



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

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

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA LA  
REDUCCIÓN DE LOS TIEMPOS DE CAMBIO DE FORMATO EN  
UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE HELADOS”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Presentada por:

**GALO ALBERTO MENDOZA GUERRERO**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**Año 2008**

# AGRADECIMIENTO

A mi familia por todo el soporte y aliento brindado a lo largo de los años.

A mis profesores por mostrarme el camino del conocimiento.

A mis colegas por ayudarme a crecer como profesional.

Gracias por compartir su tiempo conmigo enseñándome a dar lo mejor de mí.

# DEDICATORIA

A mis padres que han sabido ser no solo mis guías, sino mis amigos siempre.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Marcos Buestan B.

PRESIDENTE

DELEGADO DEL DECANO

---

Dr. Kleber Barcia V.

DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Denisse Rodríguez Z.

VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

---

Galo Mendoza Guerrero

C.I.:0915597025

## **RESUMEN**

Esta tesis de grado se basa en la implementación de la metodología SMED (“Single Minute Exchange of Die”) en una planta manufacturera de helados, líder en el mercado nacional y pionera en la implementación de sistemas de mejora continua.

En la actualidad la planta se encuentra buscando la reducción de las pérdidas de sus líneas productivas, tratando de alcanzar cero accidentes, cero defectos de calidad y cero averías a través del cambio cultural de todo el personal involucrado en el área de manufactura.

La optimización de la eficiencia como fundamento para la reducción de costos y cumplimiento de los volúmenes demandados por el mercado llevaron a la planta a buscar maneras de reducir las pérdidas más significativas de la planta.

El negocio de helados por tener como foco de crecimiento la innovación requiere que sus líneas productivas sean capaces de manejar varios productos con volúmenes y formas diferentes, lo que genera la necesidad de tener una planta flexible, capaz de manejar gran cantidad de productos sin afectar la eficiencia o la entrega al mercado. Esto convierte a la pérdida por cambio de formato en la más representativa en todas las plantas de helados.

El objetivo es reducir el tiempo de cambio de formato en la línea en un 50% a fin de alcanzar un promedio de cambio inferior a 50 minutos.

La metodología utilizada consiste en la identificación de la línea más significativa para la planta basada en un análisis de volumen, número de SKUs y tiempos perdidos.

Una vez identificada la línea se identificará a través de la matriz de cambios de formato cual es el cambio más significativo para la línea. En este paso restrinjo el análisis al proceso más completo y complejo de la línea por la cantidad de equipos y ajustes necesarios, el cual servirá de base de mejora para todos los procesos de la línea.

Este proyecto tiene 4 etapas. La primera consiste en la capacitación del personal operativo en la metodología SMED y el análisis de las actividades del cambio de formato. La segunda consiste en la identificación de actividades internas y externas. La tercera busca exteriorizar la mayor cantidad de actividades como fuera posible y en la última etapa se buscar optimizar el tiempo requerido para las actividades internas.

En este estudio analizo los cambios de formato de un producto de dos sabores en una línea de moldados con el fin de reducir las pérdidas de eficiencia mediante la implementación de la técnica SMED.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	VIII
ABREVIATURAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Metodología de la tesis.....	5
1.4. Estructura de la tesis.....	6
CAPITULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	8



2.1. SMED.....	8
2.2. O.E.E. y las 16 grandes pérdidas.....	12
2.3. Análisis de Volumen.....	16
2.4. Árbol de Pérdidas.....	18

### CAPITULO 3

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SELECCIÓN DE LA LÍNEA.....	30
3.1. Descripción del proceso de elaboración de helados.....	30
3.2. O.E.E. y análisis del árbol de pérdidas.....	36
3.3. Análisis de Volúmenes.....	43
3.4. Selección de la línea y pérdida a reducir.....	44

### CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DEL CAMBIO DE FORMATO.....	45
4.1. Descripción del proceso de cambio de formato.....	45
4.2. Análisis de actividades y tiempos del cambio de formato.....	48
4.3. Análisis de actividades y responsabilidades.....	49
4.4. Identificación de actividades internas y externas.....	51

### CAPITULO 5

5. APLICACIÓN SMED.....	54
-------------------------	----

5.1. Exteriorización de actividades.....	54
5.2. Descripción y análisis de actividades internas.....	57
5.3. Optimización de actividades internas.....	61
5.4. Procedimentación del Proceso de cambio de formato.....	64
5.5. Beneficios de la implementación.....	69

## CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
6.1. Conclusiones.....	71
6.2. Recomendaciones .....	72

## APÉNDICES

## BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

ACUM.	Acumulada
ID	Identificación
JIPM	Japanese Institute of Productive Maintenance
LITONNES	Miles de litros.
O/P	Orden de producción
O.E.E.	Eficiencia Global del Equipo
PL	Pliego
Prod.	Productividad
Rend.	Rendimiento
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPS	Toyota Production System
CIP	Clean In Process o Limpieza en Proceso

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag
FIGURA 1.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS.....	6
FIGURA 2.1 DIAGRAMA DE TIEMPOS O.E.E.....	15
FIGURA 2.2 METODOLOGÍA DE CALCULO DE LA O.E.E.....	16
FIGURA 2.3 EJEMPLO ANÁLISIS DE PARETO.....	19
FIGURA 2.4 ESTRUCTURA DE LAS 16 GRANDES PÉRDIDAS BASADAS EN LA DEFINICIÓN DEL JIPM.....	20
FIGURA 2.5 EJEMPLO DE ÁRBOL DE PÉRDIDAS.....	29
FIGURA 2.6 DESGLOSE DE LAS PÉRDIDAS POR NIVELES.....	30
FIGURA 2.7 GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE EJERCICIOS.....	30
FIGURA 3.1 RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS.....	32
FIGURA 3.2 MEZCLA DE INGREDIENTES.....	32
FIGURA 3.3 PASTEURIZACIÓN Y HOMOGENIZADO.....	33
FIGURA 3.4 MADURACIÓN.....	34
FIGURA 3.5 BATIDO Y CONGELACIÓN.....	34
FIGURA 3.6 ENDURECIMIENTO.....	35
FIGURA 3.7 DISTRIBUCIÓN.....	36
FIGURA 3.8 O.E.E. TOTAL FABRICA HELADOS 2007.....	37
FIGURA 3.9 ÁRBOL DE PÉRDIDAS TOTAL FABRICA HELADOS 2007.....	37
FIGURA 3.10 PARETO PÉRDIDAS TOTAL FABRICA HELADOS 2007.....	38
FIGURA 3.11 ÁRBOL DE PÉRDIDAS EN 3 NIVELES TOTAL FABRICA HELADOS 2007.....	39
FIGURA 3.12 DESGLOSE PÉRDIDA CAMBIO DE FORMATO TOTAL FABRICA HELADOS 2007.....	40
FIGURA 3.13DESGLOSE O.E.E. VITALINE 6 2007.....	41
FIGURA 3.14ÁRBOL DE PÉRDIDAS VITALINE 6 2007.....	42
FIGURA 3.15PÉRDIDA DE CHANGE OVER VITALINE 6 2007.....	42
FIGURA 3.16ANÁLISIS DE VOLÚMENES HELADOS 2007.....	44
FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS.....	47
FIGURA 4.2 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS INTERNAS Y EXTERNAS CAMBIO FORMATO VITALINE 6.....	53

FIGURA 5.1 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS EXTERNAS CAMBIO FORMATO VITALINE 6.....	56
FIGURA 5.2 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS INTERNAS CAMBIO FORMATO VITALINE 6.....	60
FIGURA 5.3 ARMONIZACIÓN DE TUERCAS.....	61
FIGURA 5.4 SUJETADORES Y TUERCAS MARIPOSA.....	62
FIGURA 5.5 CAPACITACIÓN TEÓRICA.....	62
FIGURA 5.6 CAPACITACIÓN PRÁCTICA.....	63
FIGURA 5.7 ARMARIO DE HERRAMIENTAS.....	63
FIGURA 5.8 SUJETADORES DE CARRILERAS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag
TABLA 1	MATRIZ DE TIEMPOS DE CAMBIO DE FORMATO.....46
TABLA 2	DURACIÓN CAMBIO FORMATO VITALINE 6.....48
TABLA 3	ESCENARIO BASE CAMBIO FORMATO VITALINE 6.....49
TABLA 4	ACTIVIDADES EXTERIORIZADAS CAMBIO FORMATO VITALINE 6.....52
TABLA 5	ESCENARIO 2 CAMBIO FORMATO VITALINE 6.....57

# INTRODUCCIÓN

Esta tesis de grado se basa en la implementación de la metodología SMED (“Single Minute Exchange of Die”) en una planta manufacturera de helados, líder en el mercado nacional y pionera en la implementación de sistemas de mejora continua.

En este estudio analizaré los cambios de formato de un producto de dos sabores en una línea de moldados con el fin de reducir las pérdidas de eficiencia mediante la implementación de la técnica SMED.

Este proyecto tiene 4 etapas. La primera consiste en la capacitación del personal operativo en la metodología SMED y el análisis de las actividades del cambio de formato. La segunda consiste en la identificación de las actividades internas y externas. La tercera busca exteriorizar la mayor cantidad de actividades como fuera posible y en la última etapa se busca optimizar el tiempo requerido para las actividades internas.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Antecedentes.

La planta de Helados en la que se desarrolla este proyecto desde su montaje ha venido implementando sistemas de mejora continua a fin de alcanzar los niveles de productividad, costos, calidad y seguridad que la compañía exige en todas sus operaciones.

En 2006 ésta compañía decidió implementar la filosofía de TPM, TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE, como lo ha venido haciendo en el resto de sus plantas del mundo a fin de garantizar los cero defectos de calidad, cero accidentes y cero averías en sus máquinas todo esto a través del cambio cultural de sus empleados.



Dentro de sus principales objetivos se encuentra la optimización de sus recursos y la generación de ahorros por lo que la reducción de los tiempos improductivos y desperdicios en sus líneas de manufactura se vuelven una prioridad para el área.

La incorporación de nuevos y más complejos helados han incrementado los tiempos improductivos de las líneas de envasado y esto a la vez ha traído consigo una reducción de la eficiencia y aumento del consumo de utilidades y horas extra.

La incorporación de nuevos productos ha limitado también los tamaños de las corridas de producción ya que en un mismo período de tiempo se deben fabricar más variedad sin crear problemas de saturación en las cámaras de almacenamiento de PT, Producto Terminado. Esto ha limitado la capacidad de respuesta de las líneas con largos procesos de cambio de formato mermando la flexibilidad de producción de la planta.

Con estos antecedentes se vuelve imperativa la implementación de la metodología SMED, SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE, para la reducción de los tiempos improductivos del área.

Luego de la implementación de SMED en una línea de producción ésta tendrá más tiempo disponible para producir y será capaz de adaptarse a los cambios de plan productivos sin sufrir mayores impactos.

Dependiendo de cual sea el alcance del proyecto éste también puede generar ahorro en consumos de utilidades como por ejemplo agua, vapor, aire, energía eléctrica, etc. Así como también tendrá un impacto en los stocks que el negocio maneja ya que se puede reducir sin generar falencias de abastecimiento.

## **1.2 Objetivos.**

### Objetivo General

Este proyecto tiene como objetivo reducir el tiempo de cambio de formato de un helado de dos sabores en una máquina de tecnología de moldes, debido a que ésta tiene gran participación en el volumen de la planta y horas perdidas por cambios de formato.

Actualmente la pérdida de eficiencia por cambio de formato se encuentra en un 3,5 % y con este proyecto se espera reducirla en un 50% reduciendo el tiempo promedio de cambio de formato de ésta línea de 90 minutos a 50 minutos en promedio.

### Objetivos Específicos

- Entender la situación actual de la empresa y proceso de una línea de producción de helados.
- Analizar las pérdidas de la planta.
- Implementar exitosamente la metodología SMED.

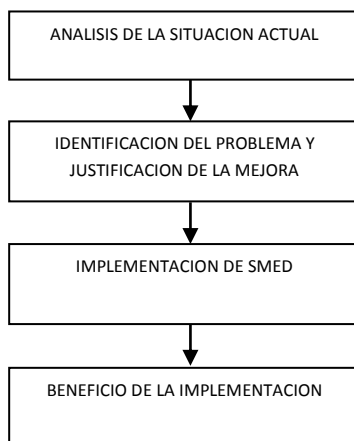
- Analizar los beneficios de dicha implementación.

### **1.3 Metodología de la Tesis.**

La metodología para la elaboración de esta tesis consiste en 4 etapas. La primera consiste en el análisis de la situación actual. En esta etapa se describe el proceso de fabricación de helados y los antecedentes de la empresa.

La segunda etapa consiste en la identificación del problema y justificación de la mejora. En esta etapa se analizan las pérdidas de eficiencia de la planta y se identifica la mayor pérdida justificando la selección de la misma como un proyecto relevante para el negocio.

La tercera etapa consiste en la implementación de los 4 pasos del SMED. En esta etapa se realiza el mapeo de las actividades realizadas durante el cambio de formato, se las clasifica en internas y externas para luego proceder a exteriorizar la mayor cantidad de actividades posibles previo a la optimización de las actividades internas. Para finalizar esta etapa se estandariza el cambio con la secuencia y duración del cambio de formato. La última etapa consiste en el análisis de los beneficios de la implementación. En esta etapa se cuantifican los beneficios obtenidos en términos monetarios, eficiencia y capacidad.



**Figura 1.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS**

#### **1.4 Estructura de la Tesis.**

La implementación de SMED en la línea de helados se encuentra desarrollada en los 6 capítulos de los que se compone esta tesis.

En el capítulo 1 se encuentra la introducción y justificativa del proyecto. Se analizan las causas de la selección del tema así como los objetivos y resultados esperados del proyecto.

El capítulo 2 contiene el marco teórico sobre el cual se desarrolla esta tesis.

El capítulo 3 describe el proceso productivo de los helados y la metodología de cálculo de eficiencia utilizada por la compañía.

Adicionalmente se analizan las pérdidas, se justifica la selección del proyecto y se identifica la línea en donde se debe aplicar la metodología para obtener el mayor beneficio.

En el capítulo 4 se analiza el cambio de formato seleccionado a través de una descripción detallada del proceso actual utilizando diagramas de actividades donde se identifican los recursos requeridos y la duración del proceso de cambio y se concluye con la identificación de las operaciones internas y externas del proceso de cambio.

En el capítulo 5 se detallan los pasos de la metodología SMED. La separación de actividades externas de internas, la conversión de actividades internas en externas y la optimización de las actividades internas restantes. Para finalizar se actualiza el procedimiento de cambio de formato, se realiza una capacitación al personal operativo y se resumen los resultados alcanzados.

En el capítulo 6 se encuentran las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1. SMED

En gestión de la producción, **SMED** es el acrónimo de *Single Minute Exchange of Die*: cambio de herramienta en (pocos) minutos. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de un minuto, de ahí la frase *single minute*. Se entiende por cambio de utillaje el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente; no únicamente el tiempo del cambio y ajustes físicos de la maquinaria [1].

La paternidad del concepto se atribuye a Shigeo Shingo, uno de los mayores contribuyentes a la consolidación del Sistema de Producción Toyota (también conocido como Just in time), juntamente con

Taiichi Ohno. Es una de las técnicas usadas en la filosofía Kaizen para la disminución del desperdicio (Muda: 無駄, o ムダ) [2].

Un concepto relacionado con SMED, y más avanzado, es *One-Touch Exchange of Die*, (OTED), que postula que los cambios deberían realizarse en menos de diez minutos.

El método SMED se utiliza en el marco de cambios de utillaje en las máquinas usadas en la fabricación. Su objetivo es reducir los tiempos de cambio, y permitir así reducir el tamaño del lote mínimo. En efecto, si los tiempos de cambio de serie se vuelven nulos, se puede entonces empezar una serie un tiempo importante en el proceso de fabricación. Y este tiempo no es productivo. El objetivo es disminuir el tiempo dedicado al ajuste, con el fin de conseguir cambios de útiles rápidos o incluso ajustes instantáneos.

Se distinguen dos tipos de ajustes [3]:

**Ajustes / tiempos internos:** Corresponde a operaciones que se realizan a máquina parada, fuera de las horas de producción (conocidos por las siglas en inglés IED).

**Ajustes / tiempos externos:** Corresponde a operaciones que se realizan (o pueden realizarse) con la máquina en marcha, o sea durante el período de producción (conocidos por las siglas en inglés OED).

El método se desarrolla en cuatro etapas.

1. Ajustes internos y externos
2. Separación de los ajustes internos y externos
3. Transformación de ajustes internos en externos
4. Racionalización de todos los aspectos de la operación de ajuste

### **Ajustes internos y externos**

Es una fase preliminar. En los ajustes tradicionales, los ajustes internos y externos están mezclados: lo que podría hacerse en externo se hace en ajustes internos. Es necesario estudiar en detalle las condiciones reales del taller. Una buena aproximación es un análisis continuo de producción con un cronómetro. Un sistema más eficaz es utilizar una o más cámaras de vídeo, cuyas filmaciones podrán ser analizadas en presencia de los mismos operarios.

En un cambio de producción, deben definirse las operaciones a realizar:

- La preparación de la máquina, del puesto de trabajo, de los útiles;
- La verificación de la materia prima y de los instrumentos de medida;
- El desmontaje/montaje de la herramienta;
- Los ajustes de las cotas de fabricación;
- La realización y el prueba;
- La limpieza;



- El orden del puesto de trabajo.

### **Separación de los ajustes internos y externos**

Es la primera etapa del método SMED, y es la más importante: distinguir entre ajustes internos y externos.

### **Transformación de ajustes internos en externos**

Es la segunda etapa del método. El objetivo es transformar los ajustes internos en externos, por ejemplo: precalentamiento, premontaje, utilización de un banco de reglaje previo, etc.

Dentro del banco de reglaje previo puedo organizar también las herramientas específicas a utilizar al momento del cambio, así como las refacciones que requieran ser cambiadas antes de que provoquen un fallo, si no al momento de dar una pequeña señal de variación en su funcionamiento.

Con esto puedo aplicar a la pieza eliminada una reparación o mantenimiento preventivo mientras es sustituida por otra pieza, y tendremos una pieza más en stock lista para ser utilizada cuando la que está trabajando de una señal de alarma.

Dentro de los cambios tenemos también las tareas repetitivas o que no agregan valor en sí, como es el apretar uno o varios tornillos, para esto

puedo acondicionar los equipos siempre y cuando sea necesario, para el uso de manijas, o el uso de destornilladores eléctricos.

### **Racionalización de todos los aspectos de la operación de ajuste**

Es la tercera etapa del método. Su objetivo es reducir al mínimo el tiempo de ajustes.

La conversión en ajustes externos permite ganar tiempo, pero racionalizando los ajustes se puede disminuir aún más el tiempo de cambio. Por ejemplo, el de arandelas partidas (tener en cuenta que el agujero debe ser mayor que la tuerca).

## **2.2. OEE y las 16 grandes pérdidas.**

El cálculo de la productividad se realiza en base al nuevo concepto de eficiencia, Eficiencia Global de los Equipos (O.E.E. – Overall Equipment Efficiency.), el cual se basa análisis del tiempo disponible, de rendimiento de los equipos versus su velocidad estándar y de calidad [4].

## **Definiciones de tiempos máquina**

### **Tiempo total**

Es el máximo de horas que existen en un período dado, tales como:

52 semanas en un año, 168 horas en una semana, 24 horas en un día ó 8760 horas en un año. Tiempo disponible (a) es el tiempo durante el cual la máquina puede ser utilizada, dentro de los límites de convenciones, regulaciones ó estatutos locales ó nacionales. Puede incluir sobretiempo, pero solo aquel trabajado durante el tiempo no disponible.

### **Tiempo de Apagado**

Es aquel tiempo durante el cual la máquina no es operada, debido a regulaciones ó reglamentos, tales como: días feriados, fines de semana, cierres forzados de fábrica ó vacaciones.

### **Tiempo de Carga**

Es el tiempo durante el cual la máquina esta siendo utilizada por producción y/ó mantenimiento, este produciendo o no.

### **Tiempo Muerto**

Es aquel tiempo durante el cual la máquina podría ser operada, pero no produce porque no se ha programado producción para el día ó turno de trabajo.

**Tiempo Operativo**

Es el tiempo durante el cual la máquina está programada para producir, y corresponde a las horas de los turnos.

**Tiempo de paradas imprevistas o Performance**

Es el tiempo durante el cual la máquina no puede producir por presentarse paradas no rutinarias mientras está siendo operada, tales como: falla o falta de material, suministro, servicio, falla de máquinas o equipos, irregularidad en el producto, accidentes, falta de personal, relimpieza, replanificación, etc.

**Tiempo efectivo**

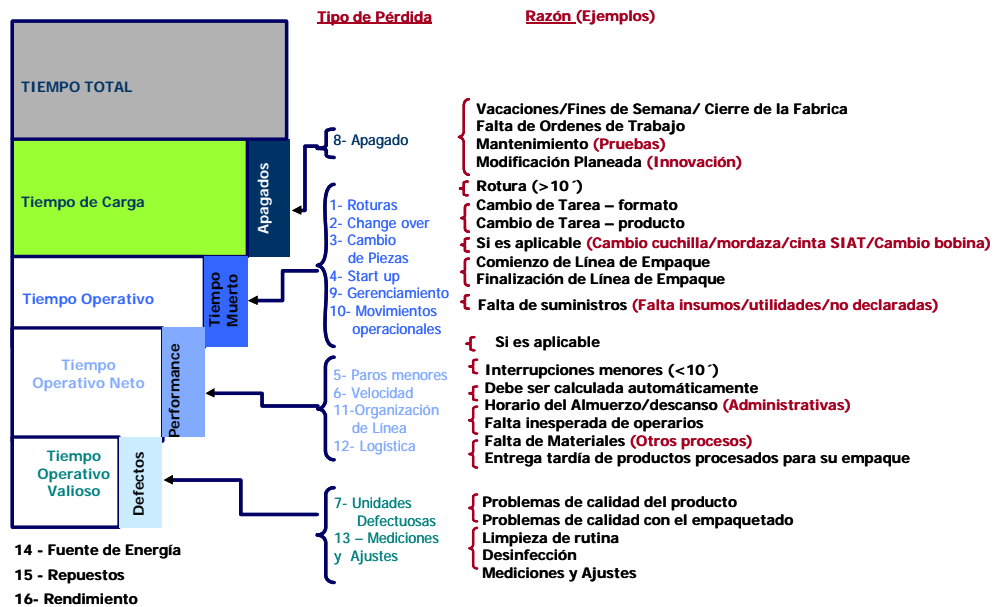
Es el tiempo necesario para producir si la máquina es operada a su velocidad específica o rinde la producción específica, sin considerar paradas previstas e imprevistas.

**Tiempo Defectos**

Es el tiempo en que la máquina entrega productos terminados que no cumplen los parámetros de calidad.

**Tiempo efectivo neto**

Es el tiempo equivalente en que la máquina es operada a su velocidad específica y entrega productos dentro de los parámetros de calidad establecidos.



**FIGURA 2.1 DIAGRAMA DE TIEMPOS OEE**

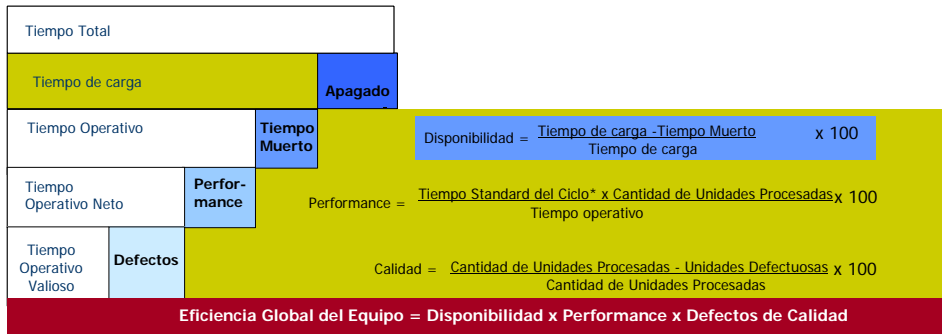
### Calculo de la O.E.E.

La OEE se compone de tres factores. Disponibilidad, Performance o Rendimiento y Defectos de Calidad.

La disponibilidad mide el porcentaje del tiempo total en que la maquina podría producir. El performance o rendimiento mide el porcentaje del cumplimiento de las velocidades de diseño de los productos. Los defectos de Calidad mide el porcentaje de los productos terminados que cumplen con los parámetros de calidad.

La multiplicación de estos tres factores se llama OEE u Overall Equipment Efficiency o Eficiencia Global de los equipos.

**OEE= Disponibilidad x Performance X Defectos Calidad**



- Notas: a) Tiempo Standard del Ciclo: Basado en el diseño y en la velocidad máxima.  
 b) Unidades Defectuosas: Incluye no solo la que deba ser descartada sino la que debe ser rehecha.  
 c) Área de Calculo para medir la eficacia al usar el equipo.

\*1/velocidad standard, minutos que tarda en producirse 1 unidad

**FIGURA 2.2 METODOLOGÍA DE CALCULO DE LA OEE.**

**2.3 Análisis de Volumen.**

Entre las causas presentes, hay pocas de importancia vital y hay muchas de poca importancia

“El 20% de las causas soluciona el 80% del problema”

Diagrama de Pareto

Es una herramienta gráfica que permite una fácil visualización del orden de proporcionalidad de los varios tipos de causas, con mayor claridad que las tablas o cuadros de datos que se utiliza para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema, desde los triviales, de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar.

Pone visualmente en evidencia los diferentes niveles de incidencia entre las varias causas simultáneas que producen un determinado efecto y este análisis de Pareto permite una fácil visualización del orden de proporcionalidad de los varios tipos de causas, con mayor claridad que las tablas o cuadros de datos.

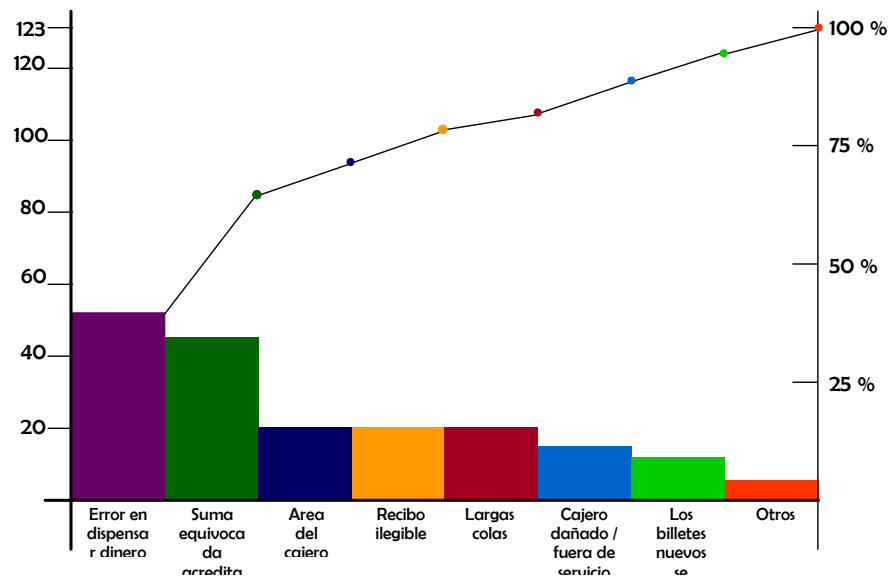
Se utiliza [5]:

- Al identificar un producto o servicio para el análisis con el fin de mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problemas o causas de una forma sistemática.
- Al identificar oportunidades de mejora.
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso.

Pasos para su implementación [6]:

- Seleccione las categorías lógicas para el tópico de análisis identificado.
- Reunir los datos necesarios para cada categoría.
- Ordenar los datos de la mayor a la menor categoría.
- Totalizar los datos para todas las categorías.
- Computarizar el porcentaje del total que cada categoría representa.

- Trazar los ejes horizontales y verticales y su escala.
- De izquierda a derecha trazar una barra para cada categoría en orden descendente.
- Trazar la línea del porcentaje acumulativo.



**FIGURA 2.3 EJEMPLO ANÁLISIS DE PARETO**

## 2.4 Árbol de Pérdidas.

La empresa ha definido adoptar las 16 grandes pérdidas definidas por JIPM, Japanese Institute of Productive Maintenance, para un mejor entendimiento del lenguaje de las operaciones. Otra importante adopción es unificar las “razones” que producen las pérdidas definidas por JIPM.



O.E.E. es recomendado por JIPM como un indicador para medir eficiencia desde el “Tiempo de carga” hasta el “Tiempo de operación valuado”. Las 16 grandes pérdidas deben ser calculadas a partir del “Tiempo total “.

Este indicador OEE nos permite ver el impacto de las pérdidas en la operación, por eso la empresa en la que se realiza esta tesis ha adoptado la metodología TPM, como el mejor camino para materializar este proceso de identificación de pérdidas y cálculo de eficiencia.

7 Tipos de Pérdidas debidas principalmente al uso del Equipo	1	Breakdown
	2	Cambio de Formato
	3	Cambio de Herramientas de corte
	4	Start up
	5	Chokotei
	6	Velocidad
	7	Defectos de calidad y retrabajo
Apagado Maquinaria	8	Apagado Maquinaria
5 Tipos de Pérdidas Relacionadas con los Recursos Humanos	9	Gerenciamiento
	10	Movimientos operacionales
	11	Organización de la Línea
	12	Logística
	13	Mediciones y Ajustes
3 Tipos de Pérdidas Relacionadas con los Materiales y la Fuente de Energía	14	Fuente de Energía
	15	Mantenimiento / Repuestos
	16	Irrecuperables

**FIGURA 2.4 ESTRUCTURA DE LAS 16 GRANDES PÉRDIDAS  
BASADAS EN LA DEFINICIÓN DEL JIPM**

**Pérdida 01 - Rotura (Equipment Breakdown)****Descripción:**

Pérdida de función del Equipo - Interrupciones no planificadas mayores a 10 min.

**Motivos:**

- Reemplazo de Componente
- Roturas
- Restablecimiento de función de componentes (sin cambio)
- Restauración de anomalía no planificada

**Pérdida 02 - Cambio de Formato (Changeover)****Descripción:**

Tiempo total utilizado (incluyendo ajustes necesarios) en pasar del último producto (a velocidad y calidad normales), hasta el primer producto de la próxima producción. (10 minutos trabajando en condiciones operativas de proceso).

**Motivos:**

- Cambio de Producto en Empaque
- Cambio de Producto en el Proceso
- Cambio de Formato

### **Pérdida 03 - Cambio de Herramientas de Corte (Cutting blade change)**

#### **Descripción:**

Pérdida por reemplazo de herramientas al término de la vida útil (desgaste normal) o insumos durante el proceso productivo.

#### **Motivos:**

- Cambio de mordaza
- Cambio de Cuchilla
- Cambio de Bobina
- Cambio de stretch
- Cambio de Teflón
- Cambio de cinta
- Cambio de tinta/cinta del codificador

### **Pérdida 04 - Inicio/Fin de Producción (Start Up / Ramp Down)**

#### **Descripción:**

**Inicio:** tiempo total utilizado (incluyendo ajustes) para alcanzar la velocidad y calidad normales (10 minutos trabajando en condiciones operativas de proceso). **Término / Fin de Producción:** tiempo para

parar la línea y establecer condiciones apropiadas para el comienzo de la producción.

**Motivos:**

- Inicio de Producción
- Fin de Producción

**Pérdida 05 - Pequeñas Interrupciones (Minor Stoppage) - Chokotei**

**Descripción:**

Interrupciones no planificadas menores o iguales a 10 min.

**Motivos:**

- Enroscar
- Ajustes
- Interrupciones menores a 10 min. No identificadas.

**Pérdida 06 - Velocidad (Speed)**

**Descripción:**

Pérdida de velocidad (medida en tiempo) de una línea trabajando a velocidad menor que la velocidad estándar para un producto / envase.

**Motivos:**

- Velocidad Reducida

**Pérdida 07 - Defectos y Retrabajos (Defects and Rework)****Descripción:**

Tiempo perdido en la producción de productos no conformes y tiempo para retrabajar productos no conformes on-line. (ej: disminuir la velocidad o parar la línea para retrabajo)

**Motivos:**

- Stretch
- Cartón
- Película
- Etiqueta
- Pegamento National
- Pegamento Fuller
- Pallet

**Pérdida 08 - Interrupciones Programadas (Shutdown)****Descripción:**

Esta pérdida se refiere a la interrupción programada de la línea causada por interrupciones de los equipos para mantenimiento /

inspección periódica y por interrupciones programadas para inspecciones legales durante la producción.

**Motivos:**

- Limpieza Programada Empaque
- Limpieza Programada Proceso
- Mantenimiento Planificado
- Prueba Planificada
- Falta de Material Conocido
- Comisión
- Falta de Mano de Obra Conocida
- Innovaciones / Proyectos
- Reuniones/Entrenamientos Programados

**Pérdida 09 - Gerenciamiento (Management)**

**Descripción:**

Pérdidas de tiempo generadas por problemas de gerenciamiento por falta de material, piezas de reposición, utilidades, esperar instrucciones, etc.

**Motivos:**

- Problemas de Comunicación

- Falta de piezas de Reposición
- Pérdida durante rampa de comisión
- Falta de aire comprimido
- Falta de Vapor
- Falta de Vacío
- Falta de Energía (interno)
- Falta de Energía (externo) frecuente o previsible
- Reuniones no programadas.
- Accidentes
- Riesgos de Seguridad

### **Pérdida 10 - Movimientos Operacionales (Operational Motion)**

#### **Descripción:**

Incluye pérdidas generadas por diferencias de habilidad y pérdidas atribuidas a layout ineficiente.

#### **Motivos:**

- Falta de Conocimiento
- Falla Ejecución Procedimiento

### **Pérdida 11 - Organización de la Línea (Line Organization)**

#### **Descripción:**

Pérdidas resultantes de la falta de operadores en la línea (ej: intervalo para comidas) y operadores que deben trabajar en más equipos que los que inicialmente se habían planificado.

#### **Motivos:**

- Falta Mano de Obra (alternancia, etc)
- Interrupción para café / comidas
- Esperando al técnico

### **Pérdida 12 - Logística (Logistics)**

#### **Descripción:**

Tiempo perdido en entregas ineficientes de materia prima o material de embalaje, productos, etc. para la línea, y remoción del producto final de la línea.

#### **Motivos:**

- Falta de Producto (Polvo)
- Falta de abastecimiento de insumos
- Falta de Polvo base



### **Pérdida 13 - Mediciones y Ajustes (Measurement & Adjustment)**

#### **Descripción:**

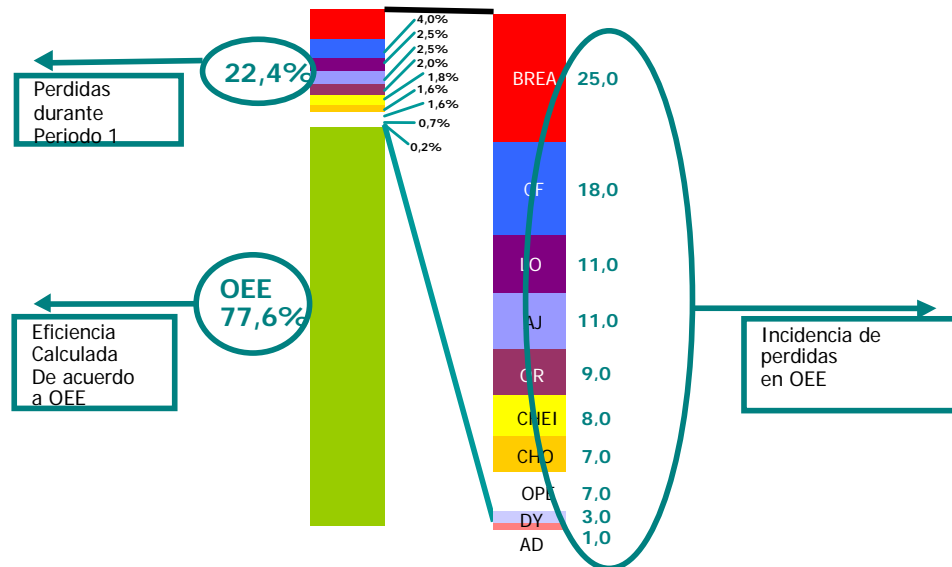
Esta pérdida es provocada por mediciones y ajustes frecuentes para prevenir la repetición de problemas (ej: defectos de la calidad)

#### **Motivos:**

- Ajuste Prevenir la Falta de Calidad
- Limpieza no Programada
- Peso fuera de lo especificado
- Limpieza Rutinaria por característica de la tecnología

Las pérdidas 14, 15 y 16 no se utilizan para el cálculo de la OEE ya que están relacionados con pérdidas de materiales y fuentes de Energía.

Para visualizar la incidencia de cada una de las pérdidas en los resultados de eficiencia OEE se los coloca en un gráfico llamado árbol de pérdidas en el cual se detallan por niveles la incidencia de las paradas.



**FIGURA 2.5 EJEMPLO DE ÁRBOL DE PÉRDIDAS**

Las pérdidas son identificadas en cascada, y reflejan la incidencia en cantidad y porcentaje de dicha pérdida en el total del área.

El próximo paso es abrir las mayores pérdidas e identificar las razones que afectan la OEE dependiendo del nivel de detalle que se recopile en la planta. En el ejemplo de la figura 2.5 se puede identificar cual es la mayor pérdida y se puede proceder a desglosarla en las paradas que la componen como se aprecia en la figura 2.6.

De esta forma podemos identificar cual es la parada mas significativa para la planta y poder direccionar los recursos para trabajar en reducir o evitar las mayores paradas.

Los análisis comparativos nos permiten identificar cuales son las pérdidas crónicas o recurrentes y cuales son las pérdidas esporádicas o puntuales del sistema. De este análisis debo seleccionar las pérdidas crónicas o recurrentes ya que al reducirlas se logra un mayor beneficio para la planta. Ver figura 2.8

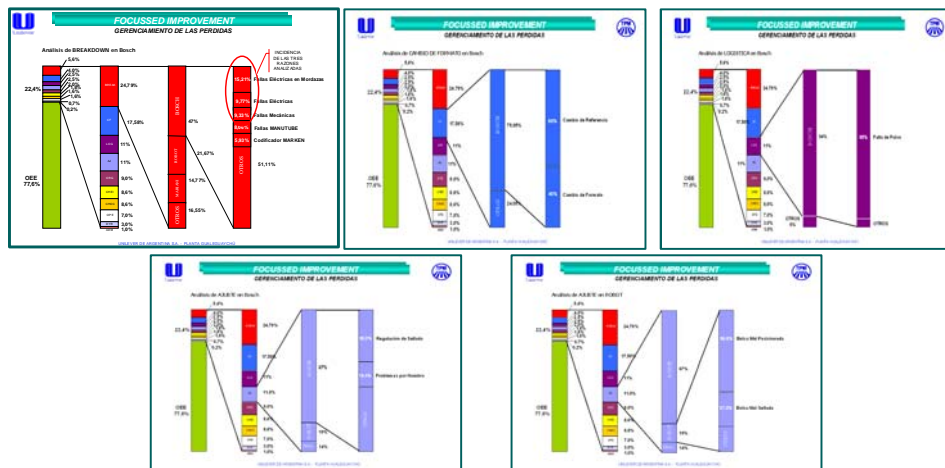


FIGURA 2.6 DESGLOSE DE LAS PÉRDIDAS POR NIVELES

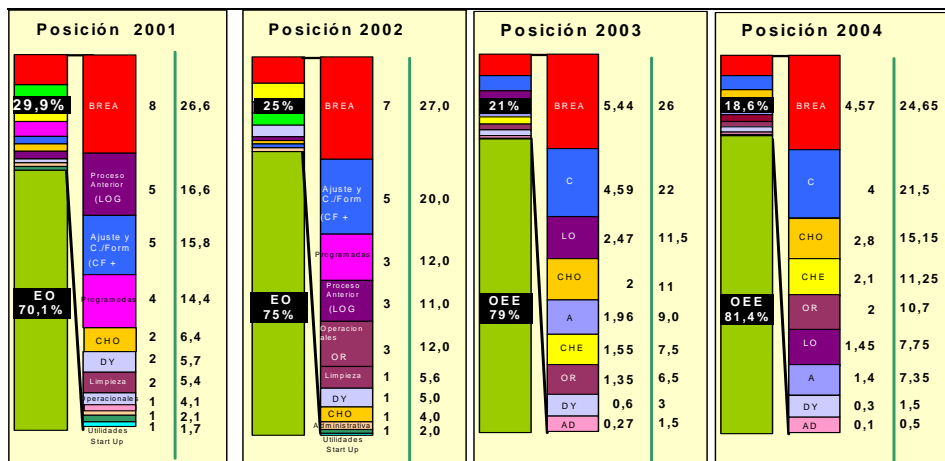


FIGURA 2.7 GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE EJERCICIOS

# CAPÍTULO 3

## 3. DESCRIPCION DEL PROCESO Y SELECCIÓN DE LA LINEA

### 3.1 Descripción del proceso de elaboración de helados.

Este proyecto se desarrolla en una planta con 7 líneas productivas y maneja 120 productos agrupados en 4 categorías. En total esta planta produce 14 millones de litros de helado al año; 60% de este volumen corresponde al llenado de potes o productos para consumo en el hogar, 20% corresponde a producto moldado, 15% a extruidos y el 5% a conos.

Debido a la tendencia en crecimiento de volumen y el constante incremento de los costos de producción han generado una demanda de proyectos de ahorro y la necesidad de implementar proyectos de mejora de la eficiencia en las líneas de mayor ocupación y desperdicio.

En este capítulo se analiza el proceso de fabricación de helados en una línea de productos moldados y se identifica cual es la línea que requiere la aplicación de mejoras a fin de lograr el mayor beneficio para el negocio.

Para identificar la línea se realiza un análisis de volumen y contribución de horas perdidas que afectan la eficiencia.

El proceso de fabricación de helados se compone de 5 pasos previos a la distribución de los mismos.

Recepción y almacenamiento de materias primas.

Este es el primer paso en el proceso de fabricación de helados. En este paso se recibe y verifica que los materiales productivos cumplan con todos los requisitos de calidad.

Durante la recepción cada lote es muestreado para analizar para revisar el estado en que se encuentra y el cumplimiento de las especificaciones.

Luego los materiales son almacenados en las diferentes bodegas según el tipo de material al que corresponda.

Cada tipo de producto tiene su ubicación específica que garantice su fácil extracción y conservación dentro de las instalaciones.



**FIGURA 3.1 RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS**

Mezcla de ingredientes.

Dependiendo del tipo de helado a elaborar se procede a pesar los ingredientes de acuerdo a la fórmula especificada. Los componentes básicos de un helado son: leche, suero de leche, azúcar, estabilizadores, emulsificantes y grasa vegetal.

En el tanque de mezcla se dosifican los materiales siguiendo una secuencia que garantiza que todos se disuelven con agua precalentada a 80 °C. Completamente disueltos los ingredientes se bombea al equipo de pasteurización.



**FIGURA 3.2 MEZCLA DE INGREDIENTES**

Pasteurización y homogenizado.

Proceso que ayuda a eliminar la carga bacteriológica inicial existente en los ingredientes. Este proceso se realiza en un equipo HTST, lo que significa alta temperatura por corto tiempo.

Se pasa la mezcla por un intercambiador de placas a 80 °C, luego recircula por tubos de retención de 20 segundos eliminando el 90% de la carga bacteriológica.

La mezcla pasteurizada se homogeniza en un equipo de alta presión y se deposita en los tanques de maduración donde se agregan los saborizantes finales y se deja reposar la mixturas.



**FIGURA 3.3 PASTEURIZACIÓN Y HOMOGENIZADO**

Maduración.

Se procede a adicionar las colorantes, esencias y jaleas de frutas a la crema base definiendo el sabor con el que va a ser elaborado y se deja reposar la mixtura para que los emulsificantes y estabilizantes

cristalicen los gránulos de grasa vegetal que más adelante van a permitir la adición de aire en los helados.



**FIGURA 3.4 MADURACIÓN**

Batido y congelación.

La crema madurada pasa a los “freezers” por tuberías aisladas térmicamente donde se procede a batir la crema incorporándole aire y congelarla rápidamente para evitar la formación de grandes cristales de hielo.

Finalmente la mezcla sale a 2 °C y se procede a llenar los respectivos envases así como empaquetados en bolsas de papel o papel sellado.



**FIGURA 3.5 BATIDO Y CONGELACIÓN**



Endurecimiento.

El producto envasado y sellado pasa a las cámaras de endurecimiento a  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  para proceder a la congelación total de sus componentes, aproximadamente por 12 horas según el volumen y tipo de producto.



**FIGURA 3.6 ENDURECIMIENTO**

Distribución.

El producto terminado es transferido a las cámaras de distribución donde es almacenado y distribuido finalmente a los clientes en camiones con cámaras refrigeradas y entregado al consumidor en carritos o mediante congeladores en puntos de venta.

Este es el ambiente propio y adecuado para la conservación de los helados desde su fabricación hasta la entrega al consumidor final, conservando su forma, sabor y textura original.



**FIGURA 3.7 DISTRIBUCIÓN**

### **3.2 OEE y análisis del árbol de pérdidas.**

Para este capítulo es fundamental empezar con la identificación del problema a fin de definir claramente el mismo y reconocer su importancia para el negocio.

Para esto fue necesario realizar un monitoreo a los parámetros de eficiencia controlados por la fábrica y descubrir las causas fundamentales del problema.

Siendo la medición de O.E.E. Overall Equipment Efficiency, el parámetro más relevante para la fábrica, realicé un seguimiento a los resultados del 2007.

En el análisis encontré que las mayores pérdidas de la planta se generan por cambios de formato, averías y gerenciamiento. Ver cálculos en apéndice A.

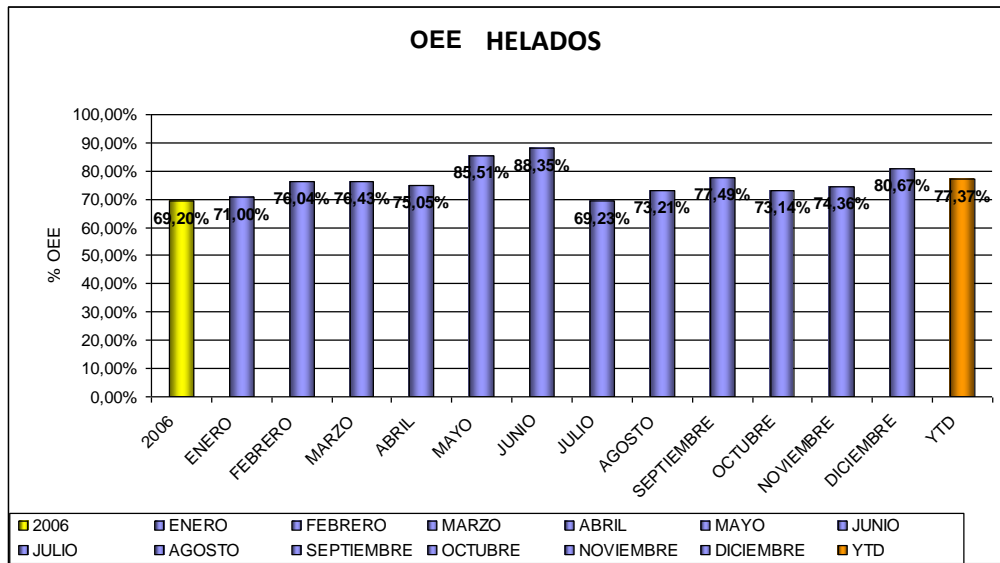


FIGURA 3.8 O.E.E. TOTAL FABRICA HELADOS 2007

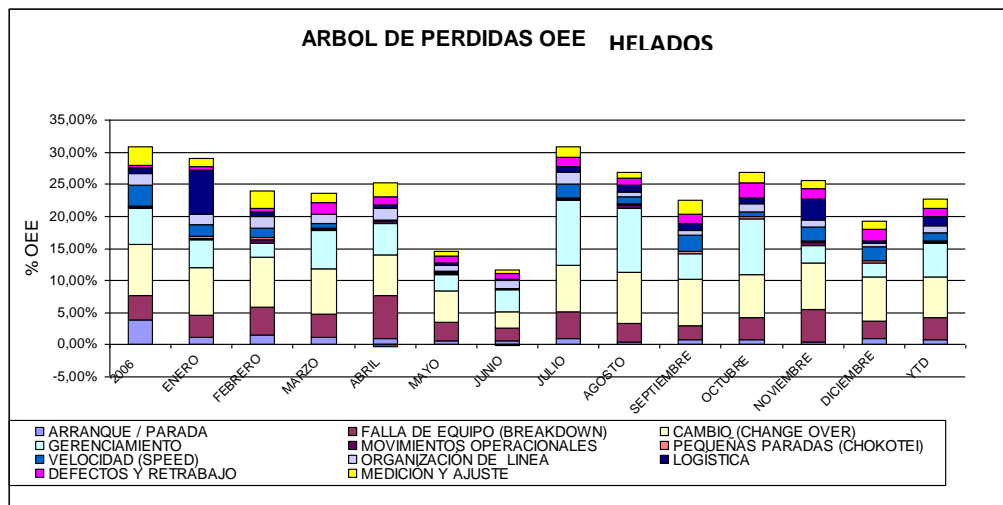
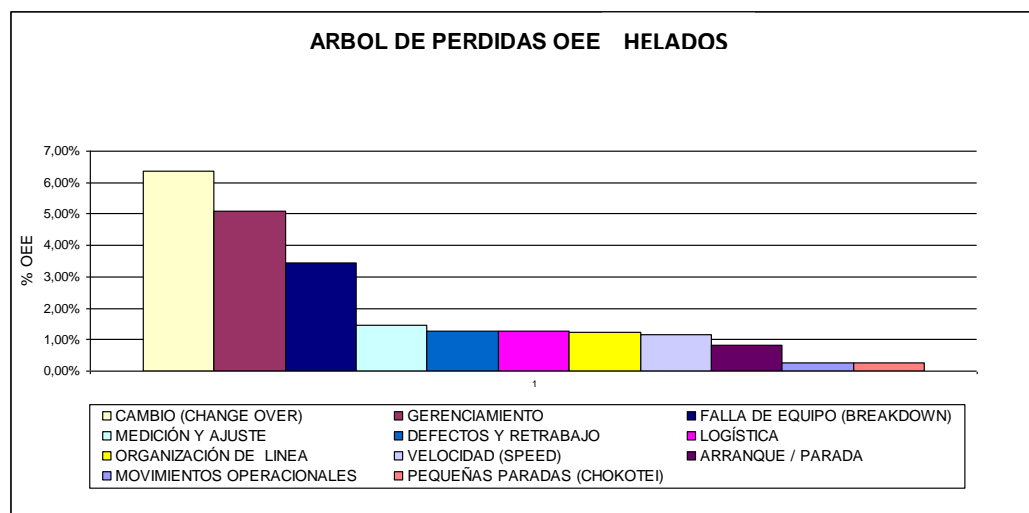


FIGURA 3.9 ÁRBOL DE PÉRDIDAS TOTAL FABRICA HELADOS 2007

Realizando un análisis de Pareto de las pérdidas se puede visualizar claramente que el 6.37% de las pérdidas de la planta se encuentran en el cambio de formato habiendo generado un total de 1496 horas. Las horas perdidas por gerenciamiento fueron 1192 horas dejando un

porcentaje de pérdida total de 5.08%. La tercera pérdida más importante es averías, al generar un 3.45% de pérdidas, producto de un total de 811 horas.

En base a este análisis se determina que la pérdida más representativa de la fábrica es la pérdida de cambio de formato por lo que es seleccionada como un proyecto de mejora.

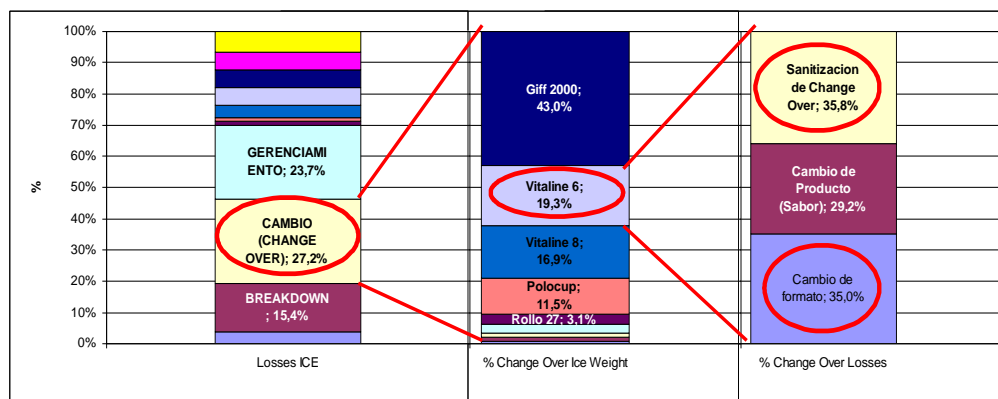


**FIGURA 3.10 PARETO PÉRDIDAS TOTAL FABRICA HELADOS 2007**

La pérdida por cambio de formato es el 27% del total de horas perdidas en la planta, ver figura 3.11 siendo la línea que más contribuye la línea GIFF2000 con 43% seguida por la línea Vitaline 6 que posee el 19% de las horas perdidas por cambios de formato. Ver cálculos en apéndice A.

La línea GIFF 2000 es una línea manual con un alto número de SKUS que no presenta complicación ninguna con respecto al cambio al ser una línea de llenado directo con pocos ajustes y calibraciones así como pocos equipos auxiliares.

La línea Vitaline 6 es una línea de tecnología de moldes con un proceso de cambio complejo con varios puntos de ajustes y calibraciones así como un gran número de equipos auxiliares que necesitan ser instalados o removidos en cada cambio por lo que se convierte en la línea de atención para la reducción de cambios de formato.

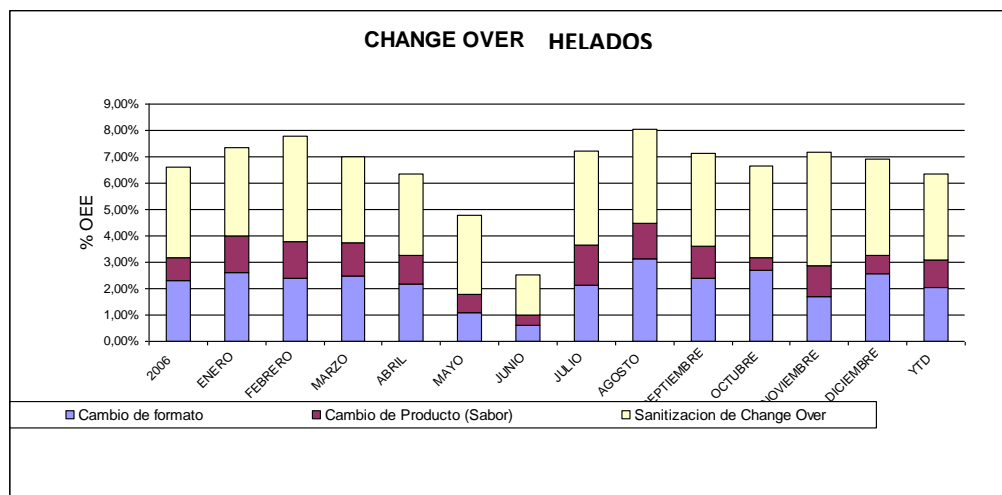


**FIGURA 3.11 ÁRBOL DE PÉRDIDAS EN 3 NIVELES TOTAL FABRICA HELADOS 2007**

Una vez identificada la pérdida y la línea a reducir realicé un seguimiento a los resultados de la pérdida de cambio de formato en la

planta de helados para identificar alteraciones en la tendencia o resultados esporádicos.

Como se puede ver en la figura 3.12 la pérdida por cambio de formato es constante en el tiempo y siempre mayor a 6% a excepción de los meses de Mayo y Julio los que no son representativos para el análisis de esta tesis ya que en estos meses la planta estuvo en mantenimiento preventivo lo que produce un resultado controlado despreciable para este estudio.



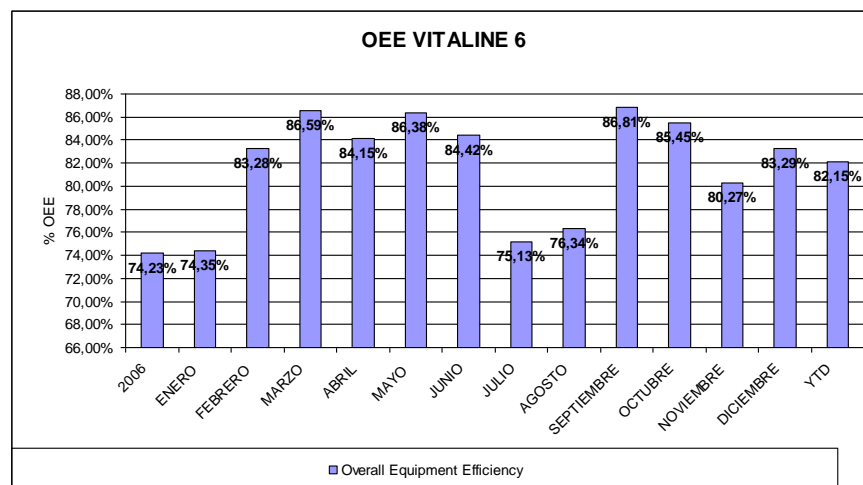
**FIGURA 3.12 DESGLOSE PÉRDIDA CAMBIO DE FORMATO TOTAL FABRICA HELADOS 2007**

Este análisis también indica que la pérdida de cambio de formato está compuesta por 3 paradas. La parada por cambio de piezas en la máquina, los cambios de sabor en los que se utilizan las mismas piezas y solo se realiza un cambio en el producto a empacar y la

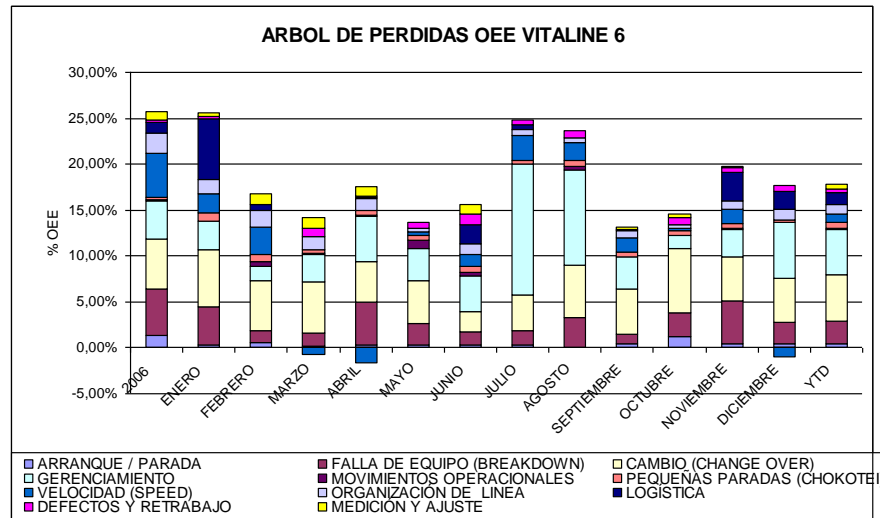
sanitización de cambio de formato que representa el tiempo en que la línea está en limpieza después de cada cambio ya sea de formato o de sabor.

Paralelamente empecé el análisis de los resultados de la OEE de la línea de nuestro estudio, la Vitaline 6, y encontré un incremento considerable comparándola con el año 2006 influenciado fuertemente por una reducción en la pérdida de logística.

Adicionalmente encontré que se dieron grandes pérdidas clasificadas bajo la denominación pérdida de gerenciamiento, durante los meses de Julio y Agosto, pero fueron descartados por no ser parte de las pérdidas de interés, cambios de formato.

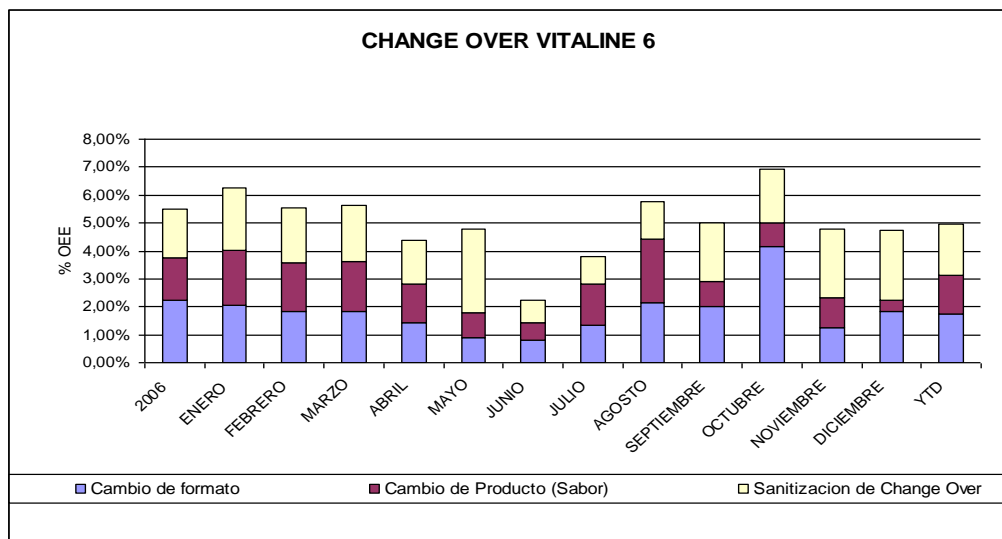


**FIGURA 3.13 DESGLOSE O.E.E. VITALINE 6 2007**



**FIGURA 3.14 ÁRBOL DE PÉRDIDAS VITALINE 6 2007**

Analizando los resultados de la pérdida de cambio de formato en la línea Vitaline 6 se encuentra que la misma ha sufrido una reducción si comparamos los resultados totales 2007 versus 2006 manteniendo la misma distribución de las pérdidas.



**FIGURA 3.15 PÉRDIDA DE CHANGE OVER VITALINE 6 2007**



Este análisis indica que la línea gasta la misma cantidad de tiempo en cambios de formato completo de piezas y partes así como cambios de sabor. Esto indica que la línea realiza una mayor cantidad de cambios de sabor que de cambios de formato completos.

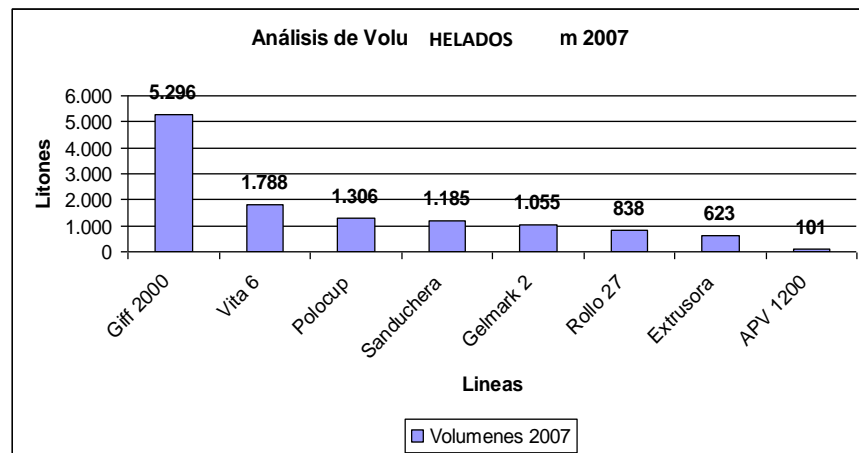
Además la figura 3.15 indica que de las tres paradas que componen a la pérdida de cambio de formato, la parada por limpieza o sanitización de cambio de formato equivale al 30% de los tiempos de cambio de formato convirtiéndose en la actividad individual del cambio de formato de mayor duración.

### **3.3. Análisis de Volúmenes**

El segundo análisis para la selección de la línea es el análisis de Volúmenes ya que este me servirá para identificar cual es la línea de mayor relevancia en el volumen total de fabricación de la planta y me permitirá canalizar los esfuerzos hacia la línea que mayor cantidad de tiempo disponible necesite. Ver cálculos en apéndice B.

Analizando la figura 3.16 se encuentra que la línea de mayor volumen es la línea Giff 2000, seguida de la Vitaline 6. Para este proyecto la línea Giff 2000 fue descartada ya que esta línea posee tiempos de cambio promedios de 15 min. ya que esta línea posee 70 SKUs y el

proceso de cambio es simple al tratarse de enjuagues rápidos entre un SKU y el siguiente.



**FIGURA 3.16 ANÁLISIS DE VOLÚMENES HELADOS 2007**

### 3.4. Selección de la línea y pérdida a reducir

Combinando los resultados de los análisis anteriores se puede inferir que la pérdida más representativa para la planta de helados es la pérdida de cambio de formato. Podemos decir también que la línea con mayor influencia en los tiempos perdidos por cambio de formato es la línea Vitaline 6 y esta misma línea es la segunda en importancia en el volumen total de la planta.

Por lo tanto se selecciona a la línea Vitaline 6 como la línea para la aplicación de la metodología SMED para la reducción de pérdidas de cambio de formato.

# CAPÍTULO 4

## 4. ANALISIS DEL CAMBIO DE FORMATO

### 4.1 Descripción del proceso de cambio de formato

La línea Vitaline 6 puede fabricar 7 SKUs y en promedio realiza 3 cambios de formato y 5 cambios de sabor por semana y los tiempos empleados en el cambio de formato varían desde los 30 min. a los 120 min. tal como muestra la tabla 1.

Analizando los distintos cambios de formato que se realizan en la línea se escogió al cambio de crema real gigante ya que es el cambio más complejo de la línea al ser un helado de 2 sabores con el mayor número de ajustes y calibraciones.

El proceso de cambio de formato es realizado por 5 personas, 1 operador, 1 ayudante y 3 auxiliares los cuales realizan una serie de

actividades de acuerdo a su función lo cual se puede representar gráficamente en un diagrama de actividades conjuntas. Ver figura 4.1

**TABLA 1**

**MATRIZ DE TIEMPOS DE CAMBIO DE FORMATO**

MAQUINA	PRODUCTOS	BOING PALETA 65X60ML	CREMA REAL GIGANTE NARANJA C. 60UN	GEMELO CHOCO LECHE CJ 50UN	GEMELO LIMON NARANJA 1X50X100ML	PINGUINO AQUA SPLASH 64X50ML	PINGUINO GEMELO YOGURT MORA 50X100ML	PINGÜINO SUMERGIO 44X60ML
VITALINE 6	BOING PALETA 65X60ML	0	120	120	120	120	120	120
	CREMA REAL GIGANTE NARANJA CJ 60UN	120	0	120	120	120	120	120
	GEMELO CHOCO LECHE CJ 50UN	120	120	0	30	120	30	120
	GEMELO LIMON NARANJA 1X50X100ML	120	120	30	0	120	30	120
	PINGUINO AQUA SPLASH 64X50ML	120	120	120	120	0	120	120
	PINGUINO GEMELO YOGURT MORA 50X100ML	120	120	30	30	120	0	120
	PINGÜINO SUMERGIO 44X60ML	120	120	120	120	120	120	0

Así mismo en este diagrama puedo identificar que el operador realiza 12 actividades, el ayudante realiza 11 actividades y los auxiliares en promedio realizan 7 actividades que no se encuentran distribuidas equitativamente entre ellos.

ACTIVIDADES DEL OPERADOR	TIEMPO (min)	Ayudante	TIEMPO (min)	Auxiliar 1	TIEMPO (min)	Auxiliar 2	TIEMPO (min)	Auxiliar 3	
DESENERGIZAR MAQUINA	1	VERIFICAR RESISTENCIAS DESCONECTADAS	1	COLOCAR PLATAFORMA DE PALLILERA Y TOLVAS	1	LIMPIAR PISOS Y ALCANTARILLA	1	LIMPIAR PISOS Y ALCANTARILLA	
	2	PROTEGER PARTES ELECTRICAS	2		2		2		
	5		5		5				
MONTAR TUBERIAS CIP	6	ASEGURAR LA EMBOLSADORA ( STOP )	6		6		6		6
	7		7		7		7		
	8		COLOCAR GUIAS DE PORTA ROLLOS		8		8		8
	15	15		15					
	16	16		16					
	17	17		17					
	18	18		18					
	20	COLOCAR PLATAFORMA DE EMBOLSADORA	20	20	20				
21	21		21						
25	25		25						
REALIZAR CIP	26	COLOCAR VIDEO JET	26	ARMAR DUCHAS	26	ETIQUETAR CARTONES	26		
	27		27		27				
	28		28		28				
	30		30	30					
	31		ABRIR INGRESO AGUA A TINAS 1, 2, 3	31	31		31		
	35			35	35				
	36			COLOCAR MOLDES	36		COLOCAR MOLDES	36	
45	45	45							
46	46	46							
47	47	47							
48	48	48							
50	50	50							
MEDIR LA DENSIDAD DE CLORURO	51	PREPARAR EMBOLSADORA	51	PRENDER BOMBAS Y ABRIR VAPOR	51	REPORTAR PAMCOS	51		
	55		55		55				
	56		56		56				
PREPARAR CLORURO	60		60	60					
	61		LIMPIAR MOLDES	61	LIMPIAR MOLDES		61		
	70			70			70		
71	71			71					
75	75			75					
RECIRCULAR CLORURO	76		COLOCAR BARRAS	76	LIMPIAR SUCCIONADORA		76	PEDIR MATERIALES	76
	77			77			77		
	78	78		78					
ARMAR LINEAS DE PRODUCCION	85	COLOCAR ROLLOS	85	LIMPIAR SUCCIONADORA	85	LIMPIAR SELLADORA	85		
	86		86		86				
	87		87		87				
CALIBRAR SUCCIONADORA	88	COLOCAR BARRAS	88	LIMPIAR SUCCIONADORA	88	LIMPIAR SELLADORA	88		
	95		95		95				
	96		96		96				
CALIBRAR PALILLERA	105	COLOCAR BARRAS	105	LIMPIAR PALILLERA	105	LIMPIAR BANDAS	105		
	106		106		106				
	110		110		110				
	117		117		117				
CALIBRAR PALILLERA	118	CALIBRAR TIEMPO DEL HELADO	118	DESOCUPADO	118	LIMPIAR BANDAS	118		
	120		120		120				
	121		121		121				
	122		122		122				
	123		123		123				
CALIBRAR TOLVA 1, 2, 3	125	COLOCAR CARRILERAS	125	DESOCUPADO	125	LIMPIAR TOLVA 1, 2, 3	125		
	126		126		126				
	130		130		130				
	131		131		131				
CALIBRAR DOSIFICACION EN TOLVAS	132	DESOCUPADO	132	DESOCUPADO	132	DESOCUPADO	132		
	133		133		133				
	140		140		140				
CONECTAR FREEZER A MAQUINA	141	DESOCUPADO	141	DESOCUPADO	141	DESOCUPADO	141		
	160		160		160				

**FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS**

#### 4.2 Análisis de actividades y tiempos del cambio de formato

Con el diagrama de operaciones conjuntas puedo identificar que el tiempo total del cambio de formato es de 160 min. y que no todos los involucrados necesitan este tiempo para cumplir con las actividades a su cargo.

**TABLA 2**  
**DURACIÓN CAMBIO FORMATO VITALINE 6**

Actividades	Tiempo
Change Over VITALINE 6	160
OPERADOR	160
AYUDANTE	132
AUXILIAR 2	145
AUXILIAR 1	105
AUXILIAR 3	130

De este análisis puedo identificar que los auxiliares tienen en promedio un 20% de tiempo de espera o tiempo ocioso mientras que el operador se encuentra recargado con actividades individuales, así como podemos resaltar que el ayudante se dedica exclusivamente al cambio de piezas y partes en la embolsadora.

**TABLA 3**  
**ESCENARIO BASE CAMBIO FORMATO VITALINE 6**

Escenario BASE						
Tiempo 160	min	Oper	Ayud	Aux 1	Aux 2	Aux 3
COMPARTIDA		44%	0%	25%	50%	9%
INDIVIDUAL		56%	82%	41%	41%	72%
ESPERA		0%	18%	34%	9%	19%

#### 4.3 Análisis de actividades y responsabilidades

En el análisis de actividades y responsabilidades se busca identificar cuales son las actividades que realiza cada uno de los involucrados en el cambio de formato.

Las actividades que realiza el operador son:

- Desenergizar máquina
- Montar tuberías Cip
- Realizar Cip
- Medir la densidad de cloruro
- Preparar cloruro
- Re-circular cloruro

- Armar líneas de producción
- Calibrar succionadora
- Calibrar Palillera
- Calibrar Tolva 1, 2, 3
- Calibrar dosificación en tolvas
- Conectar freezer a máquina

Las actividades que realiza el ayudante son:

- Verificar resistencias desconectadas
- Proteger partes eléctricas
- Asegurar la embolsadora ( stop )
- Colocar guías de porta rollos
- Colocar plataforma de embolsadora
- Colocar Video jet
- Preparar embolsadora
- Colocar rollos
- Colocar barras
- Calibrar tiempo del helado
- Colocar carrileras

Las actividades que realizan los auxiliares son:

- Abrir ingreso agua a tinas 1, 2, 3



- Limpiar bandas
- Colocar moldes
- Limpiar duchas
- Etiquetar cartones
- Lavar moldes
- Limpiar palillera
- Pedir materiales
- Limpiar pisos y alcantarilla
- Limpiar plataforma de palillera y tolvas
- Prender la bombas y abrir vapor
- Proteger los paneles eléctricos
- Reportar Pamcos
- Limpiar selladora
- Limpiar succionadora
- Limpiar tolva 1, 2, 3

#### **4.4 Identificación de actividades internas y externas**

Una vez establecidas las actividades necesarias para el cambio de formato por persona empecé la identificación de las actividades que efectivamente requieren que la línea este parada o actividades internas y las que podrían realizarse con la línea en operación o paralelamente.

Para este análisis utilicé también el diagrama de operaciones conjuntas de donde identificamos que tanto el operador como todos los auxiliares realizaban actividades de cambio de formato con máquina parada cuando las mismas podrían hacerse con la máquina en operación antes o después del cambio de formato.

**TABLA 4**

**ACTIVIDADES EXTERIORIZADAS CAMBIO FORMATO VITALINE 6**

<b>RESPONSABLE</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DURACION</b>
OPERADOR	MEDIR DENSIDAD DE CLORURO	5
OPERADOR	PREPARAR CLORURO	10
OP y AUXILIAR 2	CALIBRAR SUCCIONADORA	60
AUXILIAR 2 y 3	LIMPIAR PISOS Y ALCANTARILLA	15
AUXILIAR 1	COLOCAR PLATAFORMA DE PALLILERA Y TOLVAS	20
AUXILIAR 2	ETIQUETAR CARTONES	20
AUXILIAR 2	REPORTAR PAMCOS	20
AUXILIAR 2	PEDIR MATERIALES	30
AUXILIAR 2	LIMPIAR SELLADORA	20
AUXILIAR 2	PROTEGER LOS PANELES ELECTRICOS	5

ACTIVIDADES DEL OPERADOR	TIEMPO (min)	Ayudante	TIEMPO (min)	Auxiliar 1	TIEMPO (min)	Auxiliar 2	TIEMPO (min)	Auxiliar 3
MONTAR TUBERIAS CIP	1	VERIFICAR RESISTENCIAS DESCONECTADAS	1	COLOCAR PLATAFORMA DE PALLILERA Y TOLVAS	1	LIMPIAR PISOS Y ALCANTARILLA	1	LIMPIAR PISOS Y ALCANTARILLA
	5	PROTEGER PARTES ELECTRICAS	5		5		5	
	6		6		6		6	
	7	ASEGURAR LA EMBOLSADORA ( STOP )	7		7		7	
	15	COLOCAR GUIAS DE PORTA ROLLOS	15		15		15	
REALIZAR CIP	17		17		17	ETIQUETAR CARTONES	17	ETIQUETAR CARTONES
	21	COLOCAR PLATAFORMA DE EMBOLSADORA	21	ARMAR DUCHAS	21	DESOCUPADO	21	REPORTAR PAMCOS
	27		27	ABRIR INGRESO AGUA A TINAS 1, 2, 3	27		27	
	30		30		30		30	
40		40		40		40		
MEDIR LA DENSIDAD DE CLORURO	41	COLOCAR VIDEO JET	41	COLOCAR MOLDES	41	COLOCAR MOLDES	41	REPORTAR PAMCOS
	45		45		45		45	
PREPARAR CLORURO	46	PREPARAR EMBOLSADORA	46	LAVAR MOLDES	46	LIMPIAR SUCCIONADORA	46	PEDIR MATERIALES
	47		47		47		47	
	48		48		48		48	
RECIRCULAR CLORURO	55		55		55		55	PEDIR MATERIALES
	70		70		70		70	
ARMAR LINEAS DE PRODUCCION	75		75	PRENDER BOMBAS Y ABRIR VAPOR	75		75	LIMPIAR SELLADORA
	77		77		77		77	
	78		78		78		78	
CALIBRAR SUCCIONADORA	80	COLOCAR ROLLOS	80	LAVAR MOLDES	80	LIMPIAR SUCCIONADORA	80	LIMPIAR SELLADORA
	81		81		81			
	87		87		87		87	
	88		88		88		88	
CALIBRAR PALILLERA	90		90		90		90	LIMPIAR BANDAS
	95		95		95		95	
	96		96		96		96	
	105		105		105	LIMPIAR PALILLERA	105	
	106	COLOCAR BARRAS	106	DESOCUPADO	106		106	
	110		110		110		110	
	111		111		111		111	
115		115		115		115		
CALIBRAR TOLVA 1, 2, 3	116		116	LIMPIAR TOLVA 1, 2, 3	116	LIMPIAR TOLVA 1, 2, 3	116	PROTEGER LOS PANELES ELECTRICOS
	117		117		117		117	
	121	CALIBRAR TIEMPO DEL HELADO	121				121	
CALIBRAR DOSIFICACION EN TOLVAS	122		122		122		122	DESOCUPADO
	125	COLOCACION DE CARRILERAS	125		125		125	
CONECTAR FREEZER A MAQUINA	126		126		126		126	DESOCUPADO
	135		135		135		135	
CONECTAR FREEZER A MAQUINA	136	DESOCUPADO	136	CONECTAR FREEZER A MAQUINA	136	CONECTAR FREEZER A MAQUINA	136	DESOCUPADO
	140		140		140		140	

**FIGURA 4.2 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS INTERNAS Y EXTERNAS CAMBIO FORMATO VITALINE 6**

# CAPÍTULO 5

## 5. APLICACIÓN SMED

### 5.1 Exteriorización de actividades

La exteriorización de actividades consiste en el entendimiento de cada actividad que tenga la necesidad de contar con la máquina parada para poder ejecutarla. Para realizar esta clasificación se realizó un análisis individual de las actividades en conjunto con los operadores y técnicos de planta.

De este análisis se encontró que las siguientes actividades no requieren máquina parada.

- Medir densidad de cloruro
- Preparar cloruro
- Armado de succionadora
- Mover plataforma de palillera y tolvas

- Reportar Pamco
- Etiquetar cartones
- Limpiar pisos y alcantarilla
- Pedir materiales
- Limpiar selladora
- Limpiar palillera
- Proteger los paneles eléctricos

Estas actividades fueron exteriorizadas al balancear la carga laboral del personal de la línea e incluirlas dentro del listado de inspección de operación realizado durante el proceso anterior al cambio de formato.

La exteriorización de actividades no requirió inversión alguna solo un reordenamiento de la secuencia de las actividades y de la carga laboral de las personas.

El mayor desafío en esta etapa es la adaptación del personal al nuevo procedimiento de cambio de formato por lo que capacitación frecuente es requerida.

Una vez identificadas las actividades externas procedí al análisis de cada una de ellas y al reordenamiento y balanceo de las actividades de la línea quedando el diagrama como el indicado en la figura 5.1

ACTIVIDADES DEL OPERADOR	TIEMPO (min)	Ayudante	TIEMPO (min)	Auxiliar 1	TIEMPO (min)	Auxiliar 2	TIEMPO (min)	Auxiliar 3
MEDIR DE DENSIDAD DE CLORURO	1	<b>OPERACIÓN DE LINEA</b>	1	<b>OPERACIÓN DE LINEA</b>	1	<b>OPERACIÓN DE LINEA</b>	1	LIMPIAR PISOS Y ALCANTARILLA
	3		3		3		3	
	5		5		5		5	
	6		6		6		6	
PREPARAR CLORURO	12		12		12		12	
	13		13		13		13	
	14		14		14		14	
	15		15		15		15	
	16		16		16		16	
	29		29		29		29	
	30		30		30		30	
	31		31		31		31	
PREPARAR SUCCIONADORA	32		32		32		32	PEDIR MATERIALES
	33		33		33		33	
	34		34		34		34	
	47		47		47		47	
	48		48		48		48	
	49		49		49		49	
	50		50		50		50	
	51		51		51		51	
	52		52		52		52	
	59		59		59		59	
	60		60		60		60	
COLOCAR PLATAFORMA DE PALLILERA Y TOLVAS	61		61		61		61	LIMPIAR SELLADORA
	62		62		62		62	
	63		63		63		63	
	64		64		64		64	
	65		65		65		65	
	66		66		66		66	
	67		67		67		67	
	68		68		68		68	
	69		69		69		69	
	70		70		70		70	
	71		71		71		71	
	80		80		80		80	
	81		81		81		81	
REPORTE DE PAMCOS	82		82		82		82	PROTEGER LOS PANELES ELECTRICOS
	83		83		83		83	
	84		84		84		84	
	85		85		85		85	
	86		86		86		86	
	90		90		90		90	
	91		91		91		91	
	96		96		96		96	
	97		97		97		97	
ETIQUETEAR CARTONES	98		98		98		98	DESOCUPADO
	99		99		99		99	
	100		100		100		100	
	101		101		101		101	

**FIGURA 5.1 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS EXTERNAS  
CAMBIO FORMATO VITALINE 6**

Durante el balanceo de la línea se distribuyeron las horas hombre requeridas para el cambio de formato entre los operadores de la línea, agrupando áreas de atención o habilidades y capacitación requerida.

En este punto se definió que la limpieza quedaría a cargo exclusivamente de los auxiliares, el ayudante se encargará de todas las actividades relacionadas a la embolsadora y el operador se dedicará a las actividades de calibración y puesta en marcha.

Una vez normalizado el proceso de cambio de formato se logró reducir el tiempo de cambio de formato a 100 min. y se balanceo la carga laboral de los 3 auxiliares. Ver figura 5.2

**TABLA 5**  
**ESCENARIO 2 CAMBIO FORMATO VITALINE 6**

<b>Cambio de Formato – Exteriorización de Actividades</b>						
Time 100	min	Oper	Ayud	Aux1	Aux2	Aux3
COMPARTIDA		50%	0%	83%	83%	15%
INDIVIDUAL		50%	97%	5%	5%	70%
ESPERA		0%	3%	12%	12%	15%

## 5.2 Descripción y análisis de actividades internas

Las actividades internas son aquellas actividades que requieren que la máquina se encuentre detenida para poder ser ejecutada, esto implica que no puede haber producción durante este tiempo y es aquí donde se debe poner la mayor atención y esfuerzo para reducir los tiempos de cambio.

Para identificar las actividades internas que pueden ser mejoradas es necesario realizar un análisis conjunto con los operadores y personal técnico de cada una de las actividades de la línea buscando en primera instancia reducir las actividades que más tiempo duran, las

dificultades que encuentran los operadores para ejecutarlas y la complejidad para realizar las mismas.

Una vez que se han identificado las actividades que requieren de la máquina parada es necesario evaluar las habilidades y herramientas requeridas así como la complejidad y disponibilidad de los materiales.

Las actividades que fueron identificadas son:

- Limpieza de duchas

Consiste en desarmar el sistema de duchas que permite el desmolde de los helados. Para realizar esta actividad es necesario desmontar todo el sistema para poder cepillarlo por fuera para luego volverlo a instalar. En este sistema se encuentran varios tipos y tamaños distintos de tuercas por lo que el uso de varias herramientas es requerido.

La complejidad de esta actividad implica también que el operador que la realiza este familiarizado con el sistema y haya recibido la capacitación necesaria.

- Limpieza y calibración de video Jets

Esta actividad requiere una capacitación especializada por parte del técnico de video jets por su complejidad y riesgo. Consiste en



desarmar el equipo para limpiarlo con los químicos apropiados para luego proceder a la calibración del marcado como la carga de datos en el equipo con los valores de la producción siguiente. Este paso es vital para el control de calidad y trazabilidad de los productos.

- Lavado de moldes

El lavado de moldes consiste en la limpieza de los moldes que fueron retirados de la línea para poder ser almacenados. Esta es una actividad que se realiza a mano y no cuenta con las herramientas apropiadas.

- Colocación de carrileras

Consiste en la colocación de las carrileras de la embolsadora, las cuales conducen los helados durante su proceso de embalaje. Estas carrileras son distintas para cada tipo de producto y en la actualidad están sujetas por varios tipos y tamaños de tuercas además que las guardas que las protegen son difíciles de remover por la misma razón.

ACTIVIDADES DEL OPERADOR	TIEMPO (min)	Ayudante	TIEMPO (min)	Auxiliar 1	TIEMPO (min)	Auxiliar 2	TIEMPO (min)	Auxiliar 3			
<b>PROCESO DE CAMBIO DE FORMATO</b>											
MONTAR TUBERIAS CIP	1	VERIFICAR RESISTENCIAS DESCONECTADAS	1	ABRIR INGRESO AGUA A TINAS 1, 2, 3	1	LIMPIAR DUCHAS	1	LIMPIAR BANDAS			
	2	PROTEGER PARTES ELECTRICAS	2		2		2				
	5		5		5						
	6	ASEGURAR LA EMBOLSADORA ( STOP )	6	COLOCAR MOLDES	6	COLOCAR MOLDES	6				
	7		7		7						
	8	COLOCAR GUIAS DE PORTA ROLLOS	8		8		8				
	17		17		17						
18	COLOCAR PLATAFORMA DE EMBOLSADORA	18	18		18						
20		20	20								
21		21	21								
REALIZAR CIP	27	CALIBRAR EMBOLSADORA	27	CONECTAR FREEZER A MAQUINA	CONECTAR FREEZER A MAQUINA	LIMPIAR VIDEO JET	27				
	28		28				28				
PRENDER BOMBAS Y ABRIR VAPOR	40		40				40	40			
	41		41				41	41			
RECIRCULAR CLORURO	45		45				45	45			
	46		COLOCAR ROLLOS				46	LIMPIAR TOLVA 1, 2, 3	LIMPIAR TOLVA 1, 2, 3	LAVAR MOLDES	46
	53						53				53
	54	COLOCAR BARRAS	54	COLOCAR CARRILERAS	COLOCAR CARRILERAS	54					
57	57		57								
ARMAR LINEAS DE PRODUCCION	58	COLOCAR BARRAS	58	DESOCUPADO	DESOCUPADO	DESOCUPADO	58				
	60		60				60				
	61		61				61				
CALIBRAR PALILLERA	67		67				67	67			
	68		COLOCAR BARRAS				68	COLOCAR CARRILERAS	COLOCAR CARRILERAS	LIMPIAR PALILLERA	68
70	70						70				
CALIBRAR PALILLERA	71		COLOCAR BARRAS				71	DESOCUPADO	DESOCUPADO	DESOCUPADO	71
	83	83		83							
	84	84		84							
CALIBRAR DOSIFICACION EN TOLVAS	85	COLOCAR BARRAS		85	DESOCUPADO	DESOCUPADO	DESOCUPADO				85
	86			86							86
	88	88		88							
	89	DESOCUPADO		89	DESOCUPADO	DESOCUPADO					89
94	94		94								
CALIBRAR TIEMPO DEL HELADO	95	DESOCUPADO	95	DESOCUPADO	DESOCUPADO	DESOCUPADO	95				
	96		96				96				
	97	97	97								
CALIBRAR TIEMPO DEL HELADO	98	DESOCUPADO	98	DESOCUPADO	DESOCUPADO	DESOCUPADO	98				
	99		99				99				
	100		100				100				

**FIGURA 5.2 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES CONJUNTAS INTERNAS CAMBIO FORMATO VITALINE 6**

### 5.3 Optimización de actividades internas

Una vez identificadas cuales son las actividades internas que deben ser mejoradas se procede a realizar un análisis individual de las mismas con todo el equipo operativo y técnico de la línea para proponer mejoras.

Las mejoras propuestas son:

- Armonización de los tipos de tuercas a un solo tamaño y tipo de ajuste mariposa para facilidad de ajuste. Esto ayudará a reducir los tiempos de montaje ya que se utiliza una sola herramienta y se eliminan los tiempos de búsqueda de las mismas o incluso la falta de herramientas.



**FIGURA 5.3 ARMONIZACIÓN DE TUERCAS**

- Reducción del número de sujetadores de los protectores del sistema de duchas y cambio a nuevo tipo de tuercas mariposa. Actualmente el sistema de duchas cuenta con pernos de sujeción

que requieren el uso de herramientas, al ser reemplazados por tuercas mariposa se elimina la necesidad de herramientas. Adicionalmente el sistema de duchas puede ser sujeto solo con 3 de los 6 pernos instalados y esto reduce aun más el tiempo de limpieza y montaje.



**FIGURA 5.4 SUJETADORES Y TUERCAS MARIPOSA**

- Capacitación y entrenamiento a operadores en limpieza y calibración de video jets y sistema de duchas mediante la utilización de lecciones de un punto, charlas teóricas y sesiones de entrenamiento práctico con monitoreo de tiempos y movimientos.



### FIGURA 5.5 CAPACITACIÓN TEÓRICA



### FIGURA 5.6 CAPACITACIÓN PRÁCTICA

- Proveer de herramientas necesarias a la línea y un armario con seguro para su almacenamiento. Una vez armonizado el tipo de herramientas requerido para el cambio de formato es necesario proveer las herramientas necesarias en la cantidad necesaria para el cambio de formato y ubicarlas en un lugar fijo y accesible bien identificado.



### FIGURA 5.7 ARMARIO DE HERRAMIENTAS

- Armonización del tipo de sujetadores de las carrileras y guardas de la embolsadora. Los sujetadores de las carrileras poseen tuercas de distinto tipo y distinto tamaño lo que incrementa la complejidad del desmontaje, limpieza y montaje de las carrileras de la embolsadora por lo que una unificación del tipo de sujetadores contribuirá sustancialmente a reducir el tiempo de preparación de la embolsadora.



**FIGURA 5.8 SUJETADORES DE CARRILERAS**

#### **5.4 Procedimentación del Proceso de cambio de formato**

La procedimentación consiste en detallar paso a paso las actividades que cada persona realiza durante el cambio de formato, formalizando así una única forma de realizar la actividad cada vez que sea ejecutada. Este es el único paso que realmente generará un resultado consistente para el proyecto ya que la procedimentación asegura obtener una tendencia de disminución de las pérdidas de tiempo en el resultado acumulado en el año.

Durante la aplicación de SMED es necesario realizar un procedimiento en cada etapa de la implementación ya que de esta forma la secuencia de actividades propuesta empieza a formar parte de la rutina diaria de los operadores.

Para realizar un procedimiento de cambio de formato es necesario indicar para cada uno de los participantes cuáles son las actividades que van a realizar, en qué momento deben realizarlas, con qué herramientas deben ejecutar la actividad y cuál debe ser el resultado y las condiciones en las que deben quedar los equipos.

El procedimiento de cambio de formato debe ser realizado para cada uno de los operadores de la línea y servirá como manual de instrucción para los operadores nuevos.

El entrenamiento de los operadores estará concluido cuando el equipo de operadores pueda realizar el cambio de formato en el tiempo establecido y bajo los parámetros de calidad establecidos para el equipo.

La referencia sobre entrenamientos y parámetros de calidad no forman parte de esta tesis de grado.

Para la capacitación de los operadores se crearon procedimientos de trabajo para el cambio de formato en los que se detalla cuales son las

actividades que debe realizar cada persona, el tiempo en que debe empezar cada actividad, el tiempo que debe durar cada actividad, las herramientas que necesita para realizar la tarea y las condiciones finales en las que debe terminar la parte o pieza de la máquina luego de realizada la tarea del cambio de formato.

A continuación detallo los procedimientos para cada participante.

### **Procedimiento de cambio del Operador.**

<b>OPERADOR</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>TIEMPO ACUM.</b>	<b>HERRAMIENTAS</b>	<b>CONDICIONES</b>
Montar de tuberías CIP	20	0	-	tuberías firmes y sin goteras
Realizar CIP	20	20	-	proceso normal de cip
Prender la bomba y abrir vapor	5	40	-	suministro de agua y vapor disponible
Recircular cloruro	15	45	-	bomba encendida y temperatura descendiendo
Armar líneas de producción	10	60	-	tuberías firmes y sin goteras
Calibrar palillera	15	70	-	accesorio limpio y desinfectado
Calibrar dosificación en tolvas	10	85	-	dosificación según parámetros operacionales
Calibrar tiempo del helado	2	95	-	velocidad según parámetros operacionales

### **Procedimiento de cambio del Ayudante**



<b>AYUDANTE</b>	<b>TIEMPO (MIN)</b>	<b>TIEMPO ACUM.</b>	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>CONDICIONES</b>
Verificar resistencias desconectadas	1	0	-	Switch en posición off. aplicación de loto
Proteger partes eléctricas	5	1	-	Tomas eléctricas protegidas. aplicación de loto
Asegurar la embolsadora ( stop )	1	6	-	aplicación de loto
Colocar guías de porta rollos	10	7	-	accesorio limpio y desinfectado
Colocar plataforma de embolsadora	10	17	-	accesorio limpio y desinfectado
Calibrar embolsadora	30	27	destornillador estrella	accesorio limpio y desinfectado
Colocar rollos	10	57	-	rollos listos para el arranque
Colocar barras	30	67	-	accesorio limpio y desinfectado
Desocupado	-	97		

### Procedimiento de cambio del Auxiliar 1

AUXILIAR 1	TIEMPO (min)	TIEMPO ACUM.	HERRAMIENTAS	CONDICIONES
Abrir ingreso agua a tinas 1, 2, 3	5	0	-	suministro de agua disponible
Colocar moldes	40	5	-	moldes asegurados
Conectar freezer a máquina	10	45	-	tuberías firmes y sin goteras
Limpiar tolva 1, 2, 3	29	55	-	accesorio limpio y desinfectado
Colocar carrileras	10	84	-	accesorio limpio y desinfectado
Desocupado	-	97	-	

### Procedimiento de cambio del Auxiliar 2

AUXILIAR 2	TIEMPO (min)	TIEMPO ACUM.	HERRAMIENTAS	CONDICIONES
Limpiar duchas	5	0	destornillador	
Colocar moldes	40	5	-	accesorio limpio y desinfectado
Conectar freezer a máquina	8	45	-	tuberías firmes y sin goteras
Limpiar tolva 1, 2, 3	30	53	-	accesorio limpio y desinfectado
Colocar carrileras	10	83	-	accesorio limpio y desinfectado
Desocupado	-	97	-	

### Procedimiento de cambio del Auxiliar 3

AUXILIAR 3	TIEMPO (min)	TIEMPO ACUM.	HERRAMIENTAS	CONDICIONES
Limpiar bandas	20	0	brocha	accesorio limpio y desinfectado
Limpiar video jet	20	20		accesorio limpio y calibrado
Lavar moldes	57	40	-	accesorio limpio y desinfectado
Desocupado	-	97	-	

#### 5.5 Beneficios de la implementación

Entre los beneficios de la implementación de SMED en la línea Vitaline 6 puedo mencionar como el más importante a la reducción de tiempo del cambio de formato lo que ha traído consigo un incremento de la productividad de la línea medido a través de la O.E.E. que aumentó aproximadamente 1,5%.

Otro de los grandes beneficios adquiridos por la implementación es el incremento del nivel de conocimientos de los operadores técnicos, operativos, de calidad y seguridad al verse todos ellos involucrados en el proceso. Las herramientas utilizadas para la capacitación fueron lecciones de un punto o L.U.P.s las cuales consisten en presentaciones de máximo 5 minutos realizadas por los operadores a sus compañeros de trabajo sobre un solo tema específico. Otra herramienta fueron las charlas en salones de clase con material

didáctico y participación de los operadores y por último se reforzó lo aprendido con sesiones prácticas cronometradas del cambio de formato en las cuales se validó el cumplimiento del procedimiento tanto en tiempo como en condiciones de limpieza.

La disponibilidad de herramientas y piezas de cambio es un beneficio complementario de la implementación ya que ahora la máquina cuenta con un armario de herramientas, materiales de limpieza y piezas de cambio completo para el cumplimiento del procedimiento.

El incremento de O.E.E. trajo consigo un aumento de tiempo disponible el cual fue rápidamente utilizado por el área de planificación para incrementar los volúmenes de producción y reducir las horas extras del personal. Adicionalmente el personal de la línea Vitaline 6 al tener más tiempo libre puede ser utilizado para realizar actividades varias o reemplazar al personal de otras líneas cuando su volumen de producción de la semana haya sido cumplido.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

La implementación de SMED durante el proceso de cambio de formato de un helado de dos sabores en una línea de tecnología de moldes ha logrado reducir esta pérdida en un 53%, alcanzando valores de pérdida de 1,7% de O.E.E., al reducir el tiempo promedio de cambio de formato a 50 minutos.

La implementación de SMED me permitió entender la situación actual de las pérdidas de la planta ya que se logró identificar la mayor pérdida de la misma y las causas que la generaban.

Asimismo me permitió conocer al detalle el proceso de operación y puesta en marcha de una línea de tecnología de moldes tanto en sus aspectos operativos como de calidad y seguridad.

La realización de esta tesis entregó los resultados propuestos ya que la implementación de SMED fue exitosa tanto en el incremento de la productividad de la línea como en el incremento de los conocimientos y sentido de pertenencia del personal que en ella labora.

El análisis de los beneficios de la implementación de SMED demuestra como una técnica sencilla, aplicada paso a paso y con consistencia logra los resultados deseados.

## **6.2 Recomendaciones**

La implementación de SMED debe ser llevada a cabo por un grupo multidisciplinario conformado por personal del área productiva, de calidad, seguridad, mantenimiento e ingeniería industrial ya que requiere su activa participación para poder llevar a cabo con éxito el proyecto.

Es recomendable que el personal de la línea seleccionada permanezca fijo en los turnos de trabajo durante el período de implementación de SMED ya que caso contrario se pierde la continuidad del proceso y el proyecto se alarga.

Es recomendable documentar cada uno de los pasos realizados y realizar una retroalimentación al personal del proyecto y a los líderes

de la planta para monitorear el avance del proyecto y advertir de cualquier desviación que se presente durante la implementación.

Para la implementación de SMED es recomendable asignar técnicos de mantenimiento fijos a la línea para que se encarguen de realizar todas las modificaciones y restauraciones requeridas como su función principal. Así mismo se recomienda que en todas las sesiones de mantenimiento y en las modificaciones especiales participe un operador de la línea que garantice que los trabajos realizados por los técnicos de mantenimiento o proveedores se ajusten a las necesidades de la línea en términos de operación, calidad y seguridad.

La evaluación previa del personal de la línea es fundamental para el éxito del proyecto ya que los mismos deben tener experiencia en la operación de la línea ya que caso contrario la implementación requerirá de capacitación adicional para poder iniciar.

El involucramiento y compromiso de las cabezas de la planta es fundamental para el proyecto tanto para la asignación de recursos como para la motivación del personal involucrado.

# **APÉNDICES**



**UNILEVER ANDINA ECUADOR S.A. - FOODS**

**IMPLEMENTACIÓN SMED**

(\$ '000)

FLUJO DE CAJA	2008	2009	2010	2011	2012	2013
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INVERSIÓN	-6	0	0	0	0	0
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO		10	10	10	10	10
AHORRO		-2	-2	-2	-2	-2
IMPUESTOS						
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	<b>-6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
FLUJO DE CAJA ACUMULADO	-6	1	8	15	22	29
		1	0	0	0	0

DCF YIELD	108%	(TIR)
TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN	0,90 Años	
NPV @ 10%	20	

(\$ '000)

**CALCULO DE IMPUESTOS**

DEPRECIACIÓN	0	0	0	0	0	0
REPARACIONES Y MANTENIMIENTO	0	0	0	0	0	0
<b>AHORRO</b>	0	10	10	10	10	10
EFFECTO EN TR	0	9	9	9	9	9
IMPUESTO & PSh	0	-2	-2	-2	-2	-2

Dólares

INVERSIÓN	\$ 6.350,00					
AHORRO SMED		9.550	9.550	9.550	9.550	9.550
AÑOS DE DEPRECIACIÓN	14					

**Fuente de Información:**

Departamento TPM

MEJORA	COSTO
•Armonización de tuercas	\$ 500
•Reducción del número de sujetadores de los protectores del sistema de duchas	\$ 250
•Cambio a nuevo tipo de tuercas mariposa	\$ 500
•Capacitación y entrenamiento a operadores en limpieza y calibración de video jets y sistema de	\$ 1.500
• Proveer de herramientas necesarias a la línea y un armario con seguro para su almacenamiento	\$ 2.850
•Armonización del tipo de sujetadores de las carterías y guardas de la embolsadora	\$ 750
	\$ 6.350

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. UNILEVER. "Manual de Capacitación SMED". UK 2005.
2. UNILEVER. "SMED paso a paso". UK 2006.
3. UNILEVER. "SMED en las líneas productivas". UK 2004.
4. UNILEVER. "OEE y las 16 grandes pérdidas". UK 2000.
5. UNILEVER. "Herramientas KAIZEN". UK 2000.