_0$ , concluyendo que la indisponibilidad del equipo no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el tiempo de cambio.

Por lo tanto, se concluye que la indisponibilidad del equipo utilizado para el proceso CIP no representa significativamente en los tiempos de cambio, esto puede justificarse por el hecho de que no es un evento que ocurra con mucha frecuencia a lo largo del año (Figura 8).

**Figura 7**

*Operador enviando CIP*



**Figura 8**

*Porcentaje representativo de la causa 1*



**Causa #2: Viajes de larga distancia para la continuidad del CIP.** Esta causa se refiere a la distancia que los operarios deben recorrer para llevar a cabo el proceso de limpieza en el lugar (CIP) en diferentes áreas de la planta. La logística y disposición física contribuyen al tiempo adicional requerido para completar el proceso.

El análisis de varianza muestra un valor  $p = 0.001$ , que es menor a 0.05. Esto indica que existe una relación estadísticamente significativa entre el desplazamiento prolongado y el tiempo total de cambio.

El tiempo perdido debido al desplazamiento impacta de manera considerable el flujo de trabajo, prolongando los tiempos de cambio entre SKU ya que es una actividad repetitiva.

**Causa #3: La realización de cada CIP requiere mucho tiempo.** Cada proceso de CIP demanda un tiempo considerable, debido a la complejidad de las etapas necesarias para garantizar la limpieza y esterilización.

Para el análisis estadístico de varianza, el valor  $p = 0.024$ , menor a 0.05, indica que el tiempo requerido para cada CIP tiene un impacto significativo en el tiempo total de cambio.

La duración del CIP afecta directamente la eficiencia operativa, extendiendo los tiempos de cambio y reduciendo la capacidad de producción.

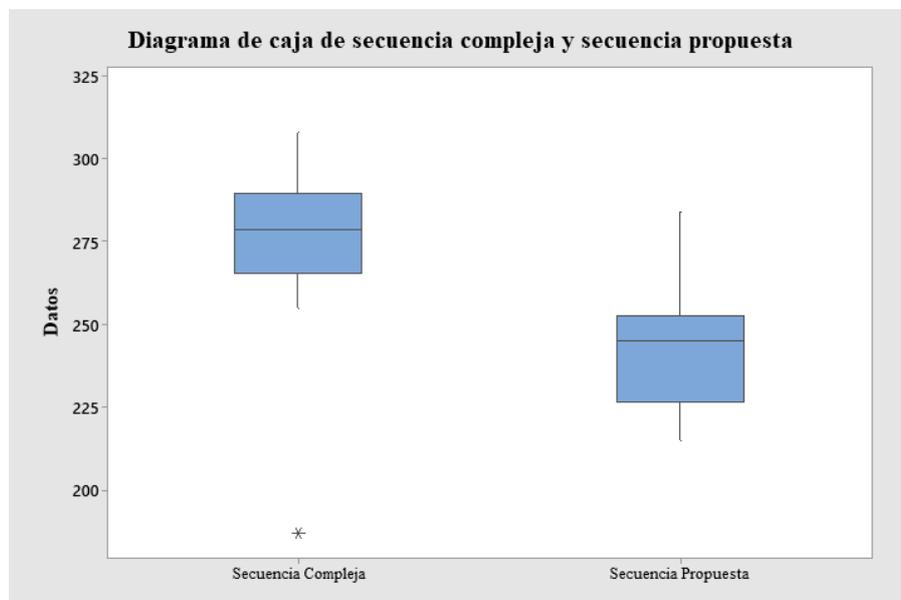
**Causa #4: Asignación de un SKU complejo antes del SKUN.** Los SKU's que se realizan en la línea de producción se los clasifica en dos categorías: aquellos que requieren máquinas adicionales y aquellos que no. Las máquinas adicionales se utilizan para aplicar toppings, coberturas de chocolate o marmoleado. Sin embargo, la producción del SKUN pertenece a la categoría de "sin máquinas adicionales". Por lo tanto, si se cambia de un SKU que utiliza estas máquinas adicionales a uno que no, como el SKUN, es necesario limpiar y guardar dichas máquinas en el cuarto de procedimiento operativo estándar (SOP) antes de iniciar la producción, lo que aumenta el tiempo del proceso (Figura 9).

Para el análisis estadístico de varianza, el valor  $p = 0.014$ , menor a 0.05, indica que el tiempo requerido para cada CIP tiene un impacto significativo en el tiempo total de cambio.

La duración del CIP afecta directamente la eficiencia operativa, extendiendo los tiempos de cambio y reduciendo la capacidad de producción. (Figura 10).

**Figura 9**

*Gráfica comparativa del tiempo de cambio actual y con secuencia nueva*



**Figura 10**

*Secuencia actual vs Secuencia propuesta*



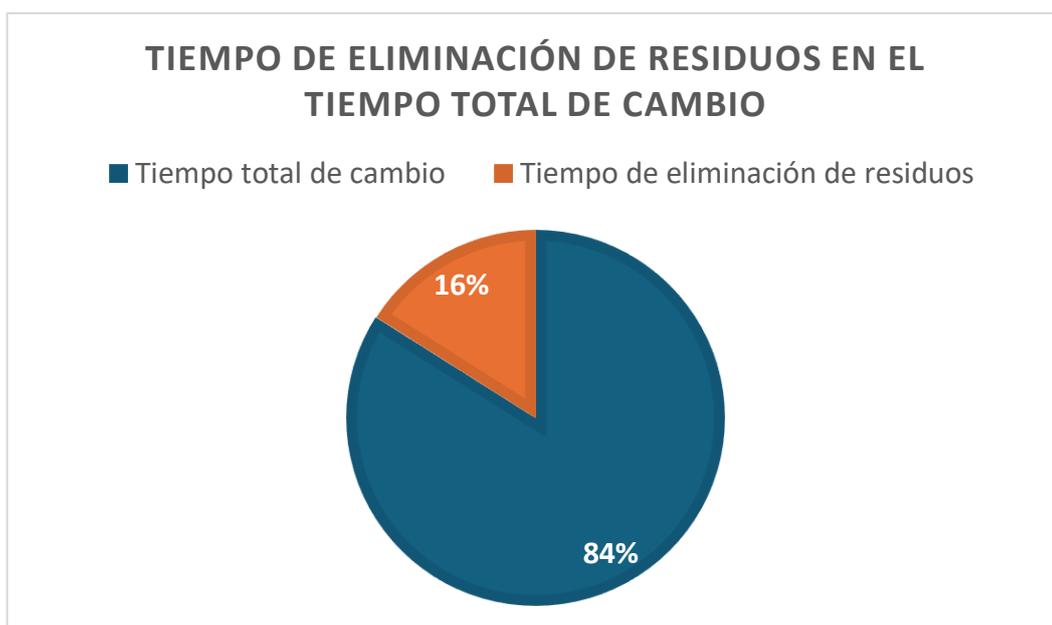
**Causa #5: Tiempos elevados en la actividad de drenaje de desechos.** Esta causa aborda el tiempo necesario para eliminar desechos durante el cambio de SKU. La acumulación y la disposición ineficiente de desechos representan un obstáculo importante en la fluidez del proceso.

El análisis de varianza presenta un valor  $p = 0.002$ , lo que confirma que existe una relación estadísticamente significativa entre el tiempo de eliminación de desechos y el tiempo total de cambio.

El proceso de eliminación de desechos impacta significativamente en la duración del cambio, afectando la productividad (Figura 11).

### Figura 11

*Porcentaje representativo de la causa 5*



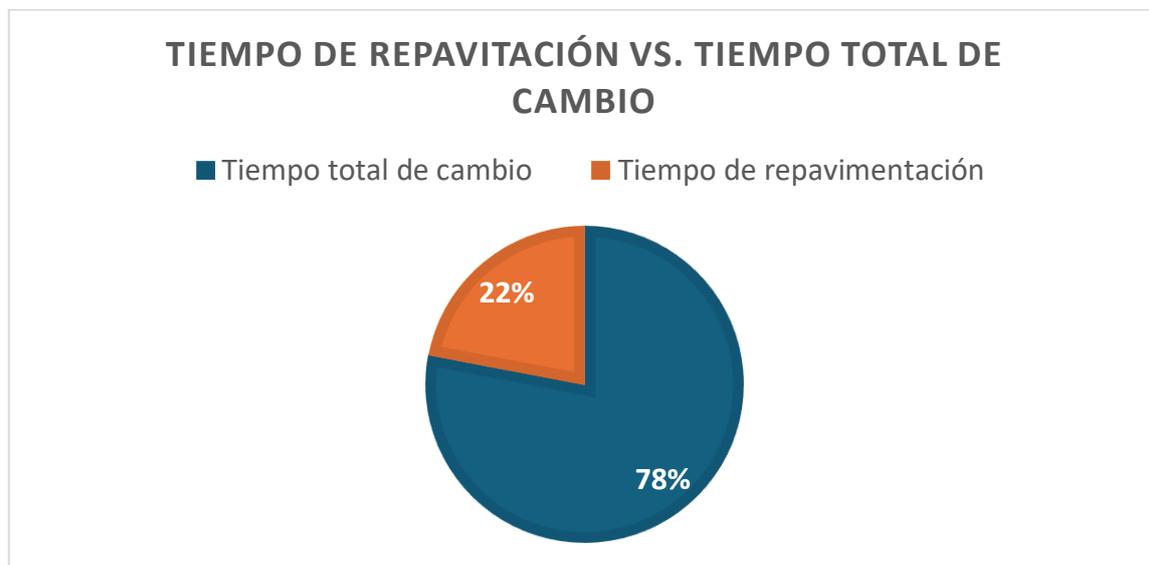
**Causa #6: El proceso de resane de pots de helado requiere mucho tiempo.** La limpieza y reacondicionamiento de los envases de helado para reutilización prolongan los tiempos operativos en cada cambio de SKU (Figura 12).

Para el análisis estadístico de varianza, el valor  $p = 0.035$  obtenido es menor que 0.05, indicando una relación estadísticamente significativa entre el tiempo requerido para reproceso y el tiempo total de cambio.

El proceso de reacondicionamiento alarga los tiempos de cambio, impactando negativamente al tiempo total de cambio de formato.

**Figura 12**

*Porcentaje representativo de la causa 6*

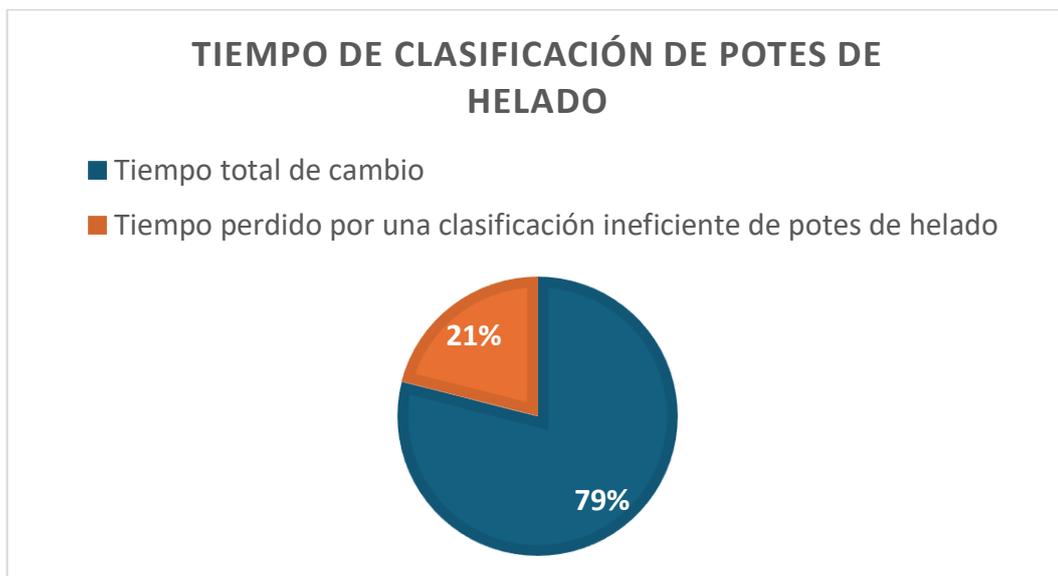


**Causa #7: Clasificación resane de potes ineficiente.** Al momento en que los potes llegan al área destinada a su embalaje, se procede a clasificar los potes en buen estado de aquellos que requieren un reproceso. En la actualidad, no existe un control adecuado de esta actividad, lo cual conlleva a la mezcla de potes perforados con potes intactos, contaminando así los que se encontraban limpios. Este problema genera la necesidad de realizar un reproceso de limpieza.

En cuanto al análisis estadístico de varianza, el valor  $p = 0.047$ , el cual es menor que 0.05. Esto indica que existe una relación estadísticamente significativa entre el tiempo requerido para limpiar y reclasificar los potes y el tiempo total de cambio (Figura 13).

**Figura 13**

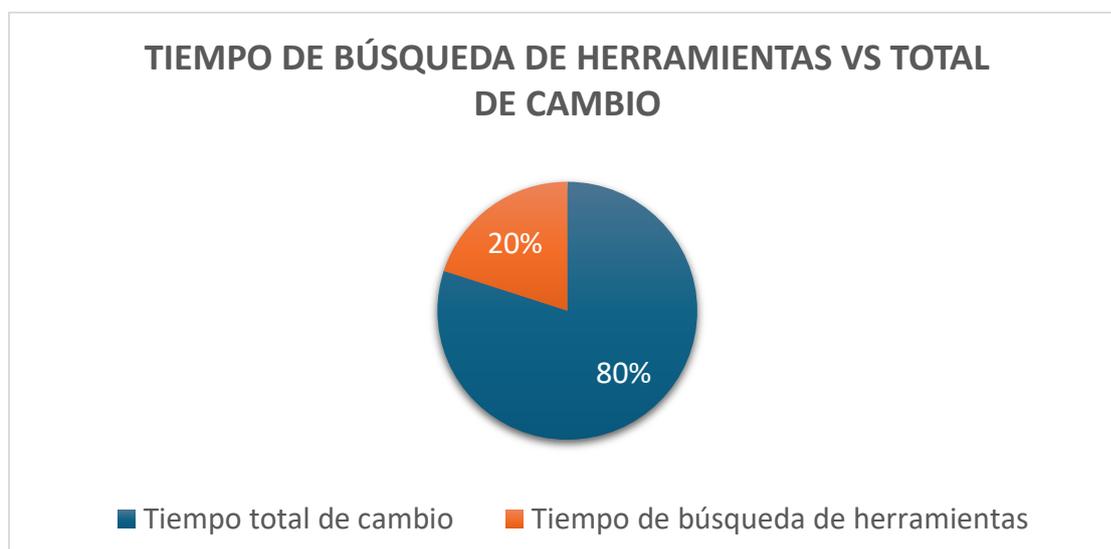
*Porcentaje representativo de la causa 7*



**Causa #8: Tiempo de búsqueda de herramientas elevado.** Durante el proceso de cambio los operadores deben hacer uso de diversas herramientas para actividades parte del proceso, sin embargo, en la actualidad no existe un control de las herramientas, ya que los operadores tienden a recorrer largas distancias para buscar las herramientas necesarias y continuar con sus actividades. Esta causa representa un 20% de todo el tiempo de cambio (Figura 14), por lo que se considera de gran importancia, ya que esta causa genera retrasos en otras partes del proceso general.

**Figura 14**

*Porcentaje representativo de la causa 8*



A continuación, se presenta en la Tabla 5 el resumen de cada una de las causas:

**Tabla 5**

*Resultados obtenidos por cada una de las causas potenciales*

Número de causa potencial	¿La causa potencial afecta a la variable de salida Y?
1	No afecta
2	Si afecta
3	Si afecta
4	Si afecta
5	Si afecta
6	Si afecta
7	Si afecta
8	Si afecta

#### 2.3.4 *Análisis de causa raíz*

Se utilizó el método de los 5 porqué (Tabla 6) para validar y analizar las causas, con el objetivo de identificar la causa raíz de cada una de las causas.

**Tabla 6**

*Análisis de los 5 porqué de las causas verificadas*

Problema	Causa Verificada	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
¿Por qué el tiempo de cambio de formato es alto?	Viajes de larga distancia para la continuidad del CIP.	Porque el personal debe acercarse al área de maduración para solicitar el CIP, deteniendo el CIP un total de 3 veces.	Porque no utilizan su radio para comunicarse a largas distancias.	Poca cultura de llevarlo consigo en todo momento.

<p>La ejecución del proceso CIP toma una gran parte del tiempo del cambio de formato.</p>	<p>Porque el sistema CIP solo puede operar a través de un conducto, mientras que el SKUN requiere 3 CIP's.</p>	<p>Porque el sistema fue diseñado de esa manera.</p>
<p>Asignación de SKU compleja antes de SKUN.</p>	<p>El planificador asigna según el requisito de casi exacto de la planificación general.</p>	<p>El planificador de producción tiene inconvenientes para traducir los requisitos del cliente en la mejor secuencia para la producción.</p>
<p>Tiempos elevados en la actividad de drenaje de desechos.</p>	<p>Porque dejan caer el agua al piso para luego dirigirla hacia el desagüe.</p>	<p>Porque así aprovechan el agua con detergente para limpiar el piso. Porque el piso no tiene un desnivel para que se dirija hacia el desagüe.</p>
<p>El proceso de resane de los pots de helado es laborioso.</p>	<p>Porque los operarios arrojan los productos en una caja, lo que provoca un mayor deterioro del producto.</p>	<p>Porque les resulta más fácil y rápido terminarlo de dicha forma.</p>

Clasificación ineficiente de recipientes.	Porque los recipientes con agujeros contaminan aquellos con solo golpes leves	Porque el contenedor en el que se colocan lo consideran más práctico y rápido	
Tiempo de búsqueda de herramientas elevado	Porque las herramientas no están organizadas ni tienen ubicación fija	Porque el almacenamiento actual no facilita el acceso rápido	Porque todos los operadores tienen acceso al mismo almacenamiento de herramientas

### 2.3.5 Acciones de mejora

Como último paso se puede observar en la Tabla 7 un resumen de las causas raíz encontradas y cuáles serían las acciones de mejora que podrían tomarse por cada causa descubierta.

**Tabla 7**

*Acciones de mejora de las causas raíz encontradas*

CAUSA VERIFICADA	CAUSA RAÍZ	MEDIDAS DE MEJORA
Viajes de larga distancia para la continuidad del CIP	Poca cultura de llevarlo consigo en todo momento	1. Aplicar las políticas de uso de la radio en la norma de la empresa. 2. Crear e implementar una aplicación que facilite la comunicación entre operadores para el proceso CIP.
La realización de cada CIP requiere mucho tiempo	Porque el sistema fue diseñado de esa manera.	Reorganización de las actividades en el proceso CIP.
Asignación de SKU complejo antes de SKUN	El planificador de la producción tiene dificultades para traducir los requisitos del cliente en la mejor secuencia para la producción.	Proporcionar una secuencia eficaz para realizar la planificación de la producción
Tiempos elevados en la actividad de drenaje de desechos.	Porque así aprovechan el agua con detergente para limpiar el suelo.	1. Agrupar toda la basura en el mismo cubo para su posterior eliminación durante la producción

	Porque el suelo no tiene pendiente para llegar al desagüe.	del SKUN. 2. Añadir 2 conductos para la eliminación de residuos. 3. Estandarizar los procesos de forma documental.
El proceso de resane de tarros de helado lleva mucho tiempo.	Porque les resulta más fácil y rápido terminarlo de dicha forma.	1. Aplicar la separación en cajas 2. Solicitar el envío del producto a resanar en la segunda parte del proceso de producción. 3. Estandarizar los procesos de forma documental.
Clasificación ineficiente de recipientes.	Porque el contenedor en el que se colocan lo consideran más práctico y rápido	1. Instale una caja de herramientas junto al equipo que hará uso de la herramienta. 2. Proporcionar herramientas personales a cada turno. 3. Implementar las 5S para crear una cultura del orden.
Tiempo de búsqueda de herramientas elevado	Todos los operadores tienen acceso al mismo almacenamiento de herramientas	

## 2.4 Mejora

### 2.4.1 Soluciones Propuestas

Como parte del proyecto se presentaron alternativas de solución en la Tabla 7, con la finalidad de mejorar el proceso de cambio de cualquier SKU al SKUN en la línea de producción 1.

Una vez establecidas las posibles propuestas, se llevó a cabo una reunión con el jefe de producción, supervisor de producción y operadores, para seleccionar las mejores soluciones que se ejecutaran. En la Tabla 8 se refleja los resultados de las valorizaciones con el equipo de la empresa.

**Tabla 8**

*Matriz de priorización de soluciones*

Soluciones Propuestas	Inversión	Tiempo de Implementación	Tiempo de capacitación	Impacto	Total
Causa Raíz 1					
<b>Aplicar las políticas de uso de la radio en la norma de la empresa.</b>	3	3	3	3	12

Crear e implementar una aplicación que facilite la comunicación entre operadores para el proceso CIP.	2	2	1	3	8
Causa Raíz 2					
<b>Reorganización de las actividades en el proceso CIP.</b>	3	2	3	3	11
Causa Raíz 3					
Proporcionar una secuencia eficaz para realizar la planificación de la producción	2	1	2	3	8
Causa Raíz 4 y 5					
Agrupar toda la basura en el mismo cubo para su posterior eliminación durante la producción del SKUN.	2	3	2	2	9
Añadir 2 conductos para la eliminación de residuos.	1	1	1	3	6
Estandarizar los procesos de forma documental.	3	1	1	2	7
Causa Raíz 6 y 7					
Aplicar la separación en cajas	2	2	2	3	9
<b>Solicitar el envío del producto a resanar en la segunda parte del proceso de producción.</b>	3	3	3	2	11
Estandarizar los procesos de forma documental.	3	1	1	2	7
Causa Raíz 8					
<b>Instale una caja de herramientas junto al equipo</b>	3	3	3	2	11

<b>que hará uso de la herramienta.</b>					
Proporcionar herramientas personales a cada turno.	1	3	2	2	8
Implementar las 5S para crear una cultura del orden.	2	1	1	3	7

De esta manera se observa que se han seleccionado un total de 4 soluciones, tales como la **solicitud del resane de producto durante el proceso de producción, establecimiento de políticas de uso de radios como norma de la empresa, reorganización de actividades en el proceso CIP e instalación de una caja de herramientas.**

#### 2.4.2 Implementación

Para la implementación de las soluciones se seguirá el plan establecido de la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Plan de implementación de soluciones*

Solución	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Cuándo?	Responsable
Solicitar el resane de producto durante el proceso de producción	Para reducir el tiempo improductivo generado al realizar retrabajo durante el cambio de SKU. Además, para evitar problemas adicionales por daño del producto	Separar la actividad de retrabajo del tiempo de cambio y realizarlo durante la producción.	En la línea de producción	18 de Nov	Equipo de producción y operadores a cargo

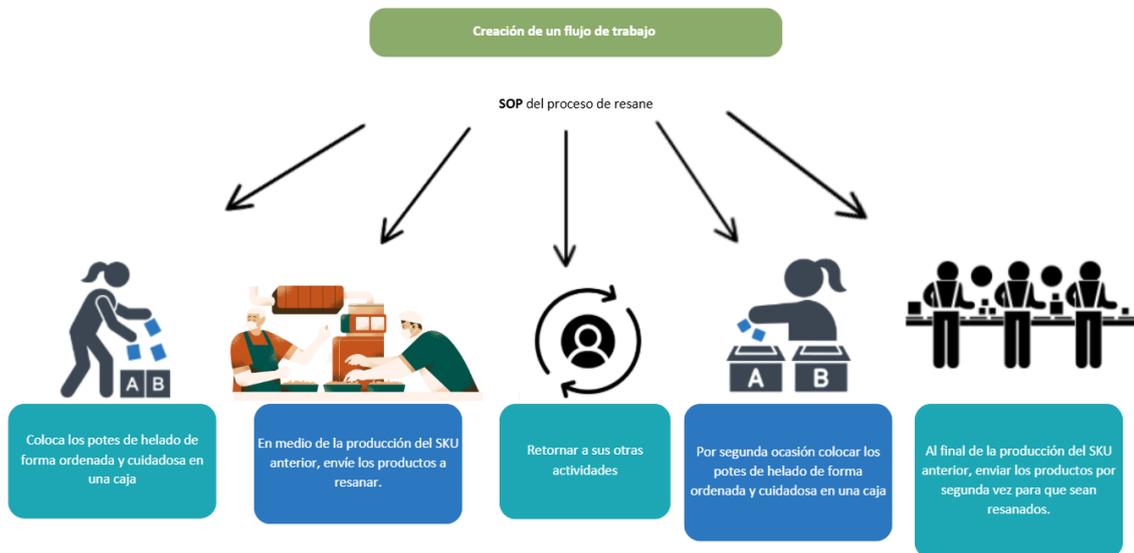
	debido al inadecuado manejo.				
Establecimiento de políticas de uso de radios como norma de la empresa	Para evitar viajes innecesarios y reducir el tiempo de inactividad que ocurre durante el proceso CIP debido a la falta de comunicación eficiente	Implementar políticas claras sobre el uso obligatorio de radios, capacitando al personal sobre el uso correcto y monitoreo del cumplimiento.	En la línea de producción y área de maduración	2 de Dic	Equipo de operaciones y supervisores
Reorganización de actividades en el proceso CIP	Para reducir el tiempo de inactividad durante el cambio de SKU, optimizando el proceso de limpieza (CIP).	Realizando un análisis detallado del proceso CIP para identificar las actividades que se pueden realizar fuera del tiempo de cambio.	En el área del CIP, línea de producción y maduración	1 de Nov	Producción, supervisores de mantenimiento y operadores
Instalación de una caja de herramientas	Para reducir el tiempo perdido por los operadores por la	Instalar una caja de herramientas cerca del equipo con herramientas	A lado del equipo de operadores	3 de Nov	Equipo de mantenimiento y producción

	búsqueda de herramientas y a su vez mejorar la disponibilidad de estas.	necesarias para la operación.			
--	---	-------------------------------	--	--	--

**Solución #1 Solicitar el resane de producto durante el proceso de producción.** La solución consiste en realizar la mayor parte del proceso de resane de potes de helado durante el proceso de producción de este, por lo que a mitad de la producción el tercer operador solicita para resanar la mayor cantidad de producto y el mismo proceso lo debe realizar al final de la producción, el cual se contabiliza como parte del tiempo de cambio. El flujo del nuevo proceso se puede visualizar en la Figura 15.

**Figura 15**

*SOP del proceso de resane de potes de helado*



La actividad se debe realizar en dos partes, con la cual se busca abarcar la mayor cantidad del proceso de resane durante la producción, para de esa manera minimizar el tiempo del proceso de cambio.

**Solución #2 Establecimiento de políticas de uso de radios como norma de la empresa.** A través de la herramienta Mapa de empatía (Apéndice E) se identificó los motivos por los cuales los operadores no utilizan las radios proporcionadas. Posteriormente, se estableció nuevas normas (Apéndice F) referente al uso obligatorio de las radios para agilizar la

comunicación entre operadores. Finalmente, se capacitó a todos los operadores referente al uso óptimo de radios y políticas que regulan su uso diario, tal como se muestra en la (Figura 16).

**Figura 16**

*Capacitación a operadores del uso óptimo de radios*



**Solución #3 Reorganización de actividades en el proceso CIP.** Como parte de las soluciones propuestas y en orientación con la metodología Lean, se propuso la externalización de actividades para reorganizarlas de forma más eficiente y de esa manera agilizar el proceso de cambio de cualquier SKU al SKUN. El análisis de las actividades para esta propuesta de solución se puede observar en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Análisis de actividades para la externalización de SMED*

N°		Actividades	Tiempo Estándar (min)	Interna	Externa
1	Tercero	Camina y solicita material de resane	9		
2	Tercero	Clasifica y realiza resane de los PT	165	x	x
3	Tercero	Desecha los collarines sobrantes	2,76		x
4	Tercero	Recolecta MP sobrante	12	x	
5	Tercero	Envía MP sobrante a bodega	11		x
6	Ayudante	Limpieza externa de bandas transp.	9,67	x	
7	Ayudante	Limpieza de bandas en dosificación	11	x	

8	Ayudante	Limpieza externa de línea de producción	12,65	x	
9	Ayudante	Limpia tuberías extraídas del cuarto de SOP	5		x
10	Ayudante	Busca herramienta para desmontar tuberías	9		x
11	Tercero y ayudante	Desconecta tubería1	1,5	x	
12	Tercero y ayudante	Desconecta tubería2	1,5	x	
13	Tercero	Desecha scrap posterior a limpieza	9,6		x
14	Tercero	Busca herramientas	7	x	
15	Ayudante	Desarma y limpia Equipo Anexo1	21		
16	Ayudante	Desarma y limpia Equipo Anexo2	19		
17	Ayudante	Desarma y limpia Equipo Anexo3	17		
18	Ayudante	Guarda equipos en COP	11		
19	Ayudante	Busca tuberías de dosificación	8		x
20	Ayudante	En caso de no haber, busca en otra área	5		x
21	Ayudante	Instala tubería de dosificación	8,9	x	
22	Líder	Solicita Agua a temperatura ambiente	2,42		x
23	Líder	Envía agua a temperatura ambiente	1		x
24	Líder	Inspecciona limpieza	0,2		x
25	Líder	Solicita stop de Agua a temperatura ambiente	0,15		x
26	Líder	Camina hacia maduración	2,5		x
27	Líder	Solicita SIP	1		x
28	Líder	Espera a Mandar SIP	44		x
29	Líder	Camina y solicita STOP de SIP	5,8		x
30	Líder	Solicita enjuague	1		x
31	Líder	Para SIP	0,7		x
32	Líder	Busca envase esterilizado	1,4		x
33	Líder	Toma muestra de agua	0,2		x

34	Líder	En caso de que no haya debe ir a bodega	1,7		x
35	Líder	Camina hacia Lab. Calidad	2,8		x
36	Lab Calidad	Realiza prueba de Ph	14,9		x
37	Ayudante	Busca herramientas	3,98	x	
38	Ayudante	Realiza montaje de tuberías	11,42	x	
39	Ayudante	Realiza montaje de boquilla	16,8	x	
40	Líder	Realiza check list de arranque	3,4	x	
41	Líder	Realiza ajuste de equipo manual	10,7	x	
42	Ayudante	Va a ver material en bodega	7		x
43	Op. Bodega	Espera a que llegue el operador de bodega con el material	10		
44	Ayudante	Rellena cinta del collarín	9,01	x	
45	Líder	Hala crema para que no haya agua	7	x	
46	Líder	Primeras pruebas	21	x	

Acorde a la clasificación de actividades en internas y externas se procedió a evaluar en conjunto con el jefe de producción y operadores si existe alguna forma de realizar o preparar las tareas externamente antes del proceso de cambio, tal como se puede observar en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Análisis de actividades externas*

N		Actividades	Externa	¿Se puede realizar?
2	Tercero	Clasifica y realiza resane de los PT	x	Si
3	Tercero	Desecha los collarines sobrantes	x	Si
5	Tercero	Envía MP sobrante a bodega	x	Si
9	Ayudante	Limpia tuberías extraídas del cuarto de SOP	x	Si
10	Ayudante	Busca herramienta para desmontar tuberías	x	Si
13	Tercero	Desecha scrap posterior a limpieza	x	Si
19	Ayudante	Busca tuberías de dosificación	x	Si
20	Ayudante	En caso de no haber, busca en otra área	x	Si
22	Líder	Solicita Agua a temperatura ambiente	x	Si
23	Líder	Envía agua a temperatura ambiente	x	No
24	Líder	Inspecciona limpieza	x	Si
25	Líder	Solicita stop de Agua a temperatura ambiente	x	Si

26	Líder	Camina hacia maduración	x	Si
27	Líder	Solicita SIP	x	Si
28	Líder	Espera a Mandar SIP	x	Si
29	Líder	Camina y solicita STOP de SIP	x	Si
30	Líder	Solicita enguaje	x	Si
31	Líder	Para SIP	x	No
32	Líder	Busca envase esterilizado	x	Si
33	Líder	Toma muestra de agua	x	No
34	Líder	En caso de que no haya debe ir a bodega	x	No
35	Líder	Camina hacia Lab. Calidad	x	Si
36	Lab Calidad	Realiza prueba de Ph	x	No
42	Ayudante	Va a ver material en bodega	x	Si

**Solución #4 Instalación de una caja de herramientas.** Se cambio la ubicación y el casillero utilizado para guardar herramientas por un cajetín de herramientas más practica y posicionada en un lugar más cercano a la línea de producción. En la Figura 17 se puede observar la nueva caja de herramientas.

**Figura 17**

*Cambio de caja de herramientas*



## 2.5 Control

### 2.5.1 Plan de Control

Posterior a la implementación de las soluciones establecidas, es fundamental que las soluciones se mantengan en el tiempo, para ello se debe establecer estrategias, registros o recursos que permitan controlar su cumplimiento y su ejecución eficiente. Por tal motivo, se

define un plan de control para monitorear constantemente el proceso, este plan se encuentra detallado en la Tabla 12.

**Tabla 12**

*Plan de control de soluciones*

Solicitar el resane de producto durante el proceso de producción	
¿Qué?	Verificación de los indicadores de tiempo de cambio para validar el cumplimiento de las actividades establecidas
¿Cómo?	Realizar reuniones diarias con el operador para analizar los indicadores
¿Cuándo?	Martes, miércoles, jueves y viernes
¿Quién?	Ingeniero de procesos, operador líder, calidad, seguridad.
¿Dónde?	En la línea de producción 1
Establecimiento de políticas de uso de radios como norma de la empresa	
¿Qué?	Verificación de los indicadores de tiempo de cambio para validar el cumplimiento de las actividades establecidas
¿Cómo?	Realizar reuniones diarias con el operador para analizar los indicadores
¿Cuándo?	Martes, miércoles, jueves y viernes
¿Quién?	Ingeniero de procesos, operador líder, calidad, seguridad.
¿Dónde?	En la línea de producción 1
Reorganización de actividades en el proceso CIP	
¿Qué?	Verificación de los indicadores de tiempo de cambio para validar el cumplimiento de las actividades establecidas
¿Cómo?	Realizar reuniones diarias con el operador para analizar los indicadores
¿Cuándo?	Martes, miércoles, jueves y viernes

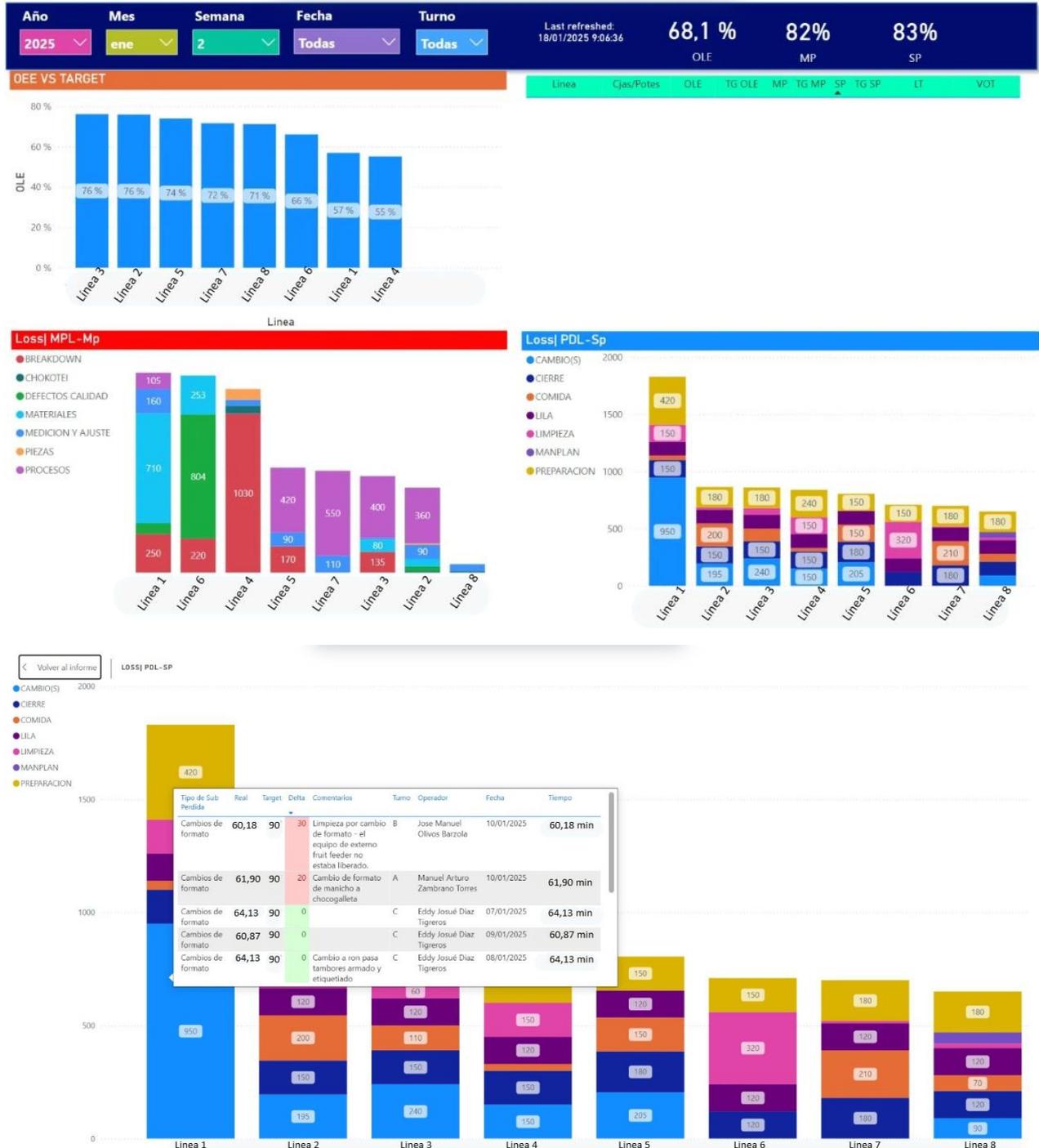
¿Quién?	Ingeniero de procesos, operador líder, calidad, seguridad.
¿Dónde?	En la línea de producción 1
Instalación de una caja de herramientas	
¿Qué?	Verificación de los indicadores de tiempo de cambio para validar el cumplimiento de las actividades establecidas
¿Cómo?	Realizar reuniones diarias con el operador para analizar los indicadores
¿Cuándo?	Martes, miércoles, jueves y viernes
¿Quién?	Ingeniero de procesos, operador líder, calidad, seguridad.
¿Dónde?	En la línea de producción 1

### **2.5.2 Control Visual**

Como parte del control se hace uso diario de los indicadores a través de graficas visuales (Figura 18) que permite obtener una retroalimentación inmediata e identificar con mayor rapidez como se desarrolla el proceso o si existen variaciones.

**Figura 18**

*Tablero de indicadores para control visual*

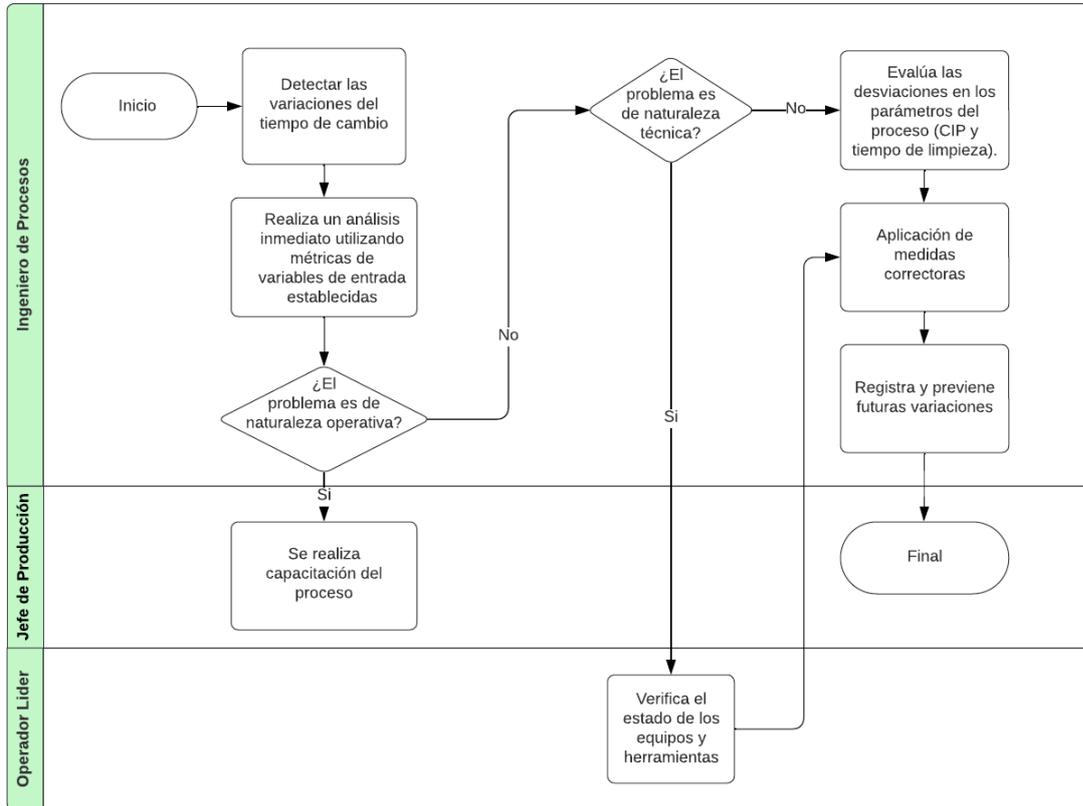


**2.5.3 Plan de reacción**

En casos de que se detecten variaciones en los tiempos de cambio reportados, se debe disponer de un plan de reacción (Figura 19) para saber cómo actuar en esos casos y a su vez mantener el proceso en control.

**Figura 19**

*Plan de reacción del proceso de cambio*



## Capítulo 3

### 3. Resultados y análisis

El proyecto entra en la categoría de “proyecto de ahorro” dentro de las normas de la empresa. Además, se centra en la implementación de mejoras administrativas con el objetivo de eliminar las restricciones relacionadas con la inversión. Por medio de la optimización de procesos y la eficiente gestión de los recursos disponibles, se espera maximizar la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto, garantizando así su viabilidad a largo plazo sin la necesidad de grandes desembolsos financieros iniciales.

**Tabla 13**

*Análisis de los costos incurridos en el proyecto*

Solución	Costo de Mano de Obra [\$]	Costo de Insumos [\$]	Costo Totales [\$]	Reducción del tiempo [Horas]/[año]	Insumos [Agua, Detergente]	Ahorro estimado total [\$/[año]
Solicitar el envío del producto a reparar en la segunda parte del proceso productivo.	\$0	\$0	\$0	45	0	\$675
Aplicar las políticas de uso de radio en el estándar de la empresa.	\$60	\$0	\$60	10,16	0	\$320

Clasificación de actividades internas y externas del proceso CIP (SMED)	\$250	\$1450	\$1700	140	6085 m3	\$6736,2
Instalación de bolsillo de herramientas para cambio rápido	\$60	\$300	\$300	16,5	0	\$525

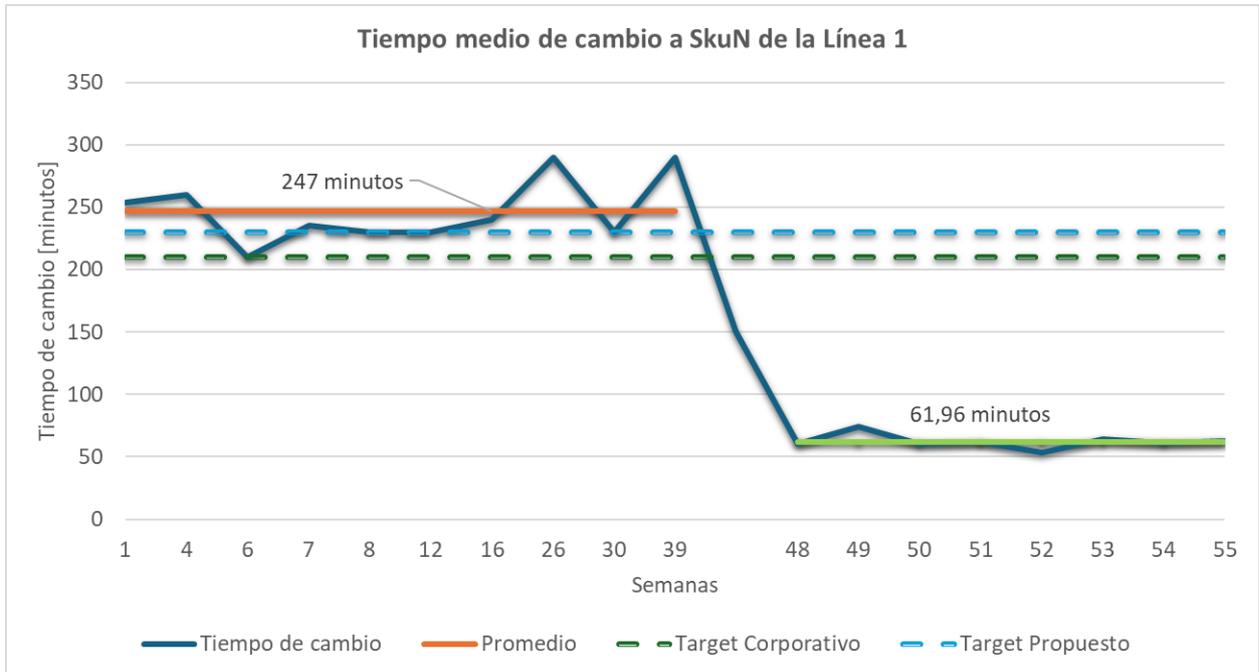
Al analizar la Tabla 13, se concluyó que la clasificación de actividades internas y externas del proceso CIP (SMED) fue la más significativa. Aunque tuvo un costo total de \$1,700, esta iniciativa permitió reducir 140 horas al año y ahorrar \$6,736.2 anuales, además de disminuir el uso de insumos como agua y detergente en 6,085 m<sup>3</sup>. Comparado con otras soluciones, esta opción ofreció el mayor impacto en términos de ahorro y eficiencia.

**3.1 Tiempo de limpieza y cambio de formato semanal**

De acuerdo con los datos históricos de la Figura 20, muestra la línea de tiempo de los tiempos de limpieza y cambio de formato obtenidos desde la semana 48 hasta la semana 52 del 2024, donde se puede evidenciar el promedio del tiempo anterior de 247 minutos frente al promedio después de las mejoras aplicadas de 61,96 minutos, de igual manera se puede visualizar la mejora en la Figura 21.

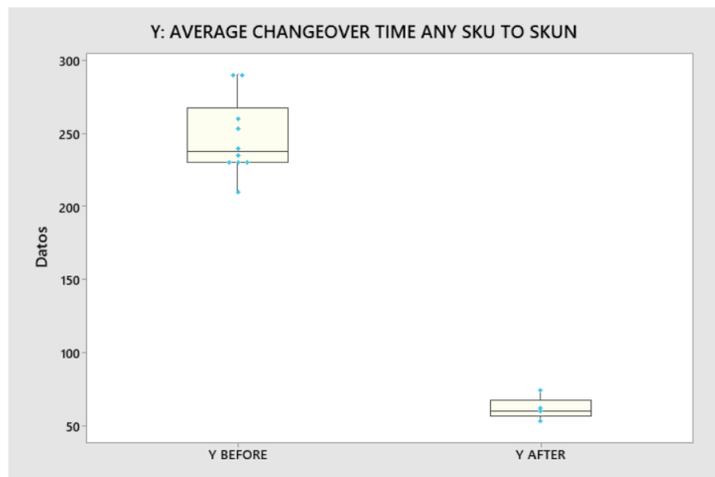
**Figura 20**

*Serie de Tiempo de la variable de salida Y*



**Figura 21**

*Análisis de los tiempos de cambio de la variable de respuesta*



Se realizó una prueba de hipótesis (Figura 22) para dos grupos sobre los tiempos de limpieza y cambio de formato al comienzo del proyecto comparándolos con los registrados al finalizar el proyecto y mostró que, con una certeza del 95%, hay una disminución estadísticamente significativa en los tiempos de cambio antes y después de la intervención.

**Figura 22**

*Análisis de medias de la reducción del tiempo de cambio*

**Prueba**

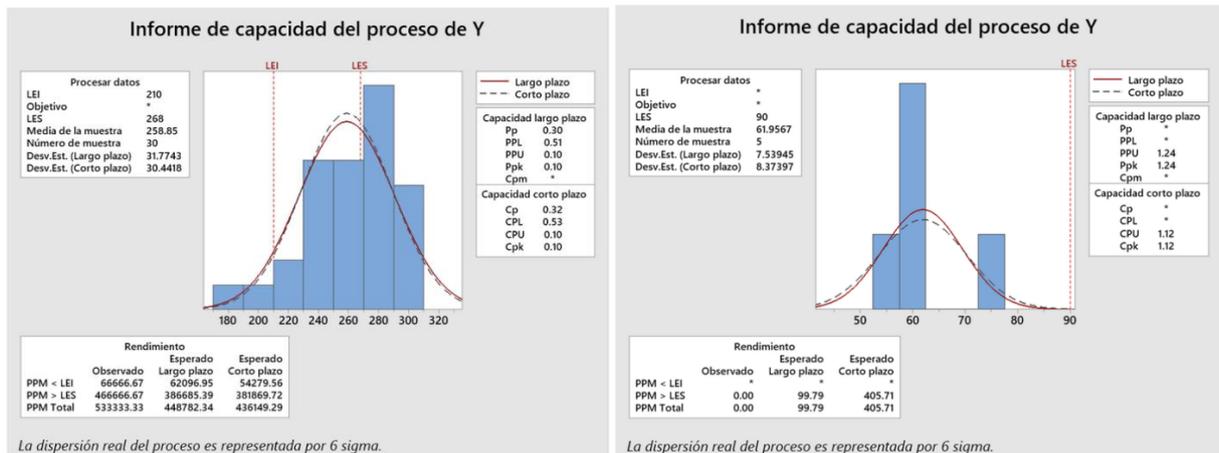
Hipótesis nula  $H_0$ : diferencia\_μ = 0  
 Hipótesis alterna  $H_1$ : diferencia\_μ ≠ 0

Valor T	Valor p
23,69	0,000

Al final, al aplicar las mejoras, el límite máximo permitido para el tiempo de limpieza y cambio de formato disminuyó de 268 minutos a 90 minutos, y el estudio de capacidad mostró una mejora en el CPk del proceso pasando de 0,10 a 1,2 además, el Ppk de 0.10 a 1.24 (Figura 23). Se observa que el proceso no solo está cumpliendo con las especificaciones, sino que también tiene una variabilidad reducida y está más centrado dentro de los límites aceptables.

**Figura 23**

*Comparación del análisis de capacidad después de implementar las mejoras*



**3.2 Triple Bottom Line**

Desde una perspectiva ambiental (Figura 24), el ahorro principal se identificó en la optimización del SMED de CIP en paralelo, permitiendo realizar una limpieza simultánea de ambos sistemas de tuberías y eliminando actividades de limpieza innecesarias. Con las mejoras implementadas, se reportó una disminución en el consumo de agua durante los procesos de limpieza y cambio de formato pasando de un promedio para el mes de enero hasta octubre de 8.276 m<sup>3</sup> de agua, y después de las mejoras alcanzando un cambio en promedio de 5730 m<sup>3</sup> de agua en proceso de limpieza y cambio de formato.

**Figura 24**

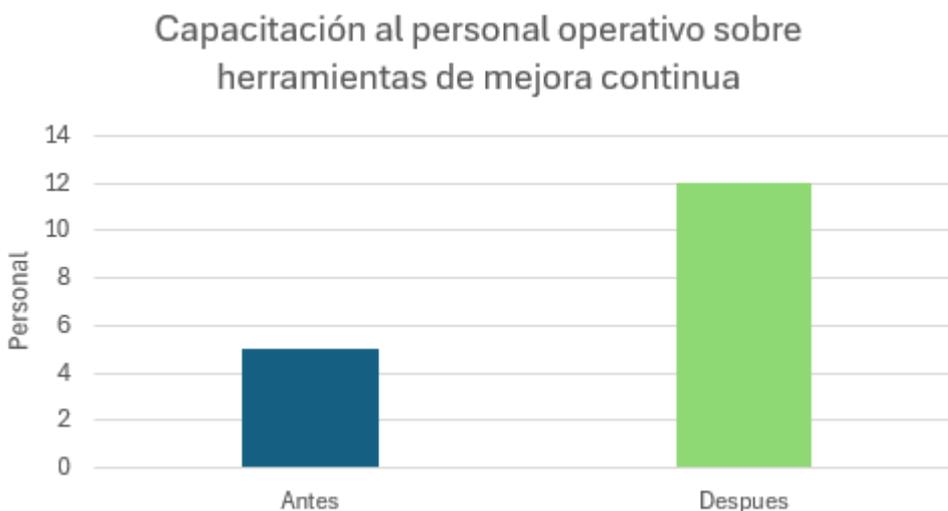
*Cantidad de agua usada en el 2024 en m<sup>3</sup>*



Así mismo para el área social (Figura 25) se capacitó a los 3 turnos, que sumando son 12 operadores en total en herramientas de Mejora Continua como: SMED, 5G, 5S, 5W+1H, Sketches, tag, Kaizen.

**Figura 25**

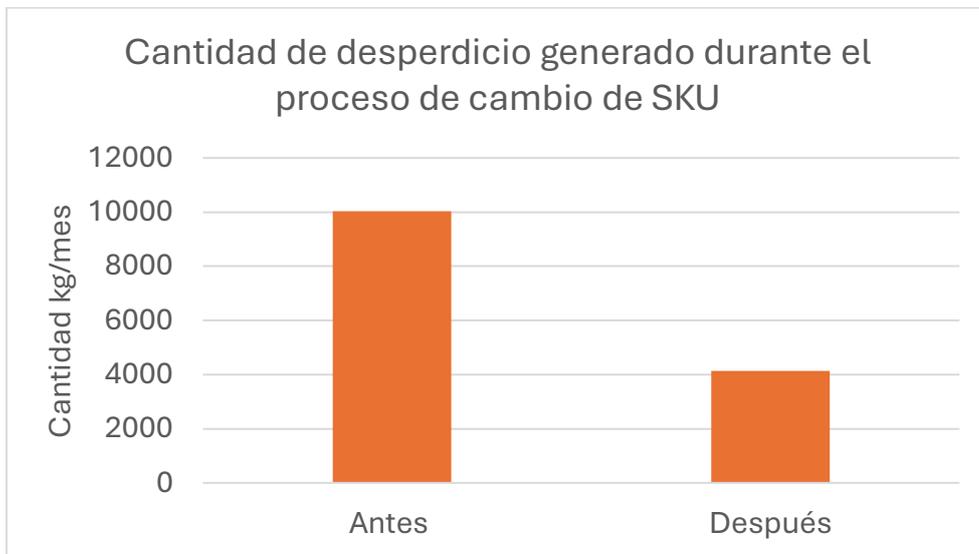
*Capacitación del personal operativo sobre herramientas de mejora continua*



Y de igual manera para el pilar financiero (Figura 26) posterior a las mejoras implementadas disminuyó la cantidad de desperdicios generada durante el proceso de cambio, el cual representaba costos elevados para la empresa.

**Figura 26**

*Desperdicio de materia prima antes y después de la implementación de mejoras*



## Capítulo 4

### 4.1 Conclusiones y Recomendaciones

#### 4.1.1 Conclusiones

- Se logró reducir el tiempo de cambio y limpieza semanal de la Línea #1 en un 24.7% (de 247 minutos a 61 minutos promedio), superando el objetivo inicial del 8% y alcanzando un ahorro anual aproximado de \$7,335 en costos de insumos, tiempo y desperdicio.
- Se identificaron las principales causas que contribuían al incremento de los tiempos de cambio de formato, y se implementaron soluciones efectivas para abordar las causas más críticas.
- Se consiguió un ahorro significativo de 6,085 m<sup>3</sup> de agua y 440 kg de detergente mediante la optimización del proceso de limpieza.
- Se estandarizó el proceso de cambio de formato de SKU a SKUN y se capacitó al personal, asegurando la correcta implementación y el mantenimiento de las mejoras.
- Se actualizaron los indicadores de control del proceso, que ahora se revisan diariamente en reuniones con los operadores y el equipo administrativo, garantizando la sostenibilidad de las mejoras.

#### 4.1.2 Recomendaciones

- Analizar a fondo una solución definitiva para eliminar la necesidad del resane de potes, ya que la causa raíz se encuentra en la máquina de collarín. Abordar esta problemática contribuirá a optimizar el proceso y mejorar la eficiencia.

- Aplicar las actividades de SMED, que fueron exitosas con los productos trisabor, a los SKU's bisabor. El enfoque de mejora continua permitirá replicar estas técnicas y obtener resultados similares en otros productos.
- Implementar un programa de capacitación constante en la metodología SMED y herramientas de resolución de problemas para los operadores. Esto fomentará la proactividad, permitiendo que los empleados propongan y realicen nuevos proyectos de mejora.
- Capacitar a los ayudantes de línea para que adquieran habilidades de liderazgo y puedan asumir responsabilidades técnicas. Esto ayudará a aliviar la carga del líder de línea actual y distribuirá las tareas de manera más equitativa.
- Apartar un espacio específico para llevar a cabo capacitaciones técnicas sobre los componentes de la línea. Actualmente, no existe una capacitación técnica suficiente para los ayudantes o terceros de línea, lo cual es crucial para su correcto desempeño.

## Bibliografía

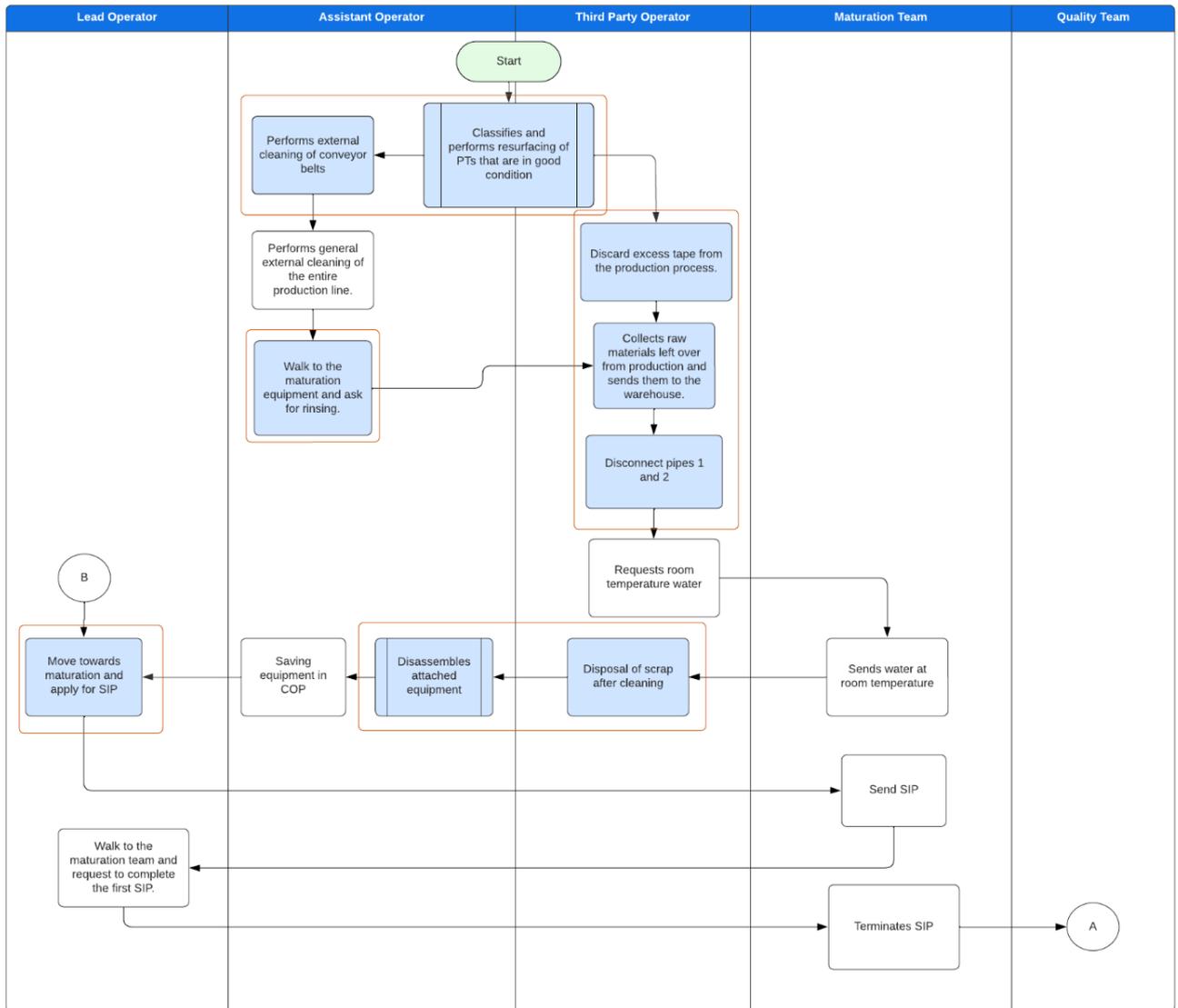
- Betancourt, D. (16 de Agosto de 2016). Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa) como herramienta de calidad. *Ingenio de Empresa*. Obtenido de [www.ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto](http://www.ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto).
- Brunet, A. P. (2003). *Kaizen in Japan: An empirical study*. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(12), 1426-1446. <https://doi.org/10.1108/01443570310506704>.
- Caeleigh, M. (23 de Febrero de 2024). ¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>
- Gapp, R. F. (2008). *Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system*. *Management Decision*, 46(4), 565-579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>.
- George, M. L. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to 100 Tools for Improving Quality and Speed*. McGraw-Hill.
- Gijo, E. V. (2014). *Process improvement through Six Sigma with beta correction: A case study of manufacturing company*. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 71(1-4), 717-730. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5524-2>.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.
- Juran, J. M. (1992). *Juran on Quality by Design: The New Steps for Planning Quality into Goods and Services*. Free Press.
- Kaizen Institute. (2023). *Conoce la metodología KAIZEN™*. Octubre. Obtenido de <https://kaizen.com/es/que-es-kaizen/>
- Lopez, M. (21 de Octubre de 2024). *Ley de Pareto: Qué es, Ejemplos y Aplicación del Principio 80/20*. Obtenido de Negocio IQ: <https://negocioiq.com/ley-de-pareto/>
- McIntosh, R. I. (2000). *A critical evaluation of Shingo's "SMED" (Single Minute Exchange of Die) methodology*. *International Journal of Production Research*, 38(11), 2377-2395. <https://doi.org/10.1080/00207540050028296>.
- Osada, T. (1991). *The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment*. *Asian Productivity Organization*.

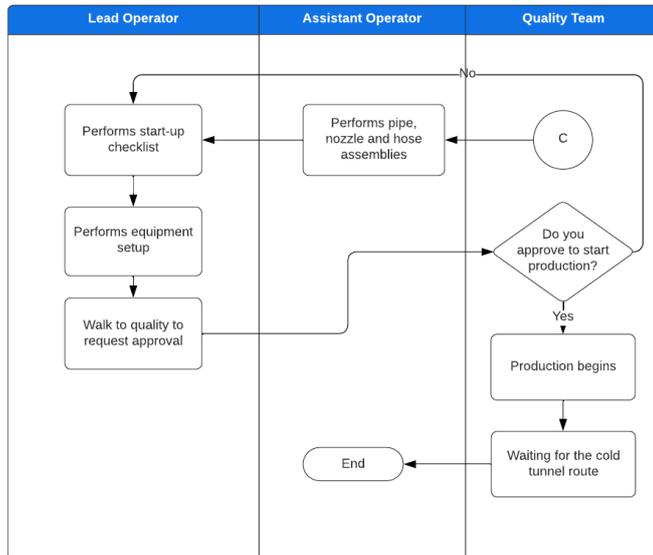
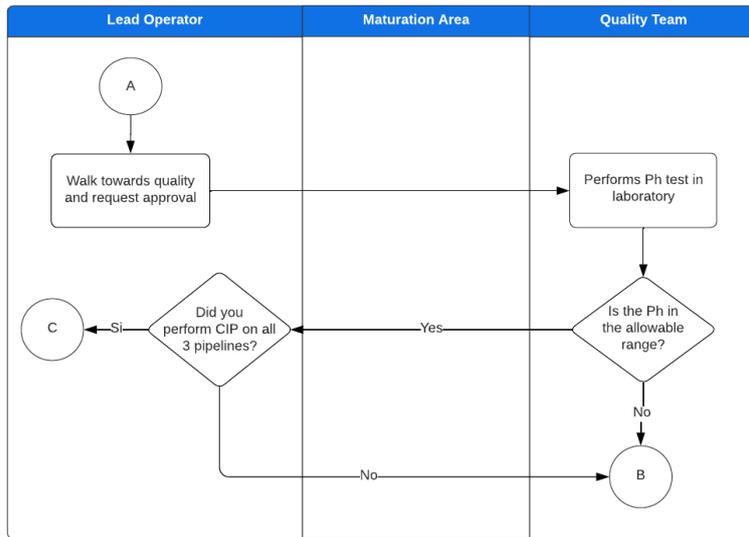
- Safety Culture. (1 de Abril de 2024). *SMED: qué es*. Obtenido de Safety Culture: <https://safetyculture.com/es/temas/que-es-smed/>
- Shingo , S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Socconini, L. (28 de Agosto de 2023). Explicación de la metodología DMAIC de Lean Six Sigma. México. Obtenido de <https://leansixsigma.institute.org/es/explicacion-de-la-metodologia-dmaic-de-lean-six-sigma/>
- Swink, M. &. (2012). *Six Sigma adoption: Operating performance impacts and contextual drivers of success*. Journal of Operations Management, 30(6), 437-453. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2012.05.002>.

# Apéndices

## Apéndice A

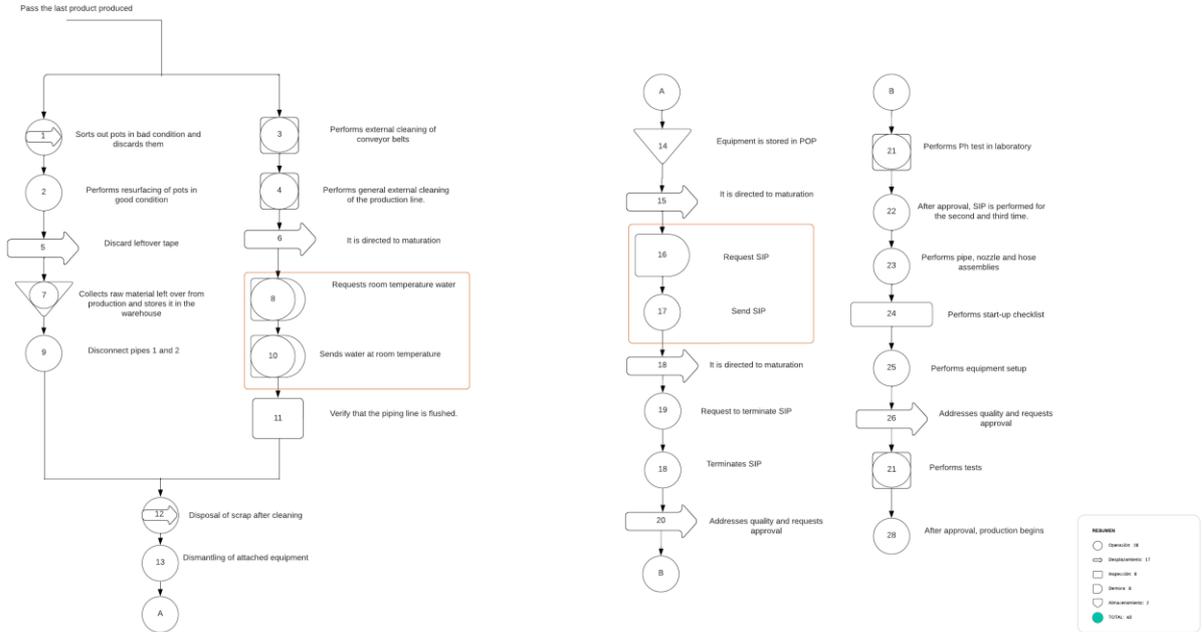
### Diagrama de Flujo del Proceso de Cambio de un SKU hacia el SKUN





## Apéndice B

### OTIDA del Proceso de Cambio de un SKU hacia el SKUN



## Apéndice C

### Plan de recolección de datos

Variable	¿Qué?			Tamaño de muestra	Factor de estratificación	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Quién?	Estado
	Nombre de variable	Unidad de medida	Tipo de dato			Fecha	Punto de origen	Método de recolección	Uso Futuro	Persona encargada	Estado
Y1	Tiempo medio de cambio desde un SKU hacia el SKUN								Para conocer el estado actual de la variable de respuesta		
X2	Tiempo de resanar producto	Minutos	Continuo	Se necesita tamaño de muestra y datos históricos	Operador responsable  Tipo de SKU previo al cambio de SKUN	Desde 1 de noviembre hasta 1 de diciembre, 2024	Área de producción	Observación Directa	Identificar y reducir el tiempo de inactividad durante el proceso	Líderes de Proyecto	En proceso
X3	Tiempo de limpieza externa								Identificar y reducir cuellos de botella durante la primera limpieza		

---

X4	Tiempo de ensamblar tuberías	Identificar y reducir el tiempo generado para realizar el proceso de manera eficiente
X5	Tiempo de ensamblar equipos	Identificar y mejorar los problemas que puedan provocar el aumento del tiempo requerido
X6	Tiempo de proceso CIP	Identificar y reducir cuellos de botella que generen retrasos en el proceso de cambio
X7	Tiempo de seteo de los equipos	Identificar y reducir errores de configuración que retrasan el

---

---

		inicio de la producción
		Identificar y minimizar los tiempos de inactividad y los costos adicionales que se generan por la pérdida de materias primeras
X8	Tiempo de desechar el desperdicio	

---



## Apéndice E

### Mapa de empatía para identificar la baja cultura de utilización de radios

#### ¿QUÉ PIENSA Y SIENTE?

1. ¿Será complicado utilizarlo?
2. Prefiero caminar para resolver los problemas directamente
3. No estoy seguro de cómo contribuye a la vida cotidiana.

#### ¿QUÉ ESFUERZOS ESTÁ HACIENDO?

1. Falta de familiaridad con los dispositivos
2. Cultura de confianza limitada en la tecnología
3. Miedo a que la radio no funcione
4. Falta de costumbre de utilizar radios

#### ¿QUÉ OYES?

1. Opiniones de compañeros que también prefieren no utilizar las radios
2. Falta de mensajes, comunicación clara a través de las radios.
3. Experiencias negativas con el uso de radios

#### ¿QUÉ VES?

1. Retrasos en la comunicación entre zonas y calidad
2. Radios disponibles, pero poco utilizadas

#### ¿QUÉ DICE Y HACE?

1. Evita utilizar radios por incomodidad.
2. Es más rápido ir directamente a hablar con la persona.
3. ¿Y si la radio no funciona?

#### ¿CUÁLES SON LOS RESULTADOS?

1. Mejore su eficacia y rendimiento
2. Quiere ahorrar tiempo y esfuerzo
3. Quiere reducir la fatiga debida al caminar constante
4. Necesita manuales y guías prácticas para el manejo de la radio

Diagnóstico y formación en el uso de radios



**Objetivo:** Identificar las percepciones, necesidades y barreras de los operadores para aplicar políticas eficaces sobre el uso de radios.

## Apéndice F

### Normas establecidas para las políticas del uso de radio

#### 1. Propósito y Alcance

##### a. Propósito

- **Mejorar la comunicación:** Reducir los tiempos de respuesta en la coordinación de actividades y tareas.
- **Asegurar la seguridad:** Permitir una comunicación constante en situaciones de emergencia o para monitorear el bienestar de los empleados.
- **Eficiencia operativa:** Reducir los tiempos de espera o errores de coordinación entre equipos.

##### b. Alcance

- **Áreas específicas:** Áreas operativas, mantenimiento, personal de seguridad, logística, etc.
- **Turnos:** Considerar la utilización de las radios durante todos los turnos a excepción en horarios de almuerzo.

#### 2. Responsabilidades

##### • Colaboradores:

- ✓ **Uso adecuado:** Los empleados deben portar el radio en todo momento dentro del área designada y mantenerlo encendido.
- ✓ **Cuidado del equipo:** Cada colaborador es responsable de mantener el equipo en buen estado, evitando daños o pérdida del radio.
- ✓ **Comunicaciones claras:** Se espera que los empleados usen el radio solo para fines laborales y se abstengan de conversaciones no relacionadas con el trabajo.

##### • Supervisores: Asegurar el cumplimiento de la norma.

- ✓ **Cumplimiento de normas:** Supervisar que el personal cumpla con la política de radios, haciendo verificaciones periódicas.
- ✓ **Corrección de comportamientos inadecuados:** Implementar medidas correctivas en caso de mal uso del radio.

##### • Área de Mantenimiento/TI: Mantenimiento y asignación de radios.

- ✓ **Asignación:** Asignar radios a los colaboradores, llevar un registro de los equipos distribuidos y asegurarse de que cada uno reciba el equipo adecuado.
- ✓ **Mantenimiento:** Supervisar que los radios se mantengan en buen estado, realizando mantenimiento preventivo y correctivo. Esto incluye revisar baterías, conexiones y reparación de radios defectuosos.

#### 3. Uso Obligatorio de los Radios

- Las radios proporcionadas son de uso obligatorio durante todo proceso en la empresa, tales como operaciones críticas, emergencias, comunicación entre equipos, entre otras.

- Las radios se deben por todo el horario laboral acorde a los turnos correspondientes, exceptuando horarios de almuerzo.

#### 4. Normas de Uso Correcto

##### • Mantener el radio encendido y en el canal asignado:

Los radios deben mantenerse encendidos y sintonizados en el canal designado para cada equipo o área, con el volumen adecuado para escuchar las comunicaciones sin que sea una distracción.

##### • Evitar conversaciones innecesarias:

Se debe limitar el uso de los radios a comunicaciones laborales. Las conversaciones personales o irrelevantes deben ser evitadas para no interferir con la eficiencia de las operaciones.

##### • Comunicación clara y concisa:

El lenguaje utilizado debe ser claro y directo. Las personas deben ser entrenadas en el uso de frases cortas y directas para evitar malentendidos o la transmisión de información confusa.

##### • Reporte de fallas o pérdida:

Si un colaborador nota que su radio está fallando o si lo pierde, debe reportarlo inmediatamente a su supervisor o al área de mantenimiento para evitar el mal uso o la falta de equipo.

#### 5. Asignación y Mantenimiento

##### • Entrega y devolución de radios:

Se debe establecer un proceso claro para la asignación de radios a los empleados, como un registro de entrega y recepción. Esto incluirá detalles como:

- ✓ Número de identificación del radio.
- ✓ Fecha de entrega y devolución.
- ✓ Nombre del empleado al que se asigna el equipo.

##### • Responsabilidad del empleado:

El colaborador es responsable del buen uso y cuidado del radio durante su turno. Si el equipo se daña o se pierde, se puede solicitar una reparación o reposición.

##### • Mantenimiento preventivo y correctivo:

Se debe establecer un calendario de mantenimiento preventivo para los radios, incluyendo la revisión de baterías, altavoces, micrófonos y antenas. Además, el área de mantenimiento debe tener protocolos establecidos para reparar o reemplazar radios dañados.

#### 6. Seguridad y Privacidad

##### • Uso para fines laborales:

El uso del radio debe estar restringido a la transmisión de mensajes relacionados con el trabajo. Los colaboradores no deben compartir información confidencial, privada o personal a través del radio.