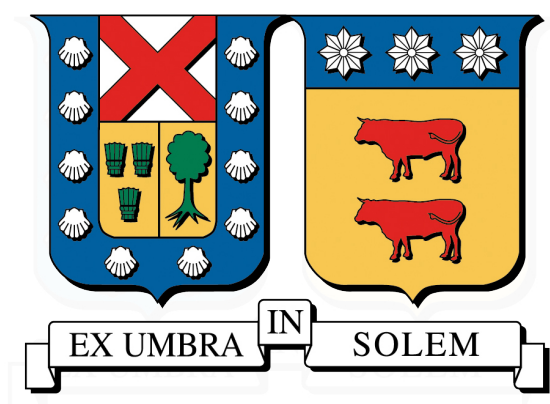


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
VALPARAÍSO - CHILE



**ANÁLISIS Y PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DE
DESPERDICIO EN LÍNEA PRODUCTIVA.
CASO APLICADO NESTLÉ S.A FÁBRICA REFRIGERADOS**

KARINA ALEJANDRA PAVEZ QUINTEROS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA : SR. RAÚL STEGMAIER
PROFESOR CORREFERENTE : SR. TOMÁS GRUBESSICH

JULIO 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Análisis y propuestas para la reducción de desperdicio en línea productiva. Caso aplicado Nestlé S.A. Fábrica Refrigerados.

Nombre del candidato(a): Karina Alejandra Pavez Quinteros

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Industrial / Ingeniero Civil Industrial

Campus: Casa Central Valparaíso; **Departamento:** Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Raúl Stegmaier Bravo, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

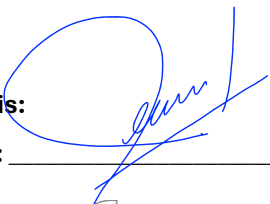
☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 23-07-25 ; **Firma:** 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 23-07-25 ; **Firma:** 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Agradecimientos

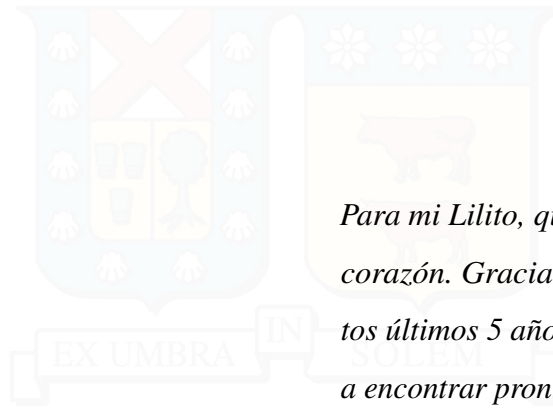
Agradecer a mis padres, Gladys y Rolando, que sin ellos nada de esto hubiese sido posible. Gracias por siempre apoyarme en cada paso, por estar siempre presentes y por dar todo de si mismos para darme lo mejor día a día. Gracias por su amor infinito y por ser mi mayor refugio.

A mi hermana, Nicole, por tu apoyo constante, por estar siempre ahí, por confiar en mí incluso cuando yo no lo hacía. Y por enseñarme con el ejemplo que todo se puede lograr con esfuerzo, valentía y resiliencia.

A Kote, mi mejor amiga, por estar en cada etapa, desde hace ya 20 años. Por tus consejos sinceros, por las risas, los desahogos y por nunca soltar mi mano. Gracias por ser ese apoyo incondicional que no necesita explicación.

Y a Saray, por creer en mí, por acompañarme con paciencia y cariño, y por siempre saber sacarme una sonrisa. Gracias por estar ahí, por celebrar conmigo nuestros logros y por recordarme que soy capaz, incluso cuando se me olvidaba.

Este logro no es solo mío, es de ustedes también. Gracias por tanto.



Para mi Lilito, que siempre estará en mi corazón. Gracias por acompañarme estos últimos 5 años. Espero nos volvamos a encontrar pronto, y que me recibas con la misma alegría y cariño de siempre. Besitos al cielo. Te amo ♡.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de título tiene como objetivo reducir las pérdidas de producto terminado en la línea Erca 4 de la planta de refrigerados Nestlé, mediante la aplicación de la metodología DMAIC. A través de un enfoque estructurado y colaborativo, se analizaron en profundidad las causas del desperdicio, se identificaron oportunidades de mejora y se desarrolló un plan de acción específico y viable, enfocado en mejorar la eficiencia operativa de la línea.

Durante la etapa de diagnóstico, se evidenció que las principales causas de desperdicio están asociadas a fallas en el molde de formación, errores de codificado, variabilidad en la operación, falta de estándares actualizados y deficiencias en la formación técnica del personal. Además, se detectó escasa trazabilidad en los registros de pérdida, así como una baja visibilidad del impacto económico que éstas generan.

A partir de este análisis, se diseñaron catorce acciones correctivas que abordan dimensiones técnicas, organizacionales y de gestión. Entre ellas destacan: la implementación de una inspección visual previa al uso del material, auditorías a proveedores, fortalecimiento del mantenimiento preventivo, consolidación de estándares, y creación de herramientas visuales para monitoreo de pérdidas. Las acciones fueron priorizadas mediante una matriz de impacto-esfuerzo y planificadas en una carta Gantt para su implementación progresiva.

Los resultados de esta tesis permiten establecer una hoja de ruta para disminuir significativamente el desperdicio, robustecer la estandarización de procesos y fomentar una cultura de mejora continua basada en datos. Si bien el alcance se centró en una línea específica, el enfoque y herramientas utilizadas son aplicables a otras líneas y procesos dentro de la organización.

ABSTRACT

This thesis project aims to reduce finished product waste in line Erca 4 of Nestlé's refrigerated product plant by applying the DMAIC methodology. Using a structured and collaborative approach, the study identified root causes of waste, assessed process weaknesses, and proposed a viable action plan focused on operational efficiency improvement.

The diagnostic phase revealed that most of the losses were associated with mold formation issues, coding errors, operational variability, lack of up-to-date standards, and insufficient technical training. Additionally, poor traceability of waste events and low visibility of their economic impact were identified.

Fourteen corrective actions were designed, addressing technical, organizational, and management aspects. Among the key proposals were: visual inspection of packaging material prior to use, supplier audits, preventive maintenance reinforcement, consolidation of standardized work procedures, and visual dashboards for waste monitoring. These actions were prioritized using an effort-impact matrix and scheduled through a Gantt chart.

The outcomes of this thesis provide a practical roadmap to reduce waste, strengthen process standardization, and promote a data-driven culture of continuous improvement. Although the scope of this project was limited to a specific production line, the methodology and tools used are broadly applicable to other processes within the company.

GLOSARIO

Aromcolor: Corresponde al producto que se agrega al batido neutro para darle color y sabor al yogur.

Carta de máquina: Documento que debe ser completado por los operadores de cada máquina, en donde registran las detenciones producidas en la máquina, con sus respectivos tiempos, códigos y descripción.

Centerline: Se refiere a los puntos de ajuste necesarios para la correcta operación de algún equipo, con el fin de optimizar la producción.

CIP (Clean in Place): Sistema de aseo automático o semiautomático integrado que se puede aplicar en circuitos abiertos o cerrados aplicado 6T: temperatura, tiempo, titulación, turbulencias, tecnología y training.

Decorado: Corresponde al material que forma la etiqueta que lleva el vaso de yogur, en donde se muestra la tabla nutricional y algunas otras características del producto.

Desviación de uso: Desviación del uso de los componentes en la fabricación. Corresponde a las pérdidas, tanto de materiales, como de materias primas.

EPP: Sigla que hace referencia a los elementos de protección personal, tales como, casco, chaleco reflectante, zapatos de seguridad, guantes, etc.

FERT: Producto terminado.

HALB: Producto semielaborado.

Hoja de consumo: Registro en donde los operadores detallan las cantidades y el tipo de producto consumido en cada proceso de fabricación.

KPI (Key Performance Indicator): Indicador que mide el nivel de desempeño de un proceso. Su interpretación se relaciona con el objetivo fijado.

Lean: Metodología utilizada para la optimización de procesos. Se basa principalmente en la gestión eficiente de los recursos y la reducción de desperdicios.

LUP (Lección de un punto): Estándar utilizado para entrenar a las personas sobre un determinado tópico. Se enfoca en un punto en específico de un proceso.

Microparo: Detención de la máquina durante un tiempo inferior a 10 minutos.

OP (Orden de proceso): Documento que indica el producto que va a ser fabricado en

determinado día y las cantidades de material necesario para su producción (“receta”).

PAI (Poliestireno de Alto Impacto): Es un polímero que tiene la característica que ante la aplicación de temperatura se vuelve flexible y moldeable, lo que permite la formación de los vasos de yogur.

PNP (Paro no planeado): Se refiere a todas las detenciones no planificadas de la máquina.

POE (Procedimiento operacional estándar): Estándar que describe la manera en que se realizan ciertos procesos necesarios para la operación de la fábrica, definiendo además sus responsables, lugares de aplicación y objetivos.

Poliéster: Corresponde al material que forma la tapa del yogur.

PP (Paro planeado): Se refiere a todas las detenciones de la máquina que se encuentran dentro de lo planificado (aseos, mantenciones, capacitaciones, etc.).

PSA: Bodegas transitorias, en donde se almacena la materia prima y el material de embalaje y envasado que se utilizará en un corto plazo (no más de una semana generalmente).

QA (Quality Assurance): Departamento de calidad de la empresa, que se encarga de velar por el cumplimiento de los estándares de fabricación y calidad.

Semielaborado: Producto intermedio entre una materia prima y un producto terminado.

SHE (Safety, Health and Environmental Sustainability): Corresponde al departamento de Seguridad, Salud y Sustentabilidad Ambiental de Nestlé.

SIP (Sterilization in Place): Procede de la misma forma que el aseo CIP, pero cambian los agentes químicos, sanitizando con agua caliente o estéril y/o vapor a alta temperatura.

TPM (Total Performance Management): Concepto de gestión del desempeño para las operaciones de manufactura que se centra en maximizar el uso de los recursos de la compañía a través de la eliminación de las pérdidas, re-educando personas y creando una cultura de prevención y mejora continua con la participación de todos.

Trabajo Padronizado: Documento que establece el paso a paso para realizar una función. Cuenta con imágenes y una breve explicación de cada paso, indicando también los tiempos de cada actividad y los materiales y EPP necesarios para su correcta y segura realización.

Índice de Contenidos

1. Antecedentes generales de la Investigación	1
1.1. Problema de investigación	1
1.2. Objetivo general	2
1.3. Objetivos específicos	2
1.4. Alcance	3
2. Antecedentes de la empresa	5
2.1. Reseña de la empresa	5
2.2. Nestlé en Chile	6
2.3. Descripción de la Planta Refrigerados	7
2.4. Proceso productivo de productos refrigerados	10
3. Marco Teórico	12
3.1. Gestión de Calidad Total (TQM)	12
3.2. Herramientas de TQM	15
3.2.1. Diagrama de Pareto	15
3.2.2. Diagrama de Causa-Efecto o de Ishikawa	16
3.2.3. Histograma	17
3.2.4. Diagrama de Flujo	18
3.2.5. Hoja de Recogida de Datos	19
3.3. Metodología Six Sigma y DMAIC	20
3.4. Definición de Yogur	21
3.5. Tipos y clasificación del yogur	23
3.6. Proceso productivo del yogur	24
4. Metodología	28
4.1. Etapas de la metodología DMAIC aplicadas	28
4.1.1. Definir:	28
4.1.2. Medir:	28
4.1.3. Analizar:	29
4.1.4. Mejorar:	29
5. Desarrollo	30
5.1. Definir	30
5.1.1. Objetivos y alcance	30

5.1.2.	Problemática y diagnóstico situación actual	30
5.1.3.	Proceso productivo Erca 4	39
5.2.	Medir	41
5.2.1.	Registro descarte de producto terminado (higiene)	42
5.2.2.	Reporte de detenciones (Carta de máquina)	43
5.2.3.	Encuestas y observaciones	47
5.2.4.	Registro de desperdicio producto terminado (sala envasado)	48
5.3.	Analizar	50
5.3.1.	Brainstorming	50
5.3.2.	Identificación de las causas	51
5.3.3.	Revisión de estándares y registros	54
5.3.3.1.	Aspectos positivos observados:	55
5.3.3.2.	Hallazgos y oportunidades de mejora:	55
5.3.4.	Análisis de los 5 por qué	56
5.4.	Mejorar	58
5.4.1.	Enfoque general de las mejoras	58
5.4.2.	Acciones propuestas según causa raíz	59
5.4.3.	Prioridades y plan de implementación	62
5.4.4.	Matriz Esfuerzo-Impacto	63
5.4.5.	Cronograma de implementación (Carta Gantt)	65
6.	Conclusiones y recomendaciones	66
6.1.	Conclusiones	66
6.2.	Recomendaciones	68
	Bibliografía	70
A.	Anexo 1	71
B.	Anexo 2	72
C.	Anexo 3	73
D.	Anexo 4	74
E.	Anexo 5	75
F.	Anexo 6	76
G.	Anexo 7	77

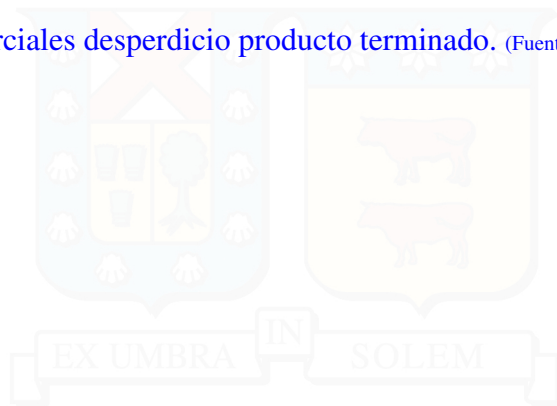
Índice de Tablas

2.1. Líneas de producción Fábrica Refrigerados Nestlé.	8
3.1. Tipos de yogur según la norma chilena.	23
3.2. Clasificación del yogur según la norma chilena.	24
5.1. Pérdidas en DUV desde enero a agosto 2018. Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.	32
5.2. Líneas con mayor DUV de semielaborado durante enero-agosto 2018. . .	33
5.3. Pérdida de materia prima en línea Erca 4 desde enero hasta agosto de 2018. .	34
5.4. Potenciales causales de desperdicio.	50
5.5. Plan de implementación de actividades	63
G.1. Precio de venta por caja de yogur batido Nestlé.	77

Índice de Figuras

2.1. Diagrama de flujo de material	11
3.1. Modelo de Sistema de Gestión de Calidad	14
3.2. Diagrama de Pareto	16
3.3. Diagrama de Ishikawa	17
3.4. Ejemplo Histograma	18
3.5. Ejemplo de Diagrama de Flujo	19
3.6. Proceso productivo del yogur en Nestlé	25
5.1. Materias primas con mayor DUV	32
5.2. Árbol de pérdida línea Erca 4 desde enero hasta agosto de 2018. (Fuente: NCE Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)	35
5.3. Árbol de pérdida de material en línea Erca 4 desde enero hasta agosto de 2018. (Fuente: NCE Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)	36
5.4. Árbol de pérdida de máquina en línea Erca 4 desde enero hasta agosto de 2018. (Fuente: NCE Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)	37
5.5. Cajas desechadas por línea. (Fuente: Elaboración propia)	38
5.6. Total de cajas desechadas en línea Erca 4. (Fuente: Elaboración propia)	39
5.7. Descarte de producto terminado en línea Erca 4. (Fuente: Elaboración propia)	43
5.8. Descarte de producto terminado en línea Erca 4 valorizado. (Fuente: Elaboración propia)	44
5.9. Paro no planeado línea Erca 4 desde enero hasta octubre 2018. (Fuente: Elaboración propia)	45
5.10. Paro no planeado línea Erca 4 según tipo de paro. (Fuente: Elaboración propia)	46
5.11. Desgloce microparos línea Erca 4. (Fuente: Elaboración propia)	47
5.12. Pérdidas según causa en línea Erca 4. (Fuente: Elaboración propia)	49
5.13. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio de producto terminado en línea Erca 4. (Fuente: Elaboración propia)	51
5.14. Diagrama 5 por qué. (Fuente: Elaboración propia)	57
5.15. Matriz Esfuerzo-Impacto. (Fuente: Elaboración propia)	64
5.16. Carta Gantt implementación. (Fuente: Elaboración propia)	65
A.1. Receta base yogur batido Nestlé	71
B.1. Detalle desviación de uso enero-agosto 2018. (Fuente: Área Control Producción Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)	72

C.1. Diagrama línea Erca 4. (Fuente: NCE Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)	73
D.1. Carta de máquina. (Fuente: Área Control Producción Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)	74
E.1. Registro control de desperdicio de producto terminado en línea Erca 4. (Fuente: Elaboración propia)	75
F.1. Registros parciales desperdicio producto terminado. (Fuente: Elaboración propia)	76



INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de alta competitividad y exigencias de eficiencia operativa, las pérdidas de producto terminado representan un desafío relevante para la industria alimentaria. En particular, la planta de refrigerados de Nestlé Chile, orientada a la producción de postres lácteos, enfrenta la necesidad constante de optimizar sus procesos y reducir sus niveles de desperdicio sin comprometer la calidad ni la seguridad alimentaria.

El presente trabajo de título se desarrolla en torno a la línea de envasado Erca 4, una de las líneas más críticas de la planta, debido a su volumen de producción y complejidad técnica. En esta línea, se ha detectado un nivel de desperdicio superior al estándar esperado, situación que impacta directamente en la eficiencia, los costos operacionales y el uso de recursos. Frente a esta problemática, se definió como objetivo general de esta tesis la reducción de las pérdidas por producto terminado, utilizando un enfoque estructurado de mejora continua basado en la metodología DMAIC.

La metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) permite abordar problemas complejos de manera sistemática, integrando el análisis de datos con la experiencia de los equipos de trabajo. A través de esta herramienta se buscó no solo identificar las causas del problema, sino también proponer soluciones sostenibles, priorizadas y alineadas con las capacidades de implementación de la planta.

El presente documento describe el proceso completo de diagnóstico, análisis causa-raíz, diseño de soluciones, priorización e implementación. Su contenido tiene valor tanto técnico como estratégico, y busca aportar al fortalecimiento de una cultura de mejora continua, con foco en la estandarización, la trazabilidad y la formación del personal. Si bien su alcance se circunscribe a una línea de producción, sus resultados son extrapolables a otros procesos productivos con desafíos similares.

1 | Antecedentes generales de la Investigación

1.1. Problema de investigación

La creciente competencia en la industria de productos refrigerados ha significado un gran desafío para la empresa, incentivándolos a mejorar y optimizar día a día sus procesos en búsqueda de una reducción de costos a lo largo de toda su cadena de valor.

En este contexto, el desempeño de las fábricas de Nestlé se mide a través del cálculo de distintos indicadores de operación. Estos indicadores están siendo desafiados constantemente, por lo que se requiere una modificación y revisión continua de los procesos y procedimientos de la fábrica, con el fin de lograr los objetivos definidos por la empresa.

Durante el último tiempo, los resultados obtenidos no han sido los esperados en algunas de las máquinas de la planta, es por esto, que se requiere la realización de un estudio para la posterior creación de un plan de acción para mejorar estos KPI. Dentro de las líneas de producción de la fábrica, la que presenta un mayor aporte a las pérdidas de la empresa en cuanto a productos terminados corresponde a la línea Erca 4, que durante el periodo comprendido entre enero y agosto de 2018 presentó pérdidas que sobrepasan los \$100.000.000, lo cual implica un gran impacto tanto en los indicadores, como a nivel monetario para la compañía. Este valor recién mencionado incluye pérdidas tanto de material de embalaje, envasado y materias primas, como pérdidas asociadas a las detenciones de las máquinas,

que se traducen en un desaprovechamiento en utilización de horas hombre, tiempo de productividad y atrasos de la producción que podrían conllevar problemas aún mayores.

El desperdicio de producto terminado es reflejado directamente en los registros de la empresa, presentando mermas en materiales de envasado y materias primas. Esto, dado que el hecho de perder productos cuando ya se encuentran fabricados, implica una necesidad de aumentar la producción para poder cumplir con el programa diario. Esto conlleva un desperdicio en materiales de envasado, como el PAI, poliéster y decorado, así como también generan una gran pérdida de base neutra del yogur, lo cual implica una gran pérdida en materias primas.

El principal problema que coopera a que esta línea sea la que genera un mayor desperdicio de producto terminado es que aún no logra tener un proceso de fabricación estable, presentando constantemente problemas de ajustes y fallas mecánicas que afectan directamente a la continuidad productiva de la máquina. Esto se traduce en una necesidad de reducir la variabilidad del proceso y establecer límites de control que puedan generar un proceso más estable y con menores pérdidas.

1.2. Objetivo general

Analizar el impacto a nivel local de los desperdicios de producto terminado en la fábrica de productos refrigerados Nestlé, específicamente de la línea Erca 4; y buscar posibles soluciones mediante la aplicación de técnicas de gestión de calidad, identificando los principales puntos críticos en el proceso que impliquen como resultado un producto defectuoso, determinando así la causa raíz de las pérdidas.

1.3. Objetivos específicos

- Determinar las principales teorías y metodologías relacionadas a la optimización de procesos y reducción de desperdicios en líneas productivas, generando una base

teórica y conceptual con diversas investigaciones ya realizadas sobre el tema.

- Reconocer y describir el proceso de fabricación y envasado de lácteos refrigerados, generando un diagnóstico de la situación actual y detectando oportunidades de mejora en este aspecto.
- Formular modelos conceptuales e hipótesis sobre las posibles causales de desperdicios y su impacto en indicadores de productividad y desviación de uso, a partir de la revisión de datos existentes.
- Definir y cuantificar el desperdicio de productos terminado, determinando sus causas mediante la recopilación de datos y revisión de estándares de producción.
- Validar las hipótesis a través de la comparación con hechos y datos de carácter cuantitativo y cualitativo obtenidos a partir del levantamiento, e identificar otros posibles motivos de descarte de productos.
- Proponer un plan de mejora al proceso, analizando oportunidades que permitan idear acciones para cumplir con los objetivos esperados.

1.4. Alcance

El presente estudio se centrará en el análisis de desperdicios de producto terminado de la línea Erca 4, la cual corresponde a una de las catorce líneas de producción de la fábrica de productos refrigerados de Nestlé Macul, y se encarga específicamente de la producción de yogur batido, primordialmente los siguientes productos:

- NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (12x115g)
- NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4 (12x115g)

El proyecto será enfocado en los procesos desde que el batido neutro llega desde las cañerías a la máquina de llenado, hasta que termina siendo empacado y palletizado en la sala de envasado de la fábrica. Cabe destacar que no se contemplará para este estudio el proceso de recepción de materias primas, ni los procesos asociados a disolución y pasteurización de

las materias primas.

La búsqueda del origen de las fallas en la operación de la línea será enfocada en la sala de máquinas (en donde se realiza el llenaje y sellado del producto) y en la sala de envasado (donde el producto ya se encuentra sellado, listo para formar el pack y posteriormente ser embalado y palletizado). A partir de esto, el estudio incluirá la revisión de estándares y registros asociados a los equipos (aseos, mantenciones, puntos de ajuste, etc.) y también análisis de indicadores de cumplimiento de estos estándares por parte de los operadores. En adición a esto, el foco será también la recolección de datos de las principales variables que generen la problemática, esperando obtener la mayor precisión posible, y cuyos resultados serán detallados de tal manera que puedan dar una explicación certera de las razones de los desperdicios en la línea.

Posterior a la identificación y análisis de las causas raíces de las pérdidas, se propondrán medidas de mitigación y/o eliminación de estas, las cuales podrán o no ser ejecutadas según el criterio y conveniencia de la empresa. Por esto, la etapa de control no será consideradas para este proyecto. Por otro lado, si bien el estudio a realizar será primordialmente cuantitativo, no se pretende efectuar evaluaciones económicas exhaustivas, sino más bien, obtener un panorama general de los impactos económicos que puedan significar para la empresa. Además, destacar que el tiempo total de ejecución del proyecto comprenderá el periodo entre octubre de 2018 y febrero de 2019.

2 | Antecedentes de la empresa

2.1. Reseña de la empresa

Nestlé fue fundada en Suiza en el año 1866 por el alemán Henri Nestlé, quien lanzó al mercado un innovar y nutritivo alimento para lactantes que no podían ser amamantados. Esto significó un rápido crecimiento para la empresa, lo cual se suma a que en 1905 se fusiona con la compañía Anglo-Swiss Condensed Milk, además de varias otras fusiones (Maggi, Libby, Purina, Gerber, entre otros) a lo largo de su trayectoria, lo que la convierte hoy en la compañía líder mundial en nutrición, salud y bienestar.

Actualmente, la empresa cuenta con presencia en 189 países alrededor del mundo, y con cerca de 328.000 colaboradores en sus diversas fábricas y oficinas, ofreciendo más de 2.000 marcas al mercado, muchas de ellas de reconocimiento mundial. Por medio de sus productos, la compañía se preocupa de manera integral de la nutrición de los consumidores, cuidando y manteniendo sus estándares de calidad y nutrición, para colaborar así con la buena alimentación y buena salud de las personas.

Durante los más de 80 años que lleva presente en Chile, su foco siempre ha sido contribuir a la mejora de la calidad de vida de las familias del país bajo su lema “Good Food, Good Life”, buscando proporcionar una gama de productos más nutritiva, sin perder su calidad.

2.2. Nestlé en Chile

Nestlé Chile S.A está presente en distintas regiones del país, distribuyendo sus productos en diversos puntos de venta a lo largo de este. Actualmente cuenta con 8 fábricas:

- **Fábrica Nestlé Macul:** Ubicada en Av. Vicuña Mackenna 4230, Macul, RM. En ella se fabrican los helados (asociados a la marca Savory) y los productos refrigerados, tales como yogur batido, leche asada, jalea, compota, etc. Esta fábrica produce cerca de 60 millones de litros de helado anualmente y 60 mil toneladas de productos refrigerados.
- **Fábrica Nestlé Maipú:** Ubicada en Camino a Melipilla 15300, Maipú, RM. En esta fábrica se elaboran chocolates y galletas. Adicionalmente, en 2003 se sumó la producción de cereales para el desayuno. Con esto, actualmente se fabrican 64 mil toneladas anuales de galletas, chocolates y cereales.
- **Fábrica Nestlé Graneros:** Ubicada en Calle Salvador Gutiérrez 70, Graneros, Región de O'Higgins. Aquí se producen las bebidas, café, cereales infantiles y Coffee Mixes, alcanzando una producción anual de 36 mil toneladas.
- **Fábrica Nestlé San Fernando:** Ubicada en Av. José Miguel Carrera 102. San Fernando, Región de O'Higgins. En esta planta se elabora toda la línea culinaria Maggi, el polvo de hornear imperial y los productos infantiles, tales como colados y picados, además de otros productos para la línea de Nestlé Professional, Grandes Consumidores. Anualmente, fábrica San Fernando alcanza las 24 mil toneladas de producción anualmente.
- **Fábrica Nestlé Purina Teno:** Ubicada en Ruta J-310 Camino Antiguo La Aurora s/n, Acceso Norte Teno, Región del Maule. En ella se fabrica el alimento para mascotas de alto valor agregado, tal como: Purina Pro Plan, Purina Dog Chow, Purina Cat Chow, Doguitos y Purina Felix.
- **Fábrica Nestlé Los Ángeles:** Ubicada en Av. Bernardo O'Higgins 900. Los Ángeles, Región del Bío Bío. Elabora cerca de 60 mil toneladas de leche condensada y manjar.

al año. Además, posee una planta de envases y extremos metálicos de hojalata que abastece a las demás fábricas de Nestlé Chile y que también exporta a otros países.

- **Fábrica Nestlé Osorno (Cancura):** Ubicada en Camino a Puerto Octay, Ruta U-55 km. 16, Sector Pichil, Osorno, Región de Los Lagos. Es la cuarta planta láctea de Nestlé en Chile y la tercera en la X región. En ella se producen las leches Nido 1+, 3+ y 5+, leches enteras y semidescremadas instantáneas.
- **Fábrica Nestlé Llanquihue:** Ubicada en Av. La Marina S/N, Llanquihue, Región de Los Lagos. En sus líneas se elabora crema y leche en polvo.

2.3. Descripción de la Planta Refrigerados

La fábrica Nestlé Macul nace en el año 1965, cuando Nestlé (en ese entonces bajo el nombre “Chiprodal”) compra la fábrica Savory ubicada en Vicuña Mackenna. Dada la constante expansión del negocio y dada la constante búsqueda de ampliar sus operaciones, Nestlé entra de lleno al mercado de los refrigerados. En octubre de 1986 adquiere Prolac, la cual fue reubicada en 1988 en Macul, en donde se produce hasta la actualidad.

Como ya se ha mencionado, el proyecto de título será desarrollado en la planta de productos refrigerados, en donde se elaboran los productos de la categoría lácteos refrigerados definidos en el punto anterior. La planta de Nestlé Refrigerados se ubica en Av. Vicuña Mackenna 4230, Macul, RM, cercano a las estaciones de metro San Joaquín y Camino Agrícola. En este lugar también se encuentra la fábrica de Nestlé Helados y el negocio “Nestlé Professional”, que corresponde a la división de Nestlé Chile especializada en soluciones culinarias y de bebidas para Out Of Home.

Para la producción de los productos refrigerados, la fábrica cuenta con 14 líneas productivas, cada una con sus respectivos productos a elaborar, tal como se muestra en la [Tabla 2.1](#).

Para el correcto funcionamiento de las operaciones de la fábrica, esta posee diversas

Tabla 2.1: Líneas de producción Fábrica Refrigerados Nestlé.

Línea	Productos
Sidel 1	Chamyto variedades
Sidel 2	Chamyto variedades
Gasti	Chandelle variedades, Nescafé Shakissimo
Dairy Pack 179	Variedades de yogur + cereal Nestlé y Svelty
Dairy Pack 328	Variedades yogur + cereal Nestlé
Autoprod	Base de leche asada y compota sabores
Dairy Pack 225	Yogur batido sabores
Erca 4	Yogur batido sabores, pack yogur batido berries y trisabor
Erca 5	Variedades de yogur Svelty trozos
Dairy Pack 094	Yogur batido Svelty sabores (con y sin lactosa), yogur batido Nestlé sabores (con y sin lactosa)
Erca 7	Variedades de jalea y flan
Formseal	Variedades Chiquitín (frutilla, damasco y plátano)
Erca 8	Variedades nube de leche y Chandelle secreto mousse
Pancoline	Horneado y sellado de leche asada

(Fuente: Elaboración propia.)

áreas debidamente señalizadas, en donde se ejecutan las distintas actividades necesarias para la producción de los productos de la fábrica. A continuación, se especifican las áreas más importantes:

- **PSA:** Corresponden a bodegas transitorias, en donde se almacena la materia prima y el material de embalaje y envasado que se utilizará en un corto plazo (no más de una semana generalmente).
- **Macrodosimetría:** Lugar donde se administran las materias primas de gran volumen. Se preparan las cargas (“receta”) para la producción del día, para ser enviadas posteriormente a disolución. Algunas de las materias primas que se manejan aquí son: leche entera en polvo, gelatina, leche descremada, almidón, azúcar, agar polvo, entre otras.
- **Microdosimetría:** Donde se preparan las cargas de menor volumen (a granel) para luego ser enviadas a disolución, como por ejemplo, el edulcorante sucralosa splenda, sorbato de potasio y saborizante crema.

- **Sala de fruta:** Área donde se preparan los jarabes, se pesa el colorante chocolate y se disuelve el manjar para la preparación de los productos que lo requieran.
- **Sala de cepas:** Lugar donde se mantienen los cultivos lácteos que se utilizan en las diferentes preparaciones de los productos. Los que más se utilizan para la preparación del yogur son: *Streptococcus thermophilus* (SF_i) y *Lactobacillus bulgaricus* (Lb_{low}). Esta sala se encuentra en el segundo piso de la fábrica, cercano a pasteurización.
- **Sala CIP:** Lugar donde se controla el aseo químico de todos los equipos de la fábrica, tales como cañerías, estanques, etc. Allí se almacena el ácido y la soda necesaria para la realización de este.
- **Disolución:** Sector en donde se elaboran las bases como semielaborado para los productos ácidos y no ácidos, mediante el mezclado de las materias primas recibidas desde macrodosimetría y microdosimetría. Una vez lista la base, se envía a pasteurización.
- **Pasteurización:** Ubicado en el segundo piso de la fábrica. Se encarga de eliminar los microorganismos patógenos que se encuentren en el semielaborado. Esto mediante el calentamiento de los alimentos líquidos a una temperatura inferior al de su punto de ebullición durante un determinado tiempo, que permitirá el correcto desarrollo de las bacterias lácteas del cultivo iniciador.
- **Sala de máquinas o de llenaje:** Es donde el batido, que es transportado mediante cañerías desde el área de pasteurización, llega hasta el equipo que realiza el vertimiento del semielaborado al envase en el que se comercializa el producto. Luego de ser vertido el producto, este es sellado y enviado al área de envasado.
- **Sala de envasado:** Lugar donde el producto comienza su proceso de embalaje, siendo empacado en cajas y ubicándolos en los pallets correspondientes.

2.4. Proceso productivo de productos refrigerados

El proceso productivo de la fábrica refrigerados comienza con la programación de la producción desde el área de Supply Chain, la cual llega por sistema mediante correo electrónico al área de Control Producción de la fábrica. Una vez que el programa del día es recibido, los apoyos logísticos de Control Producción proceden a liberar las ordenes de proceso indicadas a través del sistema SAP. Esta ordenes corresponden a la producción del día siguiente a la fecha en que se recibe la programación. De modo que lo apoyos logísticos y los encargados de PSA puedan revisar si tienen disponibles los materiales requeridos para cada orden de producción recibida, en caso de que no, desde Control Producción se envía una solicitud de materiales a bodega.

Los materiales traídos desde bodega son recepcionados en una bodega interna de la fábrica, para posteriormente ser trasladados y ordenados según el tipo de producto en la PSA. Una vez que los materiales se encuentran en la PSA, los encargados de macrodosimetría y microdosimetría deben solicitar las materias primas requeridas para comenzar la producción. Aquí, los encargados de macro (macrodosimetría) y micro (microdosimetría) deben preparar las cargas según las cantidades indicadas en las ordenes de proceso liberadas. Cada carga debe contar con su etiqueta correspondiente, donde se indica el lote, cantidad, material y producto en el que será utilizada.

Posteriormente, las cargas son enviadas al área de disolución para comenzar la preparación de los semielaborados correspondientes. Una vez terminadas las bases, comienza el proceso de pasteurización, que se realiza en el segundo piso de la fábrica. Cuando los semielaborados ya se encuentran pasteurizados y con la temperatura adecuada, son enviados mediante cañerías al área de llenaje (sala de máquinas). Aquí, cada línea recepciona su determinado semielaborado para comenzar el proceso de llenado y sellado de cada producto.

Antes de que comience la producción en la sala de máquinas, es necesario que los operadores de cada línea soliciten los materiales de envasado (PAI, poliéster, decorado, etc.)

a utilizar, a los encargados de PSA. Una vez obtenido los materiales, el operador procede a colocarlos en la máquina para comenzar la operación de la línea.

Cuando los productos ya se encuentran sellados, pasan a la sala de envasado a través de cintas transportadoras, en donde se realiza el proceso de embalaje de estos. Cada proceso es distinto, dependiendo del producto que se trate.

En la [Figura 2.1](#) se muestra un diagrama general del flujo de material en la fábrica de productos refrigerados de Nestlé.

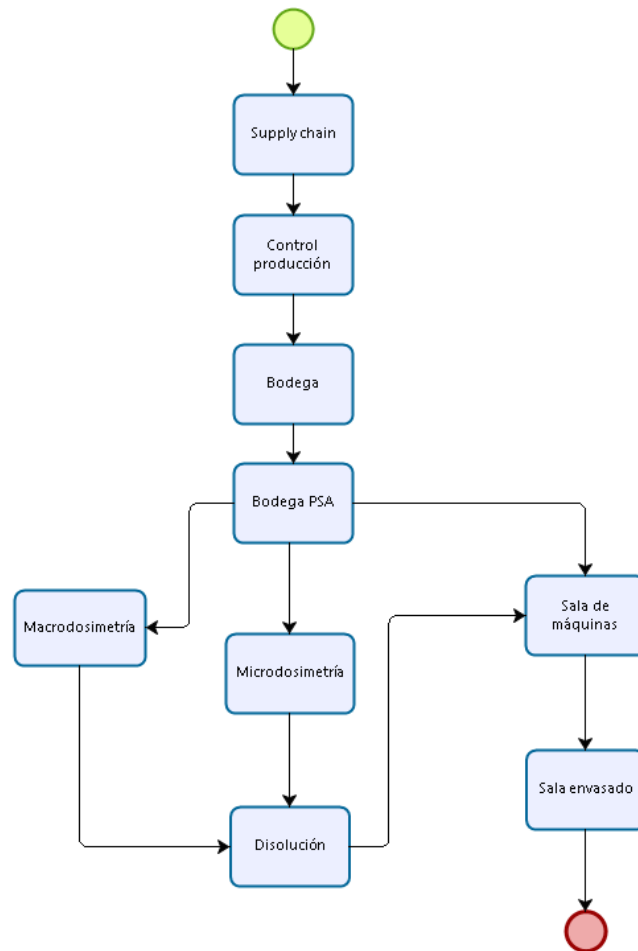


Figura 2.1: Diagrama de flujo de material en Fábrica Refrigerados Nestlé.

(Fuente: Elaboración propia.)

3 | Marco Teórico

3.1. Gestión de Calidad Total (TQM)

La calidad es hoy en día un aspecto fundamental para toda compañía que entrega un producto o servicio a un cliente. Esto se da, en parte, por el alto nivel de competitividad existente entre las empresas pertenecientes a un mismo rubro, lo que incentiva la búsqueda de la maximización de la relación calidad-costos, garantizando la calidad de su producto o servicio, al menor costo posible.

La calidad puede definirse como el “conjunto de características que posee un producto o servicio, así como su capacidad de satisfacción de los requerimientos del usuario” ([Cuatrecasas, 2010](#)). Por otro lado, la [Real Academia Española \(2018\)](#) indica, entre sus acepciones, que calidad corresponde a la adecuación de un producto o servicio a las características especificadas. Por lo tanto, este concepto se encuentra estrechamente relacionado con la satisfacción del cliente y su percepción con respecto al producto o servicio obtenido, que dependerá de gran manera del valor agregado que le asigne el cliente a cada una de las características que posea el determinado producto.

Para lograr la calidad en un principio fue necesario efectuar una serie de acciones de inspección, que contribuyeran al mejoramiento de los atributos de los productos. En primera instancia se realizaban tareas de inspección, teniendo como principal objetivo la detección de fallas. Para esto, se realiza una especie de filtrado entre los productos, cerciorándose así, de que solo ingresen al mercado aquellos productos que se encuentran en perfectas

condiciones. Sin embargo, estas actividades no eran suficientes para el asegurar la calidad de los productos o servicios entregados a los clientes.

Por esta razón, a lo largo de los años, se fueron agregando cada vez más técnicas para el aseguramiento de la calidad, tales como herramientas de control estadístico, herramientas de control del proceso, y herramientas de gestión de calidad. Es así, como poco a poco el concepto de calidad fue creciendo, transformándose en un pilar fundamental para la estrategia global de estas. Y es en este contexto, que surge el término Gestión de Calidad Total (TQM), el cual, mediante la aplicación de sus diversas herramientas, busca llevar más allá el concepto de calidad y hacerlo una parte fundamental en las empresas, abarcando a cada uno de sus estamentos.

El concepto de Total Quality Management (TQM) o Gestión de Calidad Total, tiene sus inicios en Japón, en los años 50, y surge como una necesidad de incrementar la eficiencia de los procesos asociados a la producción y optimizar las actividades comprendidas en la cadena de valor de la empresa. Se basa en el principio de que la calidad ya no se considera como una mera característica del producto o servicio, sino que se extiende a lo largo de toda la organización, estando en línea con sus objetivos y estrategias. Con esto, TQM busca la “ventaja competitiva y la satisfacción plena de las necesidades y expectativas de los clientes” (Cuatrecasas, 2010). Y para ello, se utilizan diferentes técnicas que permiten mejorar las características del producto y servicio, y a la vez, reducir las deficiencias en el proceso.

Existen diversos enfoques en cuanto a TQM, lo cual lo transforma en un concepto un tanto complejo. Por tanto, como manera de unificar y estandarizar los conceptos de Gestión de Calidad Total, es que nace la familia de normas ISO 9000, establecidas por la Organización Internacional de Estandarización (ISO). Estas normas describen los conceptos y principios fundamentales de la Gestión de Calidad (International Organization for Standardization, 2015), especificando la manera en que una compañía gestiona sus estándares de calidad, tiempos de entrega y niveles de servicio, y pueden ser aplicadas a

cualquier tipo de organización o actividad relacionada con la producción de bienes y/o servicios. En particular, la norma ISO 9001 propone un sistema de gestión de calidad que establece que los requisitos definidos pretenden, además del aseguramiento de la calidad del producto, aumentar la satisfacción del cliente. Este modelo propuesto se sintetiza en la [Figura 3.1](#).

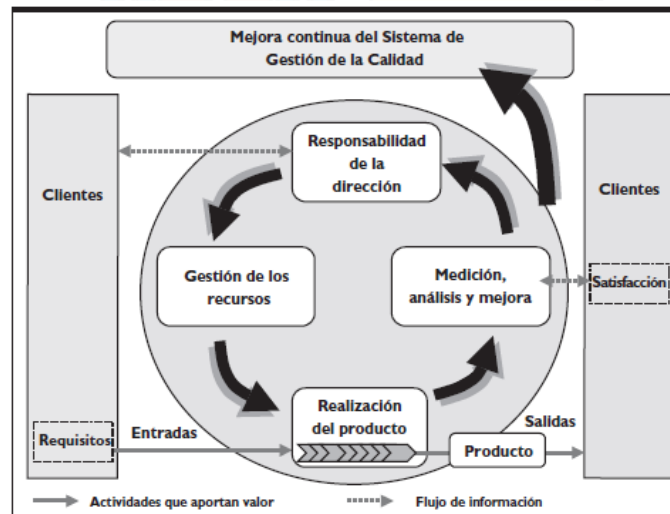


Figura 3.1: Modelo de Sistema de Gestión de Calidad según la norma ISO 9001:2000.

(Fuente: [Camisón et al. \(2006\)](#))

TQM se basa primordialmente en la correcta gestión de los recursos materiales y humanos que la integran, privilegiando un enfoque de gestión eficiente de la calidad. En este sentido, [Cuatrecasas \(2010\)](#), en su libro describe los cuatro pilares que conforman la base de la calidad total:

1. **Ajustarse a los requerimientos del consumidor.** De forma que toda la actividad de la organización implicada esté orientada a satisfacer al destinatario del producto o servicio.
2. **Eliminación total de los despilfarros.** Que asegure realizar los procesos con el mínimo de actividades y consumo de recursos en general, con lo cual el coste y el tiempo de entrega también serán mínimos.
3. **Mejora continua (kaizen).** Que permita que la organización, los procesos y el

consumo de recursos mejoren continuamente y la calidad obtenida aumente constantemente.

4. **Participación total de todas las personas que integran la organización como único camino para que los tres pilares anteriores alcancen sus objetivos de forma óptima.** La mayor o menor implantación de estos cuatros pilares se verá favorecida por una adecuada estructura organizativa; actualmente las estructuras planas enfocadas a los procesos, son las que permiten un resultado óptimo.

Con esto, se obtienen importantes mejoras en los resultados, lo que hace a las organizaciones más competitivas. Dentro de estos resultados, destacan: incremento general del nivel de calidad, disminución de costes, mejora en la productividad, mejora en las relaciones a nivel humano, la organización se vuelve más efectiva y ágil.

3.2. Herramientas de TQM

Para poder lograr los resultados mencionados anteriormente, se ejecutan ciertas herramientas utilizadas por los sistemas de gestión de calidad. Según [Cuatrecasas \(2010\)](#), existen catorce herramientas, las que se subdividen en siete herramientas básicas y otras siete, denominadas herramientas de gestión. En adelante, se describirán algunas de las herramientas más comunes.

3.2.1. Diagrama de Pareto

Es una herramienta de representación gráfica que identifica los problemas más importantes, en función de su frecuencia de ocurrencia o coste (dinero, tiempo), y permite establecer las prioridades de intervención ([Camisón et al., 2006](#)). Se rige por la regla de que aproximadamente el 80 % de los problemas se deben a tan sólo un 20 % de las causas. Este diagrama permite identificar ese porcentaje de causas relevantes mediante la realización de un diagrama de barras ordenado de mayor a menor según amplitud, en donde cada barra corresponde a una causa diferente. Se añade, además, una curva que representa el porcentaje acumulado de fallos. En la [Figura 3.2](#) se muestra un ejemplo de este.

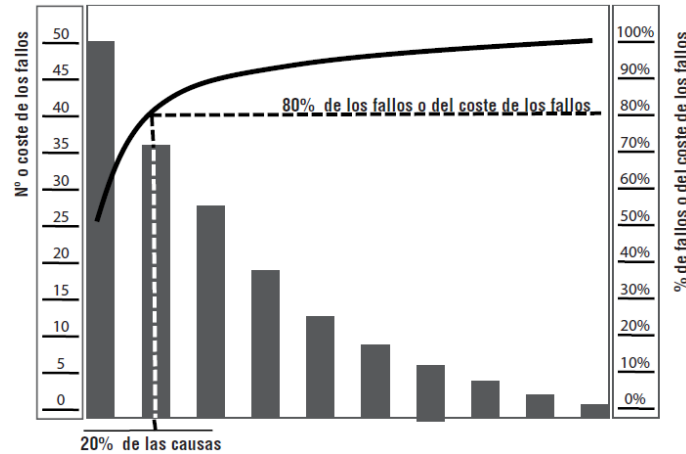


Figura 3.2: Ejemplo Diagrama de Pareto.

(Fuente: Cuatrecasas (2010))

Este diagrama permite seleccionar las causas más relevantes y así, decidir las acciones a efectuar frente a la situación presentada. El uso continuo de los diagramas de Pareto permitirá supervisar y verificar la eficacia de las soluciones para la resolución de los problemas (Cuatrecasas, 2010).

3.2.2. Diagrama de Causa-Efecto o de Ishikawa

Se utiliza para recoger de manera gráfica todas las posibles causas de un problema o identificar los aspectos necesarios para alcanzar un determinado objetivo (efecto) (Camisón et al., 2006). Además de la determinación de causas, esta herramienta es útil para ordenar y profundizar sobre estas, identificando su origen para de esta forma, solucionar el problema desde su raíz.

Para su elaboración, es necesario primeramente definir claramente el problema a resolver, luego identificar los factores más relevantes que influyen en el problema. Posteriormente, esta información es traspasada al diagrama en cuestión, según la categoría a la que corresponda cada causa. Para esta clasificación, Ishikawa define las cuatro M: materiales, maquinaria, mano de obra y métodos. Finalmente, se realiza un análisis de las relaciones causa-efecto, determinando las causas más importantes para poder tomar la decisión de qué acciones efectuar. En la Figura 3.3 se muestra un ejemplo de este diagrama.

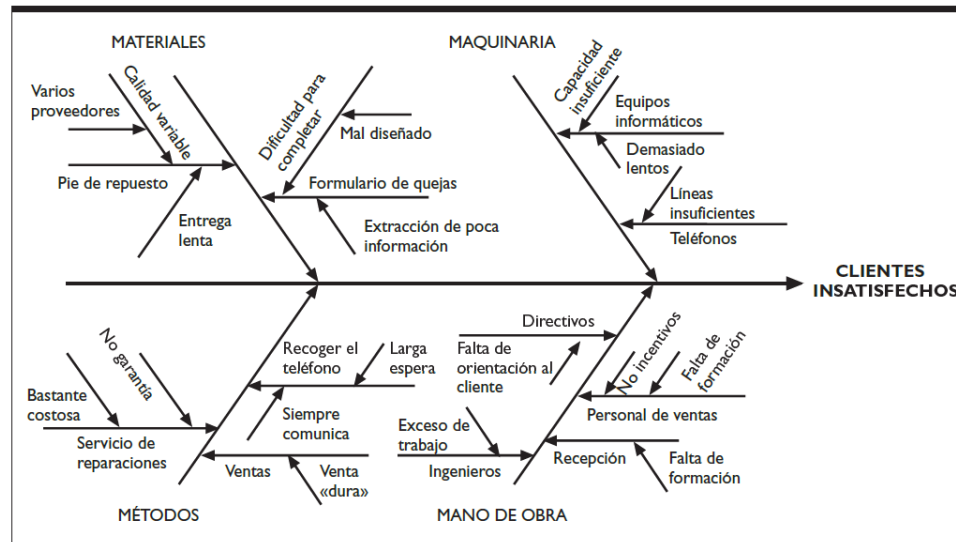


Figura 3.3: Ejemplo Diagrama de Ishikawa.

(Fuente: Camisón et al. (2006))

3.2.3. Histograma

Esta herramienta se construye mediante diagrama de barras que grafica la frecuencia de un conjunto de valores, mostrando así, la distribución estadística que presentan los datos y la naturaleza de su variación dentro del rendimiento del proceso.

Para su elaboración es necesario seguir una serie de pasos, descritos a continuación como indica Camisón et al. (2006). Además, en la Figura 3.4 se presenta un ejemplo de un histograma.

- Identificar el objetivo del uso del histograma y reunir los datos necesarios.
- Identificar los valores máximos y mínimos y calcular el rango, es decir, la dimensión del intervalo existente entre esos dos valores.
- Determinar el número de barras a representar. No existe regla exacta para su cálculo. Normalmente, cuando el número total de datos (N) es inferior a cincuenta, se pueden emplear unas tablas orientativas, y cuando N es superior a cincuenta, se considera la raíz cuadrada de N, redondeando a un número entero.

- Establecer la anchura de las barras. Se calcula dividiendo el rango entre el número de barras.
- Calcular los límites inferior y superior de cada barra. Consiste en sumar las ocurrencias dentro de cada ancho de la barra, es decir, la frecuencia.
- Dibujar el histograma. El número ideal de barras en el histograma es de aproximadamente diez.
- Analizar el histograma y actuar con los resultados.

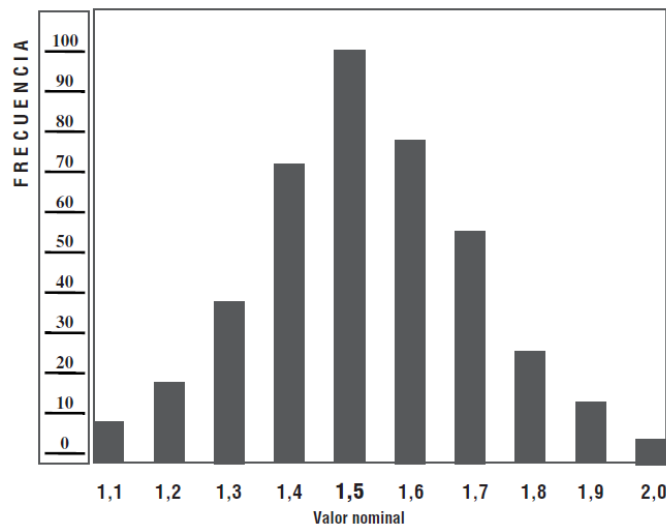


Figura 3.4: Ejemplo Histograma.

(Fuente: Cuatrecasas (2010))

La utilidad de esta herramienta radica en el apoyo que provee para determinar la necesidad de algún ajuste en un determinado proceso, y verificar a su vez, la efectividad de estos. Además, permite efectuar un control periódico sobre cada uno de los procesos a estudiar.

3.2.4. Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo busca representar el flujo de operaciones con sus respectivas relaciones y dependencias. Corresponde a una representación gráfica de una secuencia de actividades de un proceso en específico. Esto permite realizar un seguimiento a cada

una de las etapas del proceso. Los diagramas de flujo pueden ser muy útiles cuando se quiere realizar una optimización de procesos, oportunidades de mejora o simples reajustes, empleándose como un punto de partida que visualice globalmente la secuencia de cambios a ejecutar (Cuatrecasas, 2010). A continuación, se muestra un ejemplo de esta herramienta en la Figura 3.5.

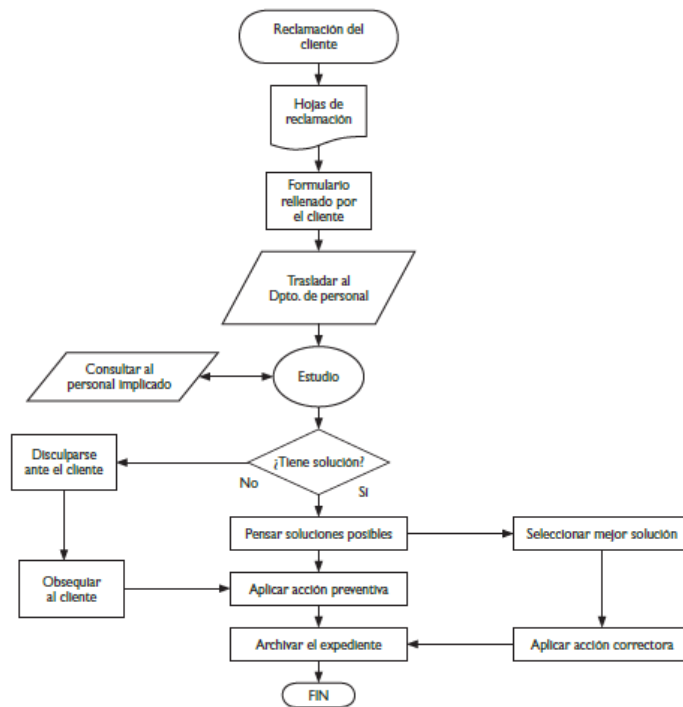


Figura 3.5: Ejemplo de Diagrama de Flujo.

(Fuente: Camisón et al. (2006))

3.2.5. Hoja de Recogida de Datos

También se conoce como hoja de registro o de verificación. Se utiliza para recopilar información importante y útil, de manera ordenada y estructurada, de tal forma que sea más fácil realizar un posterior análisis de esta.

La hoja de recogida de datos se elabora en función de objetivos concretos y debe ser sencilla y clara, de forma que las personas que tengan que recoger y registrar los datos puedan hacerlo sin ningún problema (Camisón et al., 2006).

Existen diversos formatos de hoja de recogida de datos, tales como gráficos, numéricos, por símbolos, etc. El formato a implementar dependerá del tipo de datos a reunir, la situación o actividad a controlar, la forma en que se va a recoger la información, y los puntos de recogimiento. Sea cual sea el formato a utilizar, debe hacerse hincapié en que la recolección de los datos debe ser simple, clara y ordenada, evitando así, posibles errores o malas interpretaciones.

3.3. Metodología Six Sigma y DMAIC

Seis Sigma es una filosofía que integra el control estadístico de procesos y las herramientas de calidad total para determinar que tan lejos un proceso se desvía de la perfección, medir cuantas fallas existen y luego eliminarlas con la finalidad de obtener un proceso con cero defectos ([Espinoza y Zapata, 2010](#)).

Esta metodología de mejora de procesos tiene sus orígenes en Motorola, cuando Mikel Harry introdujo el estudio de la variación en los procesos de esta empresa. Motorola entre 1987 y 1994 al incorporar Seis Sigma redujo su nivel de defectos por un factor de 200 y de esta manera sus costos de manufactura disminuyeron en \$1,4 billones, la productividad de sus empleados incrementó en un 126 % y el valor de las ganancias de sus accionistas se cuadruplicó ([Espinoza y Zapata, 2010](#)).

Sigma corresponde a la letra griega utilizada en estadística para representar la desviación estándar de una muestra de datos. Esta desviación estándar hace referencia a cuanta variabilidad existe entre un determinado grupo de elementos. Por tanto, en términos estadísticos, el objetivo de la metodología Six Sigma es reducir la variación, de manera que prácticamente la totalidad de los productos o servicios ofrecidos, cumplan o excedan, las expectativas de los clientes. En particular, la meta de esta metodología es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos, entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir con los requisitos del cliente.

Para lograr este objetivo, una de las metodologías utilizadas es DMAIC, la cual constituye la base para la implementación de Six Sigma. DMAIC se centra en cinco etapas, que según [Buestán \(2013\)](#) se describen de la siguiente manera:

- **Definición (Define):** Tiene como objetivo establecer el propósito del proyecto, su alcance y contexto con respecto al negocio.
- **Medición (Measure):** Permite entender y describir de forma más precisa el proyecto, con el fin de establecer problemas enfocados sobre los que sea más eficiente la identificación de causas de influencia.
- **Análisis (Analyze):** Identifica y verifica las causas de influencia sobre las variables de respuesta definidas.
- **Mejora (Improve):** Se establecen niveles de operación adecuados para las variables influyentes a través del desarrollo de experimentos. Se formulan planes de acción y se presenta evidencia que muestre el impacto positivo de su aplicación.
- **Controlar (Control):** Su fin es mantener los beneficios de las mejoras implementadas a través de la estandarización de procesos y la anticipación y prevención de futuras fallas.

En el capítulo 4 se ahondará más sobre este tema.

3.4. Definición de Yogur

El yogur corresponde a un alimento probiótico, de consistencia semisólida que resulta de la fermentación de la leche. Según la OMS, los probióticos son “microorganismos vivos que, cuando son suministrados en cantidades adecuadas, promueven beneficios en la salud del organismo anfitrión”. En tanto, de acuerdo con la [Real Academia Española \(2018\)](#), el yogur corresponde a una “variedad de leche fermentada, que se prepara reduciéndola por evaporación a la mitad de su volumen y sometiéndola después a la acción de un fermento”. Este término no fue incluido en el diccionario hasta el año 1970.

Su país de origen se desconoce a ciencia cierta, sin embargo, surgen diversas teorías con respecto a esto. Una de ellas, descrita por BBC Travel ([Ramani, 2018](#)), afirma que este producto tiene sus orígenes en Bulgaria, en donde habría sido descubierto accidentalmente por tribus nómades hace 4000 años. La historia cuenta que estas tribus transportaban la leche en recipientes hechos con piel de animales, lo cual resulta ser un ambiente ideal para el crecimiento de bacterias y la fermentación necesaria para producir el yogur.

Sin importar su origen, se sabe que Bulgaria fue clave en la masificación del yogur. Esto, ya que fue un científico búlgaro, Stamen Grigorov, quien descubrió la composición del yogur, dando paso al hallazgo del *Lactobacillus bulgaricus*, microorganismo fundamental para la fermentación de la leche. Este trabajo fue continuado por el biólogo ruso Élie Metchnikoff, quien en su libro “La prolongación de la vida”, vinculó la longevidad de los campesinos búlgaros a su alto consumo de yogur. Todo esto, hizo posible la llegada del yogur a occidente, siendo un producto muy consumido hoy en día por la población a nivel mundial.

En Chile, de acuerdo al Reglamento Sanitario de los Alimentos, publicado por el [Ministerio de Salud \(1996\)](#), el yogur es el producto lácteo coagulado obtenido por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de leches pasteurizadas enteras, parcialmente descremadas o descremadas, leches en polvo enteras, parcialmente descremadas o descremadas o una mezcla de estos productos. Según el Artículo 220 de este reglamento, su elaboración puede incluir:

- a) Ingredientes aromatizantes naturales, como frutas (fresca, en conserva, congelada, en polvo, puré, pulpa o jugo), cereales, miel, chocolate, cacao, nueces, café, especias y otros aromatizantes autorizados.
- b) Azúcares y/o edulcorantes autorizados de acuerdo a lo señalado en el artículo 146 del presente reglamento.
- c) Aditivos alimentarios autorizados, tales como aromatizantes, colorantes, estabilizantes y como preservante ácido sórbico y sus sales de sodio y potasio, cuya dosis máxima

será de 500 mg/kg expresada como ácido sórbico.

- d) Cultivos de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico. Los microorganismos lácticos presentes en el producto final deberán ser viables y en cantidad superior a 10^6 [UFC/g].¹.

3.5. Tipos y clasificación del yogur

Según la Norma Chilena NCh2650, el yogur puede clasificarse en diversos tipos, según las características que posea (Tabla 3.1):

Tabla 3.1: Tipos de yogur según la norma chilena.

Tipo de Yogurt	Características
Batido	Aquel que presenta una consistencia cremosa y el producto escurre fácilmente.
Líquido	Aquel yogur batido de menor consistencia.
Aflanado	Aquel que presenta una consistencia firme semejante a un flan.
Natural	Yogur líquido, batido o aflanado, que no contiene edulcorantes, esencias ni colorantes.
Saborizado	Yogur líquido, batido o aflanado, que contiene azúcares, esencia o colorantes.
Con Frutas	Yogur líquido, batido o aflanado, que contiene mermelada, pulpa o trozos de fruta, y azúcar o algún edulcorante.
Con Agregados Especiales	Yogur líquido, batido o aflanado, que contiene miel, cacao, nueces y similares.

(Fuente: Espinoza y Zapata (2010))

Además, según la norma, existen otros tipos de clasificaciones para los yogures, los cuales se detallan a continuación en la Tabla 3.2.

¹Unidad de medida para contabilizar el número de bacterias viables en una muestra.

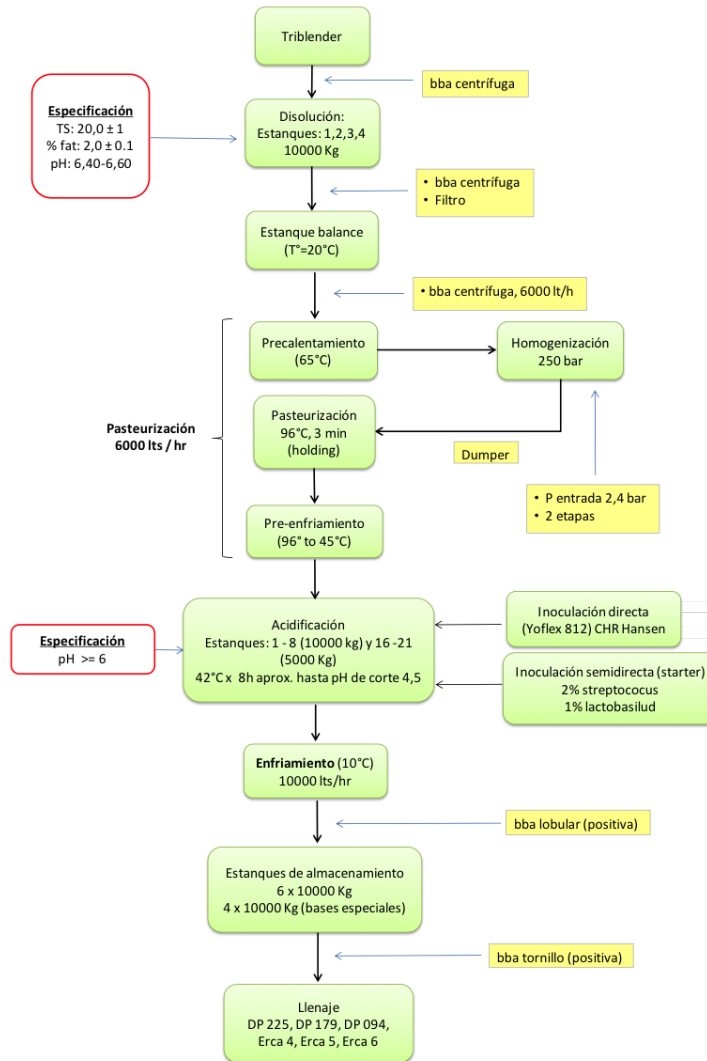
Tabla 3.2: Clasificación del yogur según la norma chilena.

Clasificación según	Tipo de yogur
<i>Contenido graso</i>	Descremado
	Semidescremado
	Yogur
<i>Consistencia</i>	Líquido
	Batido
	Aflanado
<i>Sabor</i>	Natural
	Saborizado
	Con frutas
	Con agregados especiales

(Fuente: Elaboración propia a partir de datos de [Espinoza y Zapata \(2010\)](#).)

3.6. Proceso productivo del yogur

A continuación, en la [Figura 3.6](#), se presenta el diagrama de flujo de la elaboración del yogur, específicamente, en la fábrica de Nestlé.

**Figura 3.6:** Proceso productivo del yogur en Nestlé.

(Fuente: Base de datos NCE Fábrica Macul, Nestlé Chile.

Las materias primas necesarias para poder llevar a cabo este proceso, se encuentran detalladas en el [Apéndice A](#).

A modo general, el proceso de elaboración de batido consiste en lo siguiente:

1. Disolución

Las cargas preparadas desde el área de microdosimetría y macrodosimetría son recepcionadas e introducidas a las tolvas de los triblenders. Aquí, las materias primas se mezclan con agua, cuya temperatura debe ser de 17°C-18°C aproximadamente.

Posteriormente, la mezcla es enviada al estanque de almacenamiento, en donde se le realizarán las mediciones de pH y sólidos. Una vez completa la carga, se traspasa al estanque de balance mediante una bomba centrífuga, y se deja en reposo durante 30 minutos con agitación continua. Terminado esto, se habilitan las líneas y la bomba de descarga a la zona de pasteurización.

2. Pasteurización

Las etapas de la pasteurización son las siguientes:

- **Precalentamiento:** Como primer paso, se envía la carga al área de pasteurización a través de una bomba centrífuga. Allí se realiza un precalentamiento del producto a 65°C.
- **Homogenización:** Etapa en la que se somete a la leche a una presión de 250 bar, con el fin de reducir los glóbulos de grasa y obtener una nata más cremosa y sin grumos. Este proceso se realiza para que la base sea estable y sin tendencia a la precipitación en el estanque de maduración (acidificación).
- **Pasteurización:** Su propósito es destruir los microorganismos patógenos y la flora que no interese. La leche se pasteuriza a 96°C por un lapso de 3 minutos.
- **Pre-enfriamiento:** Luego de ser pasteurizada, la mezcla comienza su proceso de enfriamiento hasta llegar a los 45°C.

3. Acidificación

Aquí es donde se incorporan los cultivos o bacterias mediante inoculación directa, a una temperatura de incubación de 42°C, lo que permite que los microorganismos se reproduzcan y puedan fermentar la leche. Así, el producto se transforma en yogur. El tiempo de acidificación es de 8 horas aproximadamente.

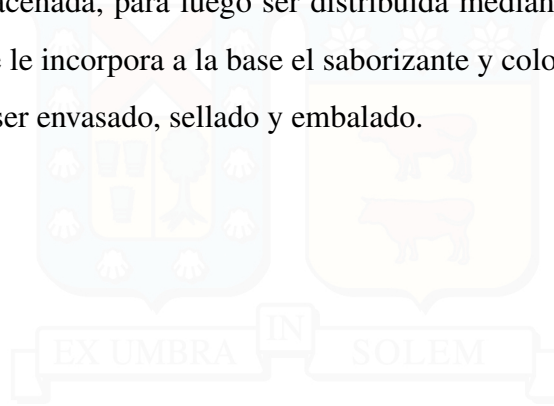
4. Enfriamiento

Una vez realizada la acidificación, la leche se transforma en yogur luego de 7 a 9 horas. Por medio de una bomba positiva, se pasa el producto por un intercambiador de placa que baja la temperatura entre 8°C y 10°C. Este procedimiento permite

obtener una textura más cremosa, y además, la baja temperatura impide que los microorganismos se sigan multiplicando y el yogur sea más ácido.

5. Almacenamiento y carga

La base es almacenada, para luego ser distribuida mediante cañerías a la sala de llenaje. Aquí, se le incorpora a la base el saborizante y colorante (aromcolor), para posteriormente ser envasado, sellado y embalado.



4 | Metodología

Para el desarrollo de este estudio, se utilizó la metodología DMAIC, la cual forma parte del enfoque de mejora continua Six Sigma. Esta metodología permite abordar problemas operacionales mediante un análisis sistemático, con énfasis en la reducción de variabilidad y mejora de procesos. Su nombre corresponde a las cinco etapas que la componen: Definir (Define), Medir (Measure), Analizar (Analyze), Mejorar (Improve) y Controlar (Control). En este proyecto, se desarrollaron formalmente las primeras cuatro etapas, mientras que la fase de control fue excluida del alcance, dado que la implementación efectiva de las mejoras quedará sujeta a la validación por parte de la empresa.

4.1. Etapas de la metodología DMAIC aplicadas

4.1.1. Definir:

En esta etapa se estableció el problema principal a resolver: el alto nivel de desperdicio de producto terminado en la línea Erca 4. Se delimitaron los objetivos generales y específicos del proyecto, y se definió el alcance del estudio, concentrándose en el proceso desde la llegada del batido neutro a la máquina de llenado hasta el producto empaçado y palletizado en la sala de envasado.

4.1.2. Medir:

Se recopilaron datos relevantes que permitieron dimensionar el nivel de desperdicio. Esto incluyó:

- Análisis de desviación de uso (DUV) de materias primas y materiales de empaque.

- Registro de descarte de producto terminado proporcionado por el área de higiene.
- Informes de detenciones de la máquina (paros no planeados y microparos).
- Encuestas y observaciones directas a los operadores.
- Implementación de un nuevo registro de desperdicios, enfocado en la identificación de causas del descarte de productos.

4.1.3. Analizar:

En esta etapa se identificaron y jerarquizaron las causas raíz del desperdicio. Se utilizaron herramientas de la Gestión de Calidad Total (TQM) como:

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa).
- Técnica de los 5 por qué.
- Se realizó una lluvia de ideas (brainstorming) con los operadores y jefes de turno para detectar problemas recurrentes y oportunidades de mejora en el proceso productivo.

4.1.4. Mejorar:

A partir del diagnóstico y del análisis de causas, se formularon propuestas de mejora orientadas a reducir el desperdicio. Estas incluyen el diseño de estándares operacionales, ajustes en las rutinas de mantenimiento, propuestas de capacitación a operadores y acciones para mejorar la estabilidad del proceso. Las propuestas fueron diseñadas considerando criterios de impacto, factibilidad e implementación dentro del contexto de la planta.

5 | Desarrollo

5.1. Definir

5.1.1. Objetivos y alcance

El objetivo principal de este documento contempla reducir la cantidad de productos desperdiciados en las líneas de producción de la planta de productos refrigerados Nestlé, lo que conlleva la disminución de pérdidas monetarias de la empresa. Para esto, se busca la elaboración de un plan de acción que optimice el proceso de producción y que, a la vez, esté en línea con las directrices de la empresa y manteniendo siempre los estándares de calidad requeridos para el cumplimiento de los requerimientos de los clientes y consumidores.

Como se menciona previamente, para la ejecución de este proyecto, solo se considerará el análisis de la operación de la línea Erca 4 de la fábrica refrigerados, por lo tanto, las propuestas también serán enfocadas en la mejora de esta línea. Esto se justifica a través de los datos que se presentarán a continuación en esta sección.

5.1.2. Problemática y diagnóstico situación actual

Para la empresa, la reducción de pérdidas es un pilar fundamental para el crecimiento de esta y para cumplir su objetivo de ser una empresa sustentable en el tiempo. En este sentido, en cuanto a la operación, existen dos formas de medir los desperdicios en la fábrica, una corresponde a la contabilización de producto terminado que se desecha, ya sea por fallas en el producto o por estándares de calidad no cumplidos, es decir, cuando el producto

no está como debe ser para poder salir al mercado. Y la otra forma es mediante la revisión de inventario para identificar diferencias entre las cantidades que deberían estar en PSA y las que realmente están de manera física.

Las tomas de inventario se realizan cada 15 días aproximadamente en las PSA de fábrica refrigerados, y a partir de esto, se genera un reporte que cuantifica las desviaciones de uso de cada producto semielaborado, materias primas y materiales de embalaje y envasado. Transformando luego estos datos en un indicador de desempeño para la empresa.

$$DUV(\%) = \frac{Base\ 0 - Efectivo\ con\ DUV}{Base\ 0} \quad (5.1)$$

Donde *Base 0* corresponde a la cantidad prevista a utilizar de un determinado material o materia prima según la receta de cada producto y su nivel de producción; y *Efectivo con DUV* equivale a la cantidad realmente utilizada, contabilizado según diferencias de inventario en PSA.

A continuación, en la [Tabla 5.1](#) se presenta el reporte parcial del año 2018 desde enero hasta agosto. Según esto, las pérdidas durante estos meses ascienden a un total de \$1.287.687.227. Si bien estos valores se mantienen relativamente estables, cabe destacar que se muestra una tendencia a la baja en los últimos meses, sin embargo, estos datos no son suficientes para definir una hipótesis válida.

A partir de los datos presentados en el [Apéndice B](#), se genera un gráfico ([Figura 5.1](#)) con las diez materias primas que han aportado en mayor medida a este indicador, mostrando además, su variación durante los meses. Estas diez representan cerca del 40 % del total de pérdidas por desviación de uso.

Tabla 5.1: Pérdidas en DUV desde enero a agosto 2018.
Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.

Mes	DUV
Enero	\$173.892.416
Febrero	\$168.905.221
Marzo	\$193.996.306
Abril	\$169.078.175
Mayo	\$162.790.891
Junio	\$186.618.893
Julio	\$132.054.456
Agosto	\$100.350.869
Total	\$ 1.287.687.227

(Fuente: Elaboración propia.)

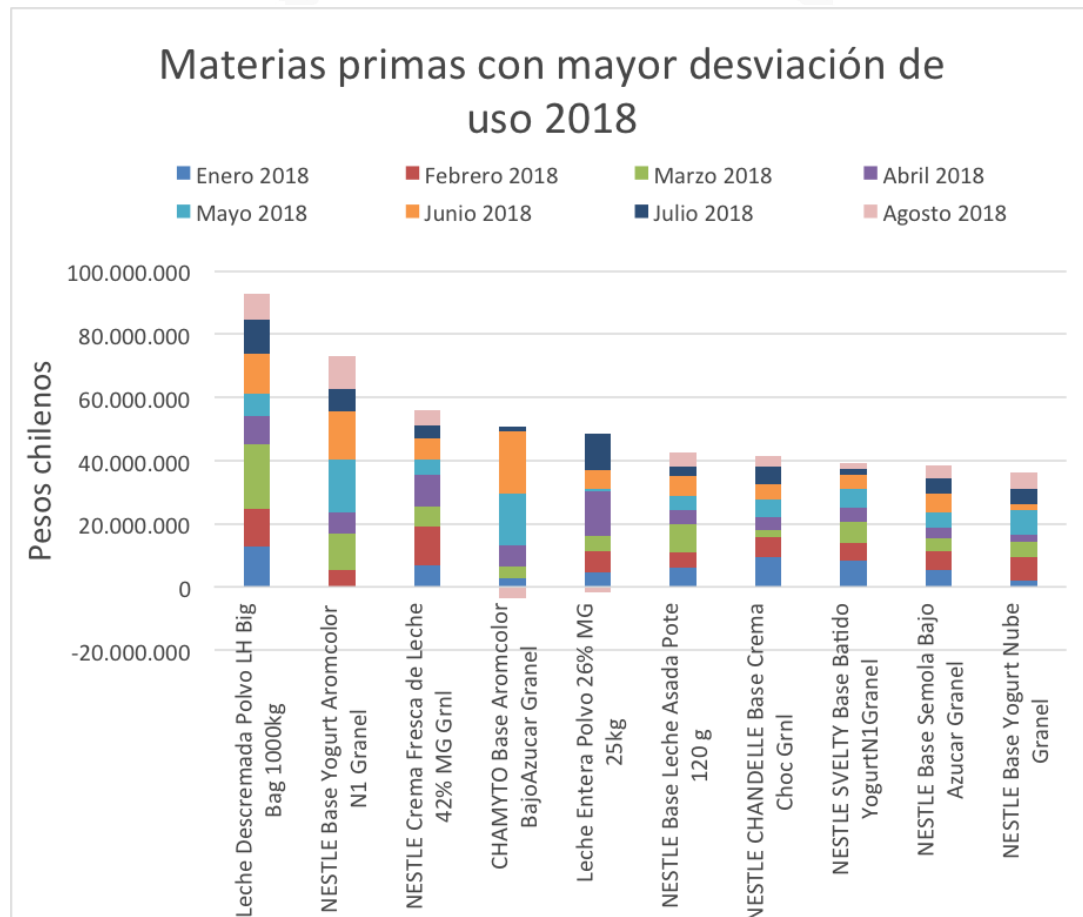


Figura 5.1: Materias primas con mayor DUV desde enero hasta agosto de 2018.

(Fuente: Elaboración propia)

Se observa que los tres productos con mayores pérdidas corresponden a leche descre-

mada en polvo, base yogur aromcolor y crema fresca de leche. La leche descremada se utiliza como materia prima de gran parte de los productos que se fabrican en la planta, entre estos: base para yogur batido, Chiquitín, flan, Chandelle, sémola, leche asada, Chamyto y Nube. En cuanto a la base yogur aromcolor, este es el semielaborado que se utiliza en la elaboración del yogur batido que se produce en las líneas Dairy Pack 225, Dairy Pack 094 y Erca 4. Y por último, la crema fresca de leche es utilizada principalmente en la producción de Chandelle. Es importante mencionar que la leche descremada en polvo es un insumo de la base yogur aromcolor, por lo tanto, sostienen una estrecha concordancia, manteniendo siempre una relación directamente proporcional en cuanto a la cantidad de material perdido de estos. Por lo tanto, es este un punto importante al que se debe poner foco en cuanto a la búsqueda de reducción de desperdicio.

De los materiales detallados anteriormente, se prestará mayor atención al segundo con mayores pérdidas, ya que como se mencionó anteriormente, su desperdicio influye de gran manera a la pérdida de la leche descremada al ser esta una materia prima de la base. Además, este semielaborado es utilizado por solo tres líneas, lo que permitirá acotar el foco de reducción de pérdidas. De estas, se muestra a continuación su desviación de uso de semielaborado desde enero hasta agosto 2018.

Tabla 5.2: Líneas con mayor DUV de semielaborado durante enero-agosto 2018.

Línea	Componente	Base 0 vs Efect con DUV [ctd]	Base 0 vs Efect con DUV [val]	Base 0 vs Efect con DUV [%]
DP 094	NESTLE Base Yogurt Aromcolor N1 Granel	-45.793,1 KG	-15.285.534,00	-1,8
Erca 4	NESTLE Base Yogurt Aromcolor N1 Granel	-83.510,5 KG	-27.875.444,00	-2,8
DP 225	NESTLE Base Yogurt Aromcolor N1 Granel	-76.523,0 KG	-25.543.034,00	-1,6

(Fuente: Área Control Producción. Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)

Como se observa en la [Tabla 5.2](#), la línea que provoca mayores pérdidas de base es la Erca 4, y presenta un indicador de desviación de uso de -2,8 %, siendo también el más crítico de los tres. Por esta razón, entre otras, la aplicación de este proyecto se centrará en esta línea en particular, que además como se verá más adelante, es también la que provoca

mayores pérdidas en producto terminado.

La base yogurt aromcolor, cuya composición se encuentra detallada en el [Apéndice A](#), es utilizada en gran medida para la producción de la línea Erca 4, alcanzando más de \$73 millones en pérdida, de las cuales, \$27.875.444 se adjudican a la línea en cuestión, tal como se muestra en la [Tabla 5.3](#), que presenta el desperdicio en materiales y materias primas de la línea Erca 4 desde enero hasta agosto de este año.

Tabla 5.3: Pérdida de materia prima en línea Erca 4 desde enero hasta agosto de 2018.

Componente	Base 0 vs Efect con DUV (Ctd)	Base 0 vs Efect con DUV (Val)
NESTLE Base Yogurt Aromcolor N1 Granel	-83.510,5 KG	-27.875.444,00
Film PS Bobina Yoghurt 0,85x428mm 2009	-12.613,9 KG	-16.136.244,00
Saborizante Frutilla Liq AC Flo NS-195	-1.457.111,9 G	-4.876.989,00
Film PapelAdh Bob YogFrutFrambMor564mm	-1.431,9 KG	-3.522.404,00
Film PapAdhBob NEST YogFrutDamVain 564mm	-1.510,1 KG	-3.384.163,00
Bandeja Corrugado Yoghurt 48x125g	-24.531,0 UNI	-2.957.936,00
NESTLE Base Yogurt Cereal Granel	-4.953,6 KG	-1.568.518,00
Film PEBD BobNEST Yog FrutDamVain12x125g	-543,9 KG	-1.481.748,00
Laminado Pap/PET Bob NEST125gPRRegaloneo	-363,1 KG	-1.468.855,00
Film PEBD Terc Yog FrutFrambMor 12x125g	-377,5 KG	-1.065.326,00
Saborizante Vainilla Liquido AC	-202.654,5 G	-655.774,00
Saborizante Damasco Liq AC Flo NS-877	-267.472,4 G	-474.225,00
FilmPapel Adh BobinaNESTLE Frutilla 2009	-178,3 KG	-416.761,00
Film Estirable PEBD BobAutomatico 500mm	-128,7 KG	-375.273,00
Film PapelAdh Bobina NESTLE Mora 564mm	-93,3 KG	-234.705,00
Saborizante Mora Liquido AC 20kg	-8.843,2 G	-95.190,00
Film PS Bobina Jalea 1.0x428mm	-48,1 KG	-61.506,00
Film Papel Adh Bob NESTLE Damasco 2009	-21,7 KG	-56.913,00
Saborizante Damasco Liquido AC	-18.096,9 G	-39.490,00
FilmPapel Adh BobinaNESTLE Vainilla 2009	-9,6 KG	-23.704,00
Film PapelAdh Bob NESTLEFramb 564mm 2013	-5,3 KG	-11.770,00
Cinta PP Termotransferencia 160mm 2011	-284,5 M	-5.629,00
Etiqueta Papel Código Barra210x148mm2010	-99,0 UNI	-1.324,00
Saborizante Frutilla Liquido AC NS 428	62.328,9 G	256.482,00
Saborizante Mora Liq AC Mane X-0351365	75.997,6 G	693.070,00
Saborizante Frambuesa Liq AC Sym 355160	226,0 KG	1.235.886,00
Complemento Corr Bdj Yoghurt 270x132mm	125.465,0 UNI	1.337.080,00
	*	-63.267.373,00

(Fuente: Área Control Producción Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)

La desviación de uso total correspondiente a la línea mencionada asciende a más de \$63 millones, lo que representa un 4,93 % de las pérdidas totales de la fábrica en materiales y materias primas durante ese mismo periodo.

Actualmente, la forma utilizada por Nestlé para determinar e ilustrar las pérdidas en cada línea se denomina “árbol de pérdida”, el cual muestra la cantidad, los valores y las principales causas de las mermas que se producen en las líneas de producción. A partir de los reportes de las cartas de máquina, la desviación de uso, los costos y los registros de producto desperdiciado, es posible generar el árbol de pérdidas de la línea, tal como se muestra a continuación en la [Figura 5.2](#).

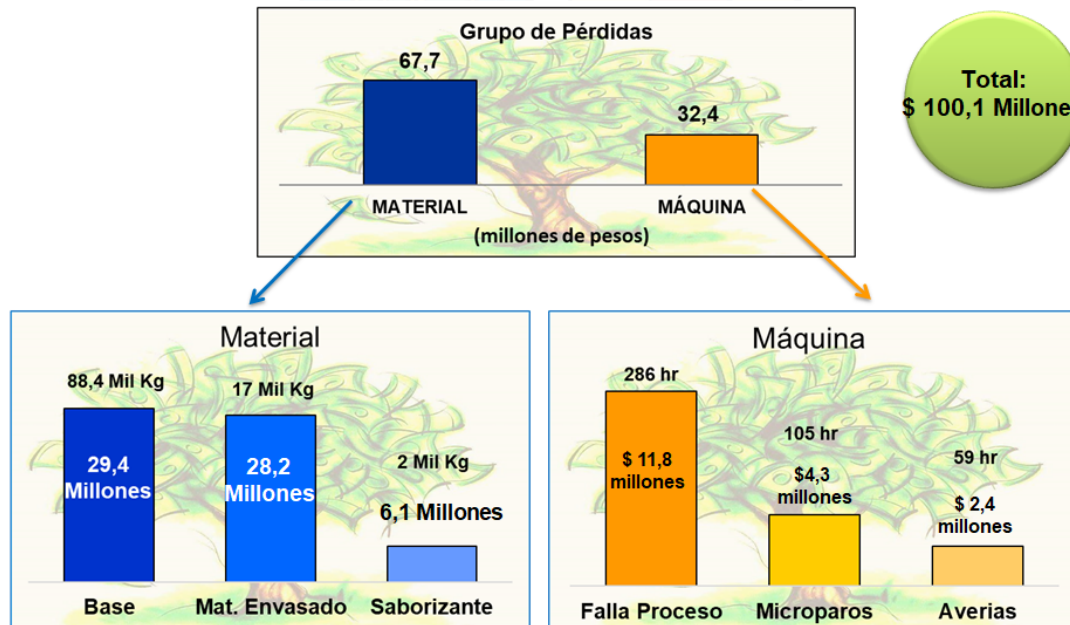


Figura 5.2: Árbol de pérdida línea Erca 4 desde enero hasta agosto de 2018.

(Fuente: NCE Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)

Como se muestra anteriormente, las pérdidas en la línea hasta agosto de 2018 ascienden a los \$100,1 millones. De estos, \$67,7 millones corresponden a pérdidas en material, incluyendo materia prima, materiales de envasado, productos desechados y costo de materiales y repuestos; y \$32,4 millones se asocian a pérdidas por detenciones de la máquina.

Con relación al material, un 94,1 % de las pérdidas de este, se atribuyen a tres principales causas: base (\$29,4 millones), material de envasado (\$28,2 millones) y saborizante (\$6,1 millones). Estos valores se miden a partir de los kilogramos de diferencia en inventario que existen en los materiales. Dado que la empresa aún no cuenta con un método efectivo para registrar la cantidad real utilizada de materiales en la producción, en general, las

pérdidas en materiales se contabilizan mediante la revisión de diferencias de inventario. A continuación, en la [Figura 5.3](#), se presenta en mayor detalle el árbol de pérdidas de material en la línea Erca 4.

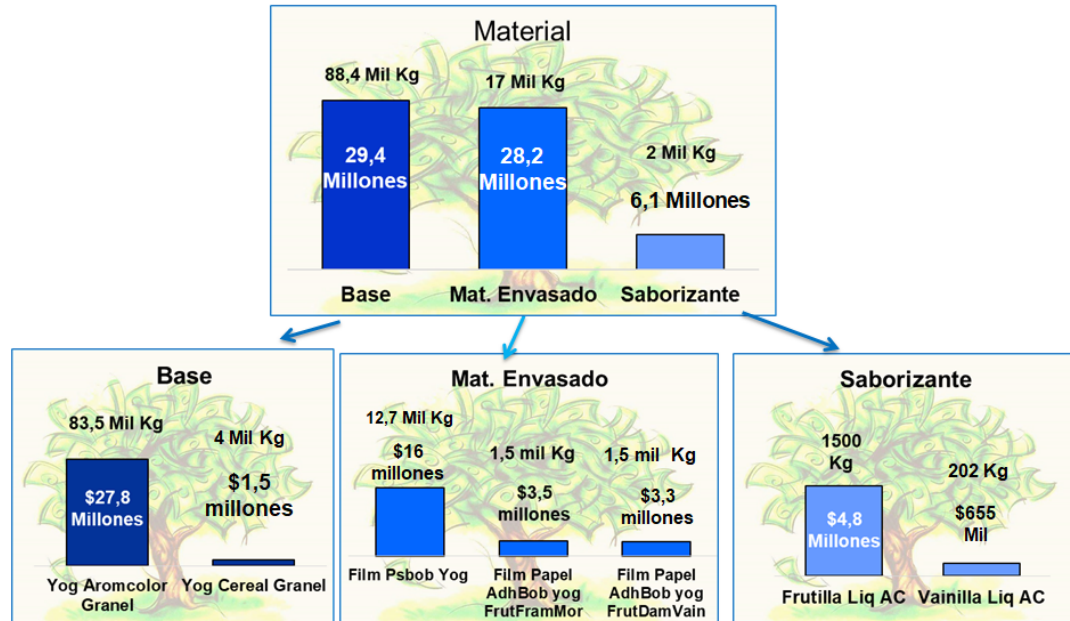


Figura 5.3: Árbol de pérdida de material en línea Erca 4 desde enero hasta agosto de 2018.

(Fuente: NCE Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)

Los mayores desperdicios de la Erca 4 se adjudican a las bases, es decir, el semielaborado al que posteriormente se le incorpora el saborizante para formar el yogur. Durante el presente año, hasta el mes de agosto, se desecharon 88.464,1 [kg] de base, lo que equivale a \$29,4 millones, conformando así, un 29,37 % de las pérdidas totales en la línea. En segundo lugar, se encuentra el material de envasado, en donde la mayor pérdida se encuentra en el *Film PS Bobina Yoghurt 0,85x428mm 2009*, que corresponde al PAI con el que se forma el vaso, alcanzando los 12.613,9 [kg]. Finalmente, en cuanto al desperdicio de saborizante, la mayor pérdida corresponde a aromcolor de frutilla, con 1.457,1 [kg], equivalentes a \$4,8 millones.

En las pérdidas por detenciones de la máquina, las causas que más aportan son las siguientes: falla de proceso (\$11,8 millones), microparos (\$4,3 millones) y averías (\$2,4 millones). Estos tres problemas suman \$18,5 millones, lo que corresponde a un 57,1 % del

total de las mermas de ganancias debido a paros de la máquina. Estos paros se clasifican en: paros no planeados (PNP), paros planeados (PP), pérdida de velocidad y rework y desperdicio; y se miden en horas, para luego calcular la pérdida monetaria según el costo de horas hombre correspondiente. En la [Figura 5.4](#) se muestra un detalle del árbol de pérdidas de la máquina.

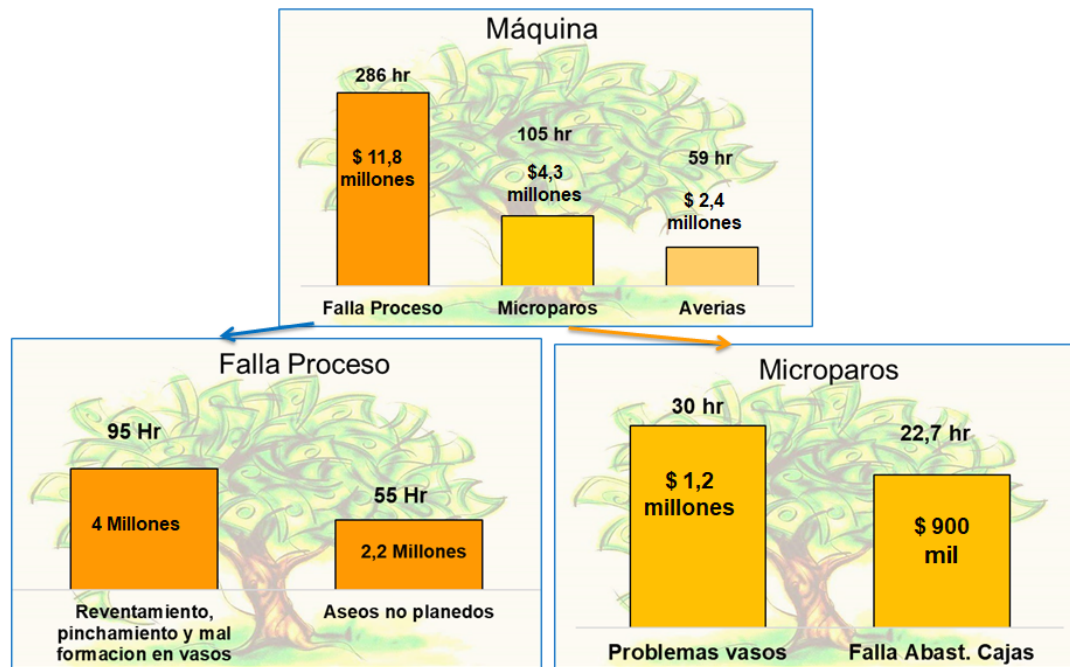


Figura 5.4: Árbol de pérdida de máquina en línea Erca 4 desde enero hasta agosto de 2018.

(Fuente: NCE Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)

En la máquina, los problemas de formación de vasos son los que más aportan al nivel de pérdidas, alcanzando las 95 horas, equivalentes a \$4 millones. Además de estos, los aseos no planeados aportan con una pérdida de \$2,2 millones, los cuales, muchas veces ocurren como consecuencia de la mala formación de los vasos. En cuanto a los microparos, los mayores problemas también se asocian a problemas con los vasos, y en menor medida, está la falla de abastecimiento de cajas, aportando \$900 mil.

Como se mencionó anteriormente, otra de las formas en que la empresa cuantifica sus pérdidas es a través de la contabilización de los productos terminados desechados. Esta tarea es realizada por el área de higiene de la fábrica, quien en este ámbito se encarga de retirar

los productos defectuosos de la sala de envasado y contabilizarlos para posteriormente entregar esa información al área de Control Producción.

En la [Figura 5.5](#) se presenta la cantidad de producto desechado durante los dos primeros cuatrimestres del año. Aquí se observa claramente que el nivel de desperdicio de la Erca 4 corresponde al más relevante, seguido muy de cerca de la línea Pancoline. Estas representan el 38,3 % de las cajas totales desechadas, y siendo cada una por si sola cerca del doble de la cantidad de cajas de la línea Dairy 328, que corresponde a la que sigue entre las que tienen más pérdidas.

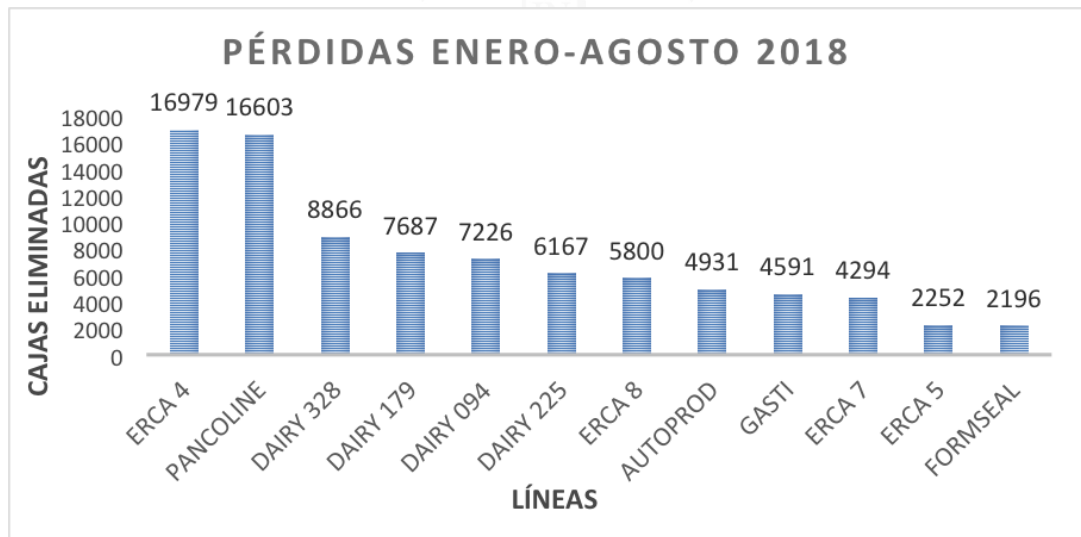


Figura 5.5: Cajas desechadas por línea.

(Fuente: Elaboración propia)

La cantidad de producto terminado que se pierde, se ve reflejado también en la desviación de uso de materiales y materias primas en la línea. Esto, ya que, al desechar un producto ya terminado, este contiene todos los materiales necesarios para su fabricación, que incluyen base neutra, aromcolor, PAI, poliéster, decorado, y en algunos casos film. Por lo que, al aumentar el desecho de productos terminados, inevitablemente aumentará también la pérdida de materiales y materias primas que conforman ese producto. He aquí la importancia de reducir el desperdicio de estas líneas, de manera de poder disminuir las pérdidas totales en la empresa.

En particular, la línea Erca 4 no muestra una tendencia clara relacionada al desperdicio de producto terminado, lo que puede evidenciar una gran inestabilidad en el proceso productivo. En la [Figura 5.6](#) se presentan las cantidades de cajas eliminadas durante la primera parte del 2018.

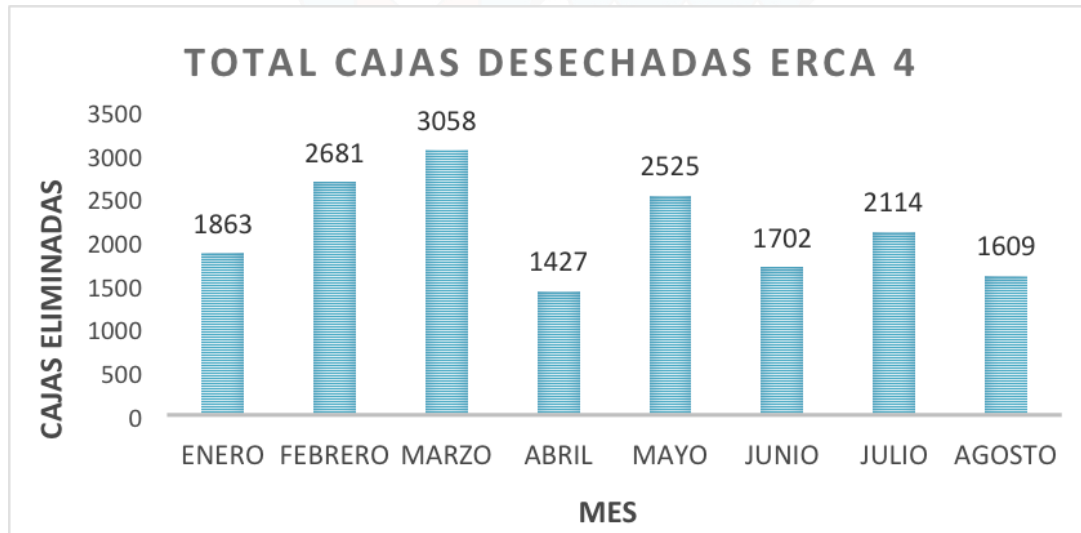


Figura 5.6: Total de cajas desechadas en línea Erca 4.

(Fuente: Elaboración propia)

Como se observa, todos los meses se pierden más de 1000 cajas de yogur batido, lo que equivale a \$60.875.020 en pérdidas de producto terminado de la línea Erca 4 durante el periodo comprendido entre enero y agosto del presente año.

5.1.3. Proceso productivo Erca 4

Para lograr determinar las causas del desperdicio en la máquina, es fundamental conocer cómo se ejecuta el proceso de producción en esta. Como ya se ha dicho, aquí se fabrican los yogures batidos en packs y de vez en cuando a granel. Cada pack está conformado por 12 vasos, apilados en dos niveles, 6 en la parte inferior, y 6 en la superior. Cuando estos son embalados, se colocan 4 packs en cada caja, lo que equivale a 48 unidades por caja.

Para la operación de la línea existen tres turnos rotativos, los cuales trabajan de lunes a sábado. Cada turno cuenta con 5 operadores. Uno de ellos se ubica en la sala de llenaje, y es el encargado de operar la máquina y realizar el monitoreo al producto terminado, lo que

incluye inspección visual, pesaje, chequeo de pelabilidad (retiro de la tapa), y testeo del producto en sí para asegurar que se cumplan todos los estándares de calidad establecidos. Además, el operador de la máquina se encarga de completar una serie de registros antes y durante la producción. Por otro lado, los demás operadores se encuentran en la sala de envasado, de estos, uno se encarga de operar la máquina cermex (operadora cermex), y los demás se preocupan del embalaje y palletizado de los productos. La operadora cermex se encarga de velar por el correcto funcionamiento de la máquina, y a su vez, también realiza inspecciones visuales del producto y completa ciertos registros.

A continuación, se detalla el proceso en cuestión. Para mayor información, visualizar el diagrama de la línea en el [Apéndice C](#).

El trabajo de la línea comienza cuando el operador de la línea coloca el PAI en el sector del rodillo de la máquina, el cual se utiliza para formar el vaso del yogur. Este material es llevado al interior de la máquina con el rodillo, para pasar a través de las placas de calentamiento, las cuales aumentan la temperatura del material para que se haga moldeable. Luego, el PAI caliente entra al molde de formación, el cual, a través de una pequeña inyección de aire, forma el vaso del producto, al que posteriormente se le coloca el decorado. La máquina al moldear el PAI forma pack de seis vasos cada uno. El carro de decorado debe ser insertado previamente en la máquina, asegurándose que todos los componentes se encuentren correctamente ajustados para poder funcionar. A medida que esto ocurre, el batido neutro es traído desde la sala de pasteurización mediante las cañerías hasta la máquina, en donde es mezclado con aromcolor para darle el color y sabor. Cuando el semielaborado ya se encuentra saborizado, este pasa a los dosificadores en donde es inyectado en los vasos. El paso siguiente es sellar el vaso con el poliéster (tapa), el cual viene con un pegamento especial que sumado a la aplicación de calor, hace que quede pegado en el vaso. Finalmente, el vaso ya sellado, pasa a la zona del cortador, en donde se le realizan los precortes a los vasos para posteriormente poder ser separados fácilmente por el consumidor.

Cuando los vasos ya están sellados, pasan al área de envasado mediante la cinta transportadora. Allí, en primera instancia, pasan a través de un detector de metales, el cual, en caso de encontrar algún metal dentro de los vasos, rechaza el pack inmediatamente, botándolo hacia el sector de productos rechazados, que corresponde a una especie de jaula cerrada con llave. Posterior a esto, los packs pasan por el codificador, que es donde se le coloca la fecha de vencimiento a cada vaso. Después de pasar por el sector de codificado, los vasos se dirigen hacia el sector de la estrella cermex, la cual se encarga de separar los packs para poder ser apilados posteriormente en el apilador de vasos. Aquí, la máquina se encarga de montar un pack (de 6 vasos) sobre el otro con ayuda de unas ventosas. Luego de esto, los packs ya montados pasan a la mesa de recubrimiento, en donde se les coloca el film, para seguidamente pasar al horno cermex y mediante la aplicación de calor, el film se pega y el pack queda sellado. Finalmente, las cintas transportadoras trasladan los packs ya sellados hacia el sector en donde los operadores envasan el producto en cajas, las cuales luego son colocadas ordenadamente en un pallet.

5.2. Medir

La recolección de información comienza a partir de los reportes obtenidos desde el área de operaciones de Nestlé, específicamente del área de Control Producción. Los datos entregados se refieren a reportes de detenciones (paros de máquina) y registro de descarte de producto terminado segmentado por línea y por producto, árbol de pérdida de las líneas e indicadores de operación.

Sumado a esto, se utilizará también la técnica del interrogatorio con el propósito de reunir información de primera fuente y obtener una perspectiva interna de acuerdo a la opinión de los operadores de la máquina, lo que permitirá ahondar aún más en el funcionamiento de esta y sus problemas. Finalmente, se realizará también, la revisión de estándares de fabricación existentes en la empresa, específicamente los asociados a la línea en estudio.

Además, como complemento a todo lo mencionado anteriormente, se generó un nuevo

registro de desperdicio de producto terminado para la línea, el cual es implementado en el mes de octubre, con el fin de conocer las causas de los desperdicios.

5.2.1. Registro descarte de producto terminado (higiene)

Como primer paso, se analizan los datos del registro de descarte de producto terminado ya existente en la empresa, el cual detalla las cantidades de producto desechado según fecha, producto y turno. La revisión de este permitirá dar una perspectiva de la magnitud del problema a evaluar.

A partir de la [Figura 5.5](#) presentado anteriormente, se determinó que la línea Erca 4 es la que genera mayores pérdidas de producto terminado, lo cual ayuda a justificar de cierta forma la aplicación del proyecto en cuestión. Por otra parte, con los registros obtenidos desde el área de higiene, se puede obtener más detalle sobre los turnos y productos que poseen un mayor nivel de desperdicios, lo cual podría dar alguna noción sobre el origen de los problemas.

En la [Figura 5.7](#) se muestra la cantidad de cajas desechadas por mes en la línea, según cada tipo de producto². A simple vista, se observa que el pack de yogur batido trisabor es aquel que entrega las mayores pérdidas, sin embargo, es necesaria la realización de un análisis más profundo para poder llegar a alguna conclusión válida. Por ejemplo, sería prudente comparar estos datos con los niveles de producción de cada tipo de producto durante esos meses, de modo de obtener datos más representativos de la situación. Este análisis se desarrollará más adelante, en la [Sección 5.3](#).

Para complementar, en la [Figura 5.8](#) se presenta el nivel de pérdidas mensuales, valorizadas según el precio de cada caja de los distintos productos desperdiciados. En total, desde enero hasta la fecha de octubre en que los datos fueron contabilizados, se desecharon \$70.473.996 en cajas de producto terminado. Tal como se había mencionado en secciones anteriores, se nota una tendencia a la baja en los últimos meses evaluados, sin embargo, esto no significa necesariamente que la tendencia continuará de la misma manera, además,

²Con datos considerados hasta el 17 de octubre de 2018

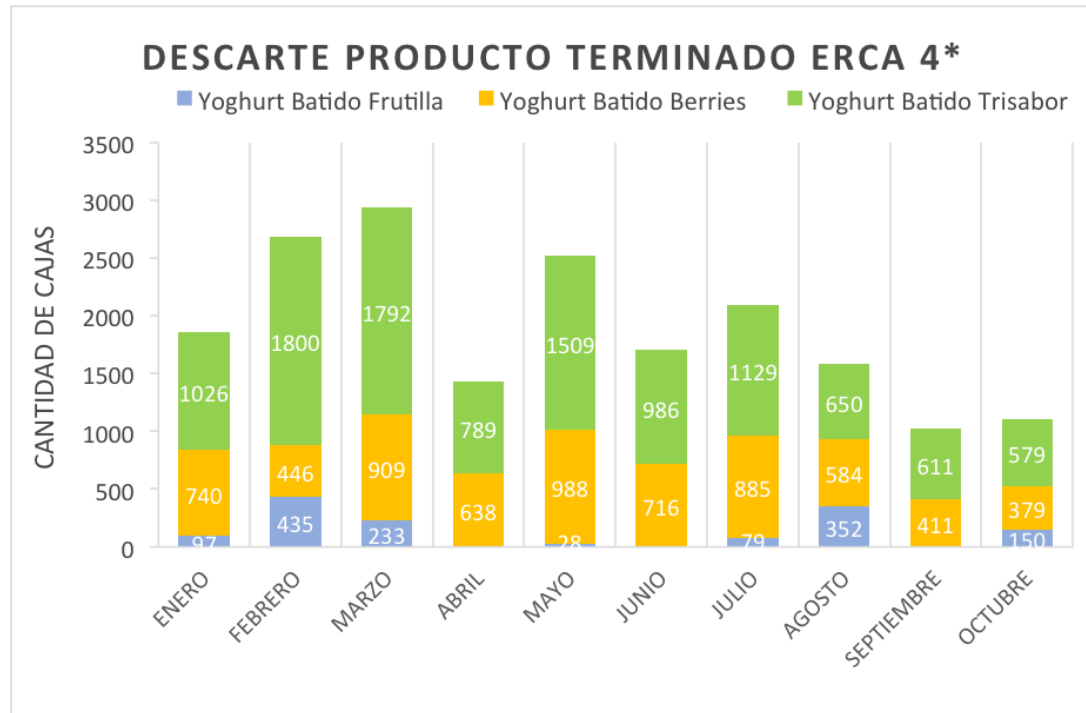


Figura 5.7: Descarte de producto terminado en línea Erca 4.

(Fuente: Elaboración propia)

es necesario realizar un paralelo con los niveles de producción mensuales de cada producto para obtener una conclusión relevante.

A partir de las medidas a aplicar en este proyecto, se espera ir reduciendo cada vez más las cifras de pérdidas en producto terminado, lo cual impactará a su vez en las pérdidas de materia prima y materiales de embalaje y envasado, tal como se había mencionado en secciones anteriores. Por lo que la buena aplicación de esta investigación es sumamente relevante para la fábrica, impactando tanto en su rentabilidad, como en sus indicadores de desempeño.

5.2.2. Reporte de detenciones (Carta de máquina)

Con el propósito de mantener un control y efectuar un diagnóstico del comportamiento de cada equipo, Nestlé cuenta con un sistema de registro de detenciones de la máquina, el cual es completado por el operador de cada una de estas, para luego ser entregado en el área de control producción y ser ingresado a sistema, desde donde posteriormente se

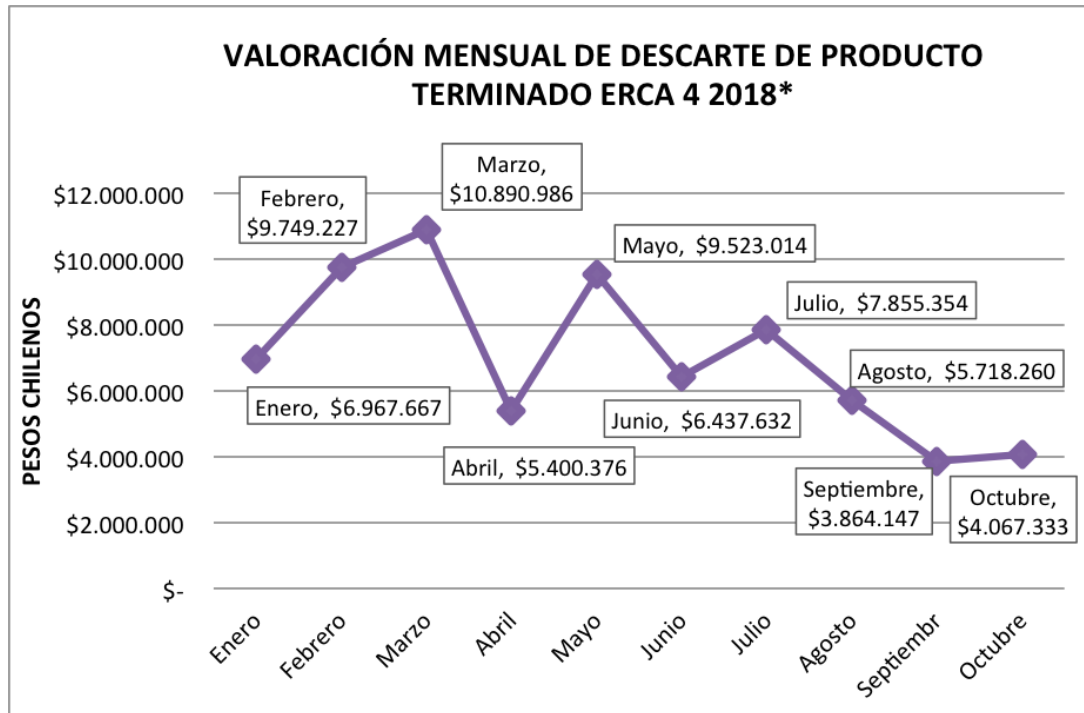


Figura 5.8: Descarte de producto terminado en línea Erca 4 valorizado.

(Fuente: Elaboración propia)

generarán los reportes e indicadores correspondientes.

Las detenciones en la máquina corresponden a todos los eventos que provocan una pérdida de continuidad en el proceso, ya sea planeado o no planeado. Son una de las principales fuentes de pérdidas, específicamente las detenciones no planeadas, tales como fallas mecánicas, eléctricas, aseos no planeados, regulaciones y ajustes, esperas de producto, entre otros, que generan un comportamiento inestable en el proceso de fabricación. Por eso, es de suma importancia tener conocimiento sobre lo que sucede con cada equipo, conocer sus capacidades y condiciones básicas para lograr que la operación sea lo más eficiente posible. En línea con esto, es importante conocer también sus fallas y/o detenciones que puedan significar una oportunidad de mejora, o indicar que algo no se está haciendo como corresponde, buscando rápidamente soluciones concretas que apunten directamente a esto.

Así, la implementación de este registro permite calcular la cantidad de horas perdidas por paros (detenciones) y pérdidas de velocidad de la máquina, permitiendo valorizar

estas detenciones y obtener un detalle de las causas de estas. El registro mencionado se muestra en [Apéndice D](#). En él, los operadores deben ingresar las horas entre las que se efectuó el paro, su duración y su código, además de un detalle de la causa de la detención.

A partir de la visualización de estos reportes, es posible generar un diagnóstico de los problemas críticos que afectan a la estabilidad del proceso de producción de cada línea. En particular, para la línea que elabora pack de yogur batido, la situación es la que se muestra en la [Figura 5.9](#).

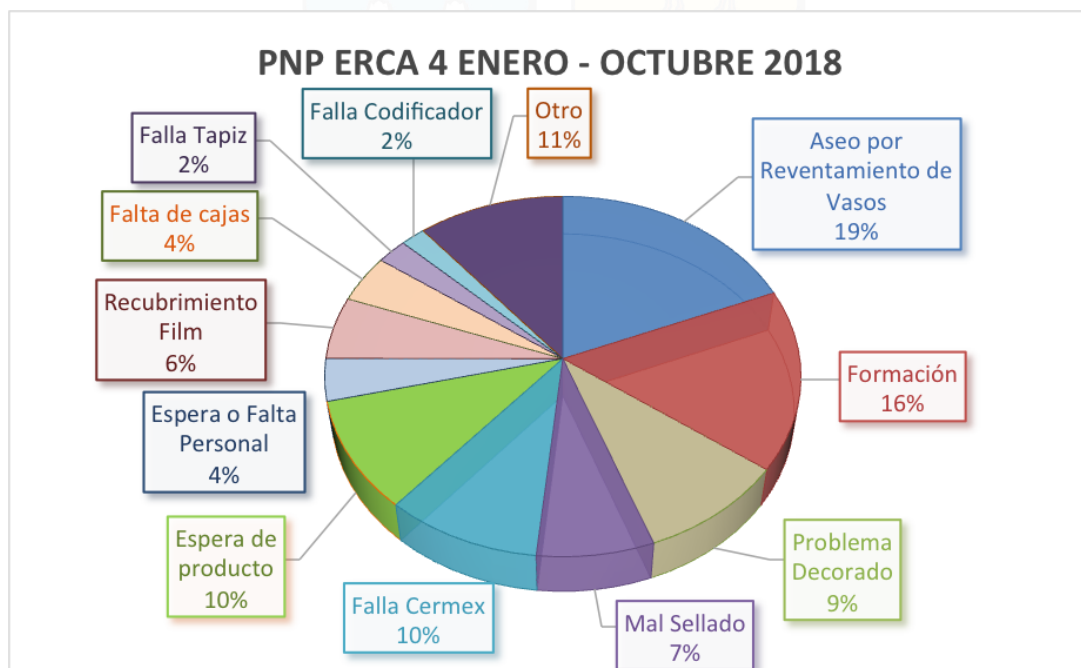


Figura 5.9: Paro no planeado línea Erca 4 desde enero hasta octubre 2018.

(Fuente: Elaboración propia)

Según el reporte de las cartas de máquina de enero hasta octubre de este año, las principales detenciones no planeadas de la línea Erca 4, equivalentes a 604,68 horas, se producen por el aseo por reventamiento de vasos, y por problemas de formación de estos. Ambas categorías, que en conjunto representan un 35 % del total de las causas, se encuentran estrechamente relacionadas, ya que el reventamiento de los vasos se genera, en la mayoría de los casos, por mala formación de estos. Luego, con un 10 % cada uno, se encuentra la espera de producto y las fallas del equipo cermex. En cuanto a la espera de producto, el principal problema es la falta de producto desde el área de pasteuriza-

ción, esto puede suceder por diversos factores, que en general, pueden significar una mala planificación o algún error operacional. En el caso de fallas de la máquina cermex, sus potenciales causas podrían ser falta de ajustes y regulaciones, falta de aseo, o de mantención.

En este sentido, en la [Figura 5.10](#) se presenta un detalle de los paros no planeados desglosados según el tipo de paro. Según esto, el 44,7 % de las detenciones es provocada por fallas operacionales, lo que equivale a 270,37 horas. Dentro de esta categoría se encuentran las regulaciones y ajustes del operador (241,92 horas; 89,48 %), errores de operación (15,17 horas; 5,61 %), clave defectuosa/errónea/desplazada (9,67 horas; 3,58 %), falla de abastecimiento desde PSA (2,78 horas; 1,03 %) y reuniones no planeadas (0,83 horas; 0,31 %). Por lo que, en su mayoría, este segmento está conformado por detenciones causadas por regulaciones y ajustes del operador. Esto demuestra que el funcionamiento del equipo es bastante inestable, ya que las regulaciones que deben realizar los operarios son comunes, lo que genera una gran pérdida de horas de trabajo y a su vez de material, ya que el producto no resulta de la manera requerida para ser liberado al cliente. En este punto, se visualiza la importancia de conocer el porqué de la inestabilidad del proceso, detectando puntos críticos de ajuste y estableciendo límites a estos, de forma de lograr un proceso más estable.

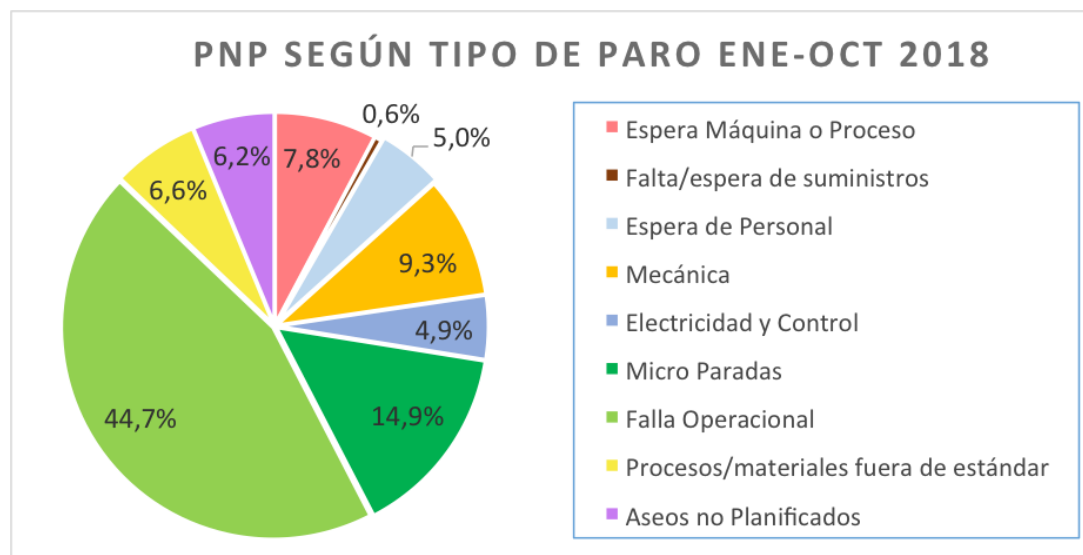


Figura 5.10: Paro no planeado línea Erca 4 según tipo de paro.

(Fuente: Elaboración propia)

Por otro lado, en este análisis, las microparadas representan el 14,9 % de las detenciones, correspondiente a 89,85 horas, cuyo detalle se muestra a continuación en la [Figura 5.11](#).

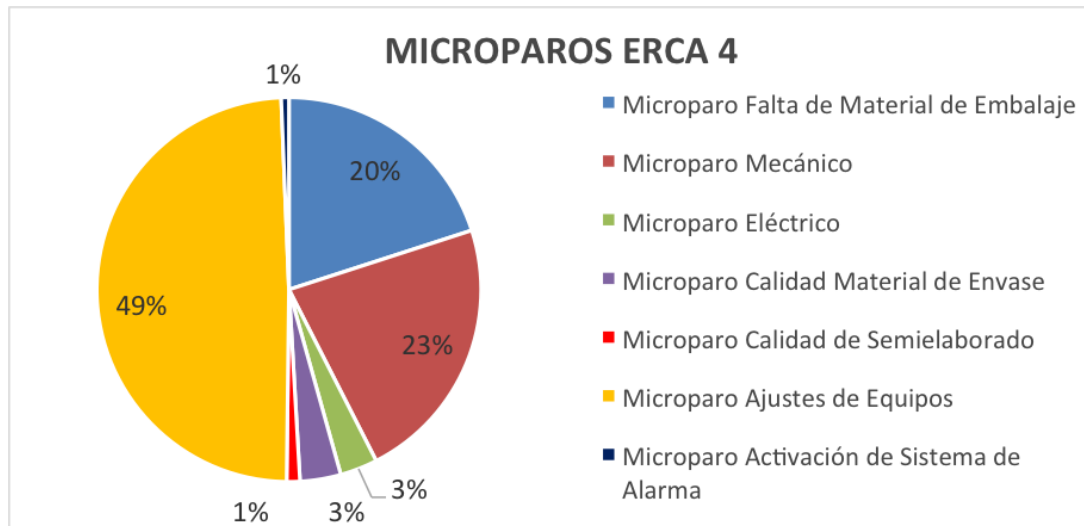


Figura 5.11: Desgloce microparos línea Erca 4.

(Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar, la mayor cantidad de minutos perdidos por microparos, se genera por ajustes de equipos (44,17 horas; 49 %). Lo que se añade a los ajustes y regulaciones incluidos en la sección de falla operacional. Con esto se determina a este como un punto importante a evaluar, ya que se generan 286,09 horas de detención solo por ajustes realizados a la máquina como respuesta a alguna falla o problema en esta, por lo que es fundamental conocer el detalle de cada ajuste, averiguando así sus causas fundamentales y sobre esto, generar eventualmente una propuesta de mejora.

5.2.3. Encuestas y observaciones

Para complementar los datos cuantitativos obtenidos por parte de la empresa, se utilizará como recurso extra, la aplicación de encuestas a los operadores de la máquina Erca 4, en conjunto con observaciones de los procedimientos realizados por estos, recopilando así, información sobre opiniones, conductas y acciones que estos efectúan diariamente. El propósito de esto es tener una visión más profunda de la situación, conociendo más sobre el equipo y el proceso que este realiza, así como también las tareas realizadas por cada operador. De esta forma se podrá abarcar el problema desde otra perspectiva, y así tener

un enfoque más amplio sobre las áreas de acción, y las tareas que se podrían realizar para mejorar la situación actual.

5.2.4. Registro de desperdicio producto terminado (sala envasado)

Como ya fue mencionado, la contabilización y llenado de este registro es realizado por el área de higiene, quienes retiran las cajas del sector de envasado y proceder a efectuar el conteo, sin embargo, como se menciona, este proceso corresponde solamente a la cuantificación de cajas, sin determinar las causas de por qué están siendo desechadas. Es aquí donde se presenta una oportunidad de mejora que será aprovechada a través de la creación de un nuevo registro que permita realizar un levantamiento de información relacionada a la cantidad de productos desechados diariamente, el cual será completado por las operadoras de la máquina Cermex de cada turno. De esta forma se podrá conocer cuántas cajas se desechan al día y lo más importante, cuáles son sus causas, para así determinar las principales razones del desperdicio y poder atacar directamente a estos puntos críticos.

Este registro se exhibe en el [Apéndice E](#). En él, las operadoras de cada turno deben completar los campos ahí explicitados e ir registrando la cantidad de productos defectuosos que serán desechados, con su respectivo problema según los códigos entregados en la parte superior del registro. Además, en caso de saberlo, deben especificar la causa y añadir un comentario para profundizar los detalles de lo sucedido. Finalmente, deben contabilizar la cantidad de unidades que podrían ser rescatas de cada pack a desechar y anotarlo en la columna “unidades rescatadas”. Esto con el fin de evaluar una eventual posibilidad de envasar los productos que se encuentren en buen estado, de manera individual.

La implementación de este registro comienza en marcha blanca a partir del día 18 de octubre, previa capacitación y charla a los operadores de la línea sobre por qué era necesario el llenado de este registro y cómo realizarlo. Una muestra parcial de los datos obtenidos se expone en el [Apéndice F](#).

Tras el transcurso de un mes de la implementación del nuevo registro, los resultados obtenidos³ se presentan en la [Figura 5.12](#). La cantidad de cajas desechadas totales equivale a 792,6 cajas de yogur batido, y esto se traduce en un total de \$2.994.912 en pérdidas. Estas pérdidas se calculan en base al precio de cada caja de producto no vendido. A saber, los precios de venta de las cajas de yogur batido Nestlé son los mostrados en el [Apéndice G](#).

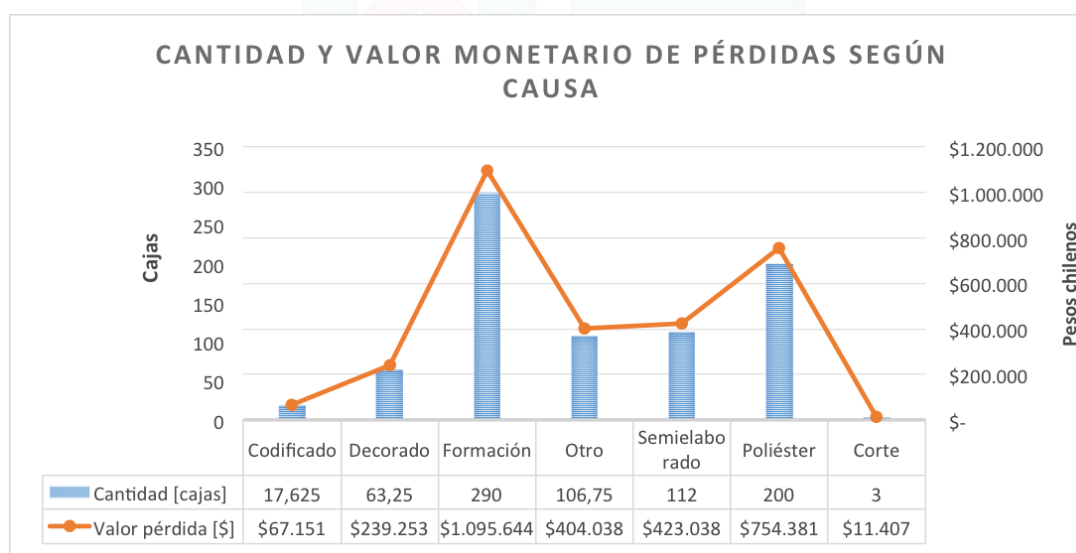


Figura 5.12: Pérdidas según causa en línea Erca 4.

(Fuente: Elaboración propia)

Queda en evidencia que el problema que más se repite en la producción del yogur en el equipo en estudio, corresponde a inconvenientes asociados a la formación del producto. Este problema se refiere directamente al moldeo del vaso en el que se deposita el batido. Por tanto, se determina un problema de formación cuando el vaso no queda correctamente formado, es decir, se encuentra pinchado (con agujeros), con paredes y/o fondo blando, vasos rotos, aplastados, o simplemente si no se logró formar el vaso en sí.

En adición a esto, la otra causa importante en el desperdicio de la producción se atribuye a problemas con el poliéster. Este corresponde a la tapa que sella los vasos, por lo tanto, sus problemas asociados son, por ejemplo, vasos sin tapa, tapa corrida, sobresellado, sellado débil, tapa mal centrada, entre otros. Como se observa, 200 cajas fueron desechadas debido a esto durante mediados de octubre y noviembre. Un análisis más exhaustivo será

³Con valores desde el 18 de octubre al 21 de noviembre de 2018.

presentado en la siguiente [Sección 5.3](#).

5.3. Analizar

Durante esta fase del ciclo DMAIC se buscó identificar las causas raíz del desperdicio de producto en la línea Erca 4. Para ello, se aplicaron herramientas clásicas de análisis de causa como el Diagrama de Ishikawa, donde se agruparon las causas en seis categorías: Materiales, Máquina, Método, Mano de Obra, Medioambiente y Medición. Posteriormente, las causas más críticas fueron analizadas en profundidad mediante la técnica de los "5 Por Qué".

5.3.1. Brainstorming

Luego de la fase de medición y con la información disponible, se realiza una lluvia de ideas con el fin de determinar las potenciales causas de desperdicio, para posteriormente, definir las causas raíces y proponer planes de acción para erradicarlas o mitigarlas. La idea es relacionar la información obtenida a partir de reportes e informes facilitados por el área de Control Producción, con la aportada por los operadores de la línea y jefes de turno, quienes son los que tiene un mayor acercamiento a los equipos y pueden aportar información relevante con respecto a estos. En la [Tabla 5.4](#) se muestra el resultado de la lluvia de ideas.

Tabla 5.4: Potenciales causales de desperdicio.

Causas potenciales	
1	Falta de estándares de producción y ajustes.
2	Falta de estándares de aseo y mantención (método y frecuencia).
3	Falta de capacitación de los operarios que afecta el cumplimiento de los estándares existentes.
4	Falta de cumplimiento de estándares de aseo y mantención.
5	Falta de identificación de ajustes necesarios para una producción estable.
6	Producción improvisada, con ajustes realizados constantemente por los operadores.

(Fuente: Elaboración propia)

5.3.2. Identificación de las causas

A partir de la información recolectada anteriormente, se procede a identificar las potenciales causas de desperdicio de la línea, separándolas según el grupo al que correspondan. Para esto, como primera herramienta se utiliza el Diagrama de Ishikawa, como se muestra a continuación:

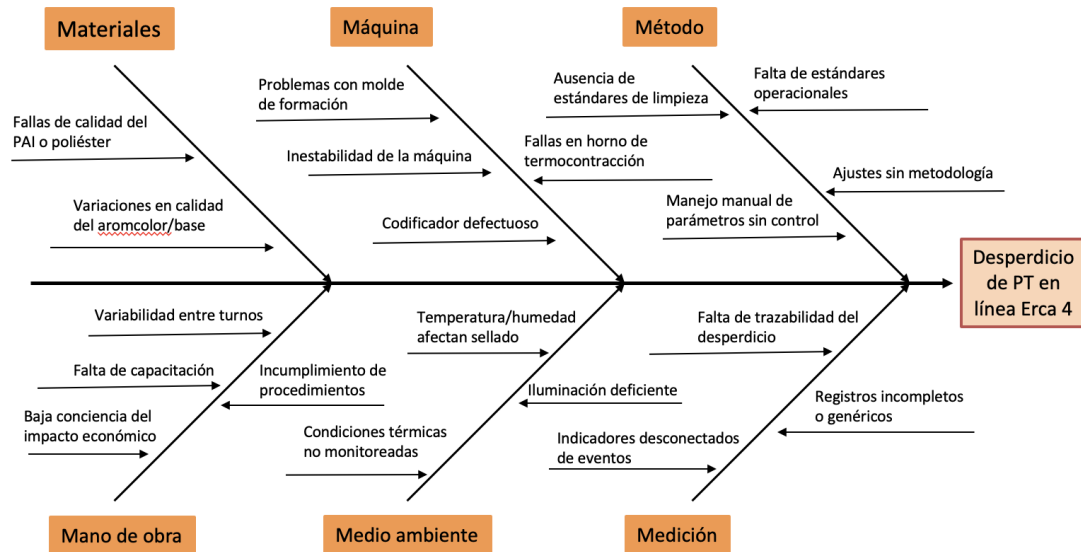


Figura 5.13: Diagrama de Ishikawa para el desperdicio de producto terminado en línea Erca 4.

(Fuente: Elaboración propia)

En la [Figura 5.13](#) se observan diferentes causas relacionadas a: materiales, máquina, método y mano de obra. Mediante esta representación gráfica, se permite estructurar de mejor manera las causas, esperando encontrar asociaciones que indiquen una nueva arista del problema a la cual enfocarse. En el diagrama se muestra que las mayores causas de desperdicio de producto terminado se agrupan en la máquina y el método. El detalle de cada una de estas causas se presenta a continuación:

■ Materiales

- **Fallas de calidad del PAI o poliéster:** Este ítem se refiere a problemas con los materiales a ser utilizados en el proceso. Puede pasar que el material no se encuentre dentro de los estándares de calidad requeridos para su uso, ya sea

que venga con una falla que comprometa su utilidad, o algún error en cuanto a formato o especificaciones.

- **Variaciones en calidad de aromcolor/base:** Diferencias de consistencia, concentración o homogeneidad en el semielaborado (base yogur) o aromcolor, que afectan el dosificado y la calidad final del producto.

■ Máquina

- **Problemas con molde de formación:** Este problema se atribuye gran cantidad de las pérdidas en la máquina, dado que los problemas de formación son bastantes comunes en la línea, ya sea por vasos pinchados, aplastados o rotos.
- **Inestabilidad de la máquina:** La línea presenta fallas recurrentes que no siempre tienen causa clara, lo que produce microparos, detenciones frecuentes y variabilidad en la producción.
- **Fallas en horno de termocontracción (Cermex):** El horno no funde correctamente el film, dejando packs mal sellados o deformados, que no cumplen estándares comerciales.
- **Codificador defectuoso:** Este equipo posee la limitación de que no pueden juntarse más de dos packs para ser codificados de manera consecutiva, ya que si esto sucede, la clave no será introducida de manera correcta, lo que provocará que el producto sea desechado. Por lo que la operadora cermex debe estar monitoreando constantemente que esto no suceda.

■ Método

- **Falta de estándares operacionales:** No existen parámetros definidos (center-lines) para los principales ajustes, lo que obliga a operadores a trabajar por prueba y error.
- **Ausencia de estándares de limpieza y mantención:** La falta de procedimientos claros o de su cumplimiento puede provocar acumulación de residuos que derivan en defectos de producto o detenciones de máquina.

- **Ajustes sin metodología:** Cambios en parámetros operativos se hacen de forma reactiva y empírica, lo que genera variabilidad e inestabilidad en el proceso.
- **Manejo manual de parámetros sin control:** Variables críticas como temperatura, presión, tiempos de calentamiento, entre otros, se ajustan de forma no estandarizada ni documentada..

■ Mano de obra

- **Variabilidad entre turnos:** Cada turno tiene operadores con distintos criterios de ajuste y operación, lo que genera inconsistencias y afecta la estabilidad del proceso.
- **Falta de capacitación:** Algunos operadores no cuentan con la formación necesaria para manejar correctamente los ajustes finos de la máquina ni identificar señales tempranas de error.
- **Incumplimiento de procedimientos:** A pesar de existir ciertos estándares, estos no siempre son seguidos rigurosamente, generando fallas evitables.
- **Baja conciencia del impacto económico:** Existe una desconexión entre las decisiones operativas y su efecto financiero, lo que puede influir en una actitud permisiva frente a desperdicios.

■ Medio ambiente

- **Temperatura/humedad afectan sellado:** Variaciones ambientales dentro de la planta pueden interferir en la correcta adhesión del poliéster o moldeado del vaso.
- **Condiciones térmicas no monitoreadas:** No se controla adecuadamente la temperatura en puntos sensibles del proceso (ej. sala de envasado, PSA, bodegas), lo que afecta la calidad del producto final.
- **Iluminación deficiente:** Dificulta la inspección visual oportuna, permitiendo que packs defectuosos lleguen más lejos en la línea antes de ser detectados.

■ Medición

- **Falta de trazabilidad del desperdicio:** No es posible identificar claramente la etapa del proceso donde se genera el defecto, dificultando la implementación de mejoras.
- **Registros incompletos o genéricos:** Los datos registrados (por higiene, mantenimiento u operadores) no detallan con precisión la causa raíz del descarte/problema.
- **Indicadores desconectados de eventos:** KPI's como DUV, descarte o paros se analizan en forma aislada, dificultando una visión integrada de las causas del problema.

5.3.3. Revisión de estándares y registros

Como parte del proceso de análisis, se realizó una revisión detallada de los estándares operacionales y registros de control utilizados en la línea Erca 4, con el objetivo de evaluar su aplicabilidad, vigencia, grado de cumplimiento y potencial impacto en la generación de desperdicio. Esta evaluación contempló tanto procedimientos oficiales como tareas de mantenimiento, preparación y limpieza ejecutadas por operadores y mecánicos.

Documentos revisados:

- Instructivo Operacional Estándar: Línea Erca 4
- Check list de piezas móviles
- Carta de máquina
- Control diario de consumo de materiales
- Registro de aseo y desinfección
- Control de detector de metales
- Estándares de preparación de máquina (operadores y mecánicos)
- Trabajos padronizados de cambio de membrana, cambio de pinzas, limpieza de moldes, rodillos, carro de decorado, cadena, guías, y ajuste de cuchillos

5.3.3.1. Aspectos positivos observados:

- Cobertura detallada del proceso productivo: Los instructivos documentan en forma secuencial y clara las operaciones requeridas para la producción, cambios de sabor, aseo, ajustes y control de calidad.
- Inclusión de rutinas de mantenimiento y seguridad: Se incorporan tareas diferenciadas entre operadores y técnicos, abarcando verificación de dispositivos de seguridad, limpieza manual y automatizada (CIP/SIP), y mantenimiento de piezas clave.
- Trazabilidad y estructura de registros: La mayoría de los formularios incluye fecha, turno, firma, observaciones y código de evento, lo que permite una trazabilidad razonable en el análisis posterior.

5.3.3.2. Hallazgos y oportunidades de mejora:

- Estándares duplicados, incompletos o desactualizados: Se detectó la existencia de varios documentos técnicos que abordan procedimientos similares con diferencias en el nivel de detalle o con versiones no alineadas entre sí. Además, algunos documentos se encuentran incompletos o presentan formatos provisorios que nunca fueron formalizados.
- Falta de entrenamiento posterior a la publicación: Algunos operadores, especialmente los recién incorporados, desconocen la existencia o el contenido de ciertos estándares, ya que no se realiza una capacitación formal posterior a su emisión. Esto ha generado que varios procedimientos sean aplicados incorrectamente o según el criterio individual de cada operario.
- Ausencia de traspaso sistemático de conocimientos: No existe un proceso formalizado de inducción o traspaso operativo cuando un operador nuevo se incorpora a la línea. La transmisión de conocimiento ocurre principalmente de manera informal, lo cual contribuye a una alta variabilidad en la ejecución de tareas críticas.
- Acceso limitado a la documentación: La mayoría de los estándares se almacenan en formato físico en la línea, lo que ha provocado en múltiples ocasiones que estos

se deterioren, extravíen o simplemente no sean consultados. No se dispone de una versión digital centralizada ni de una política de actualización controlada y accesible.

- Estándares faltantes o no aplicados en casos frecuentes: No se cuenta con protocolos específicos para enfrentar desviaciones comunes del proceso (como sobrellenado, fallas de sellado, desalineación de decorado). Tampoco hay procedimientos de ajuste fino por tipo de producto o sabor, lo que limita la capacidad de respuesta autónoma del operador.

Si bien existe un esfuerzo formal de estandarización y documentación, la utilidad práctica de los estándares se ve mermada por problemas de actualización, difusión, aplicación y acceso operativo. Mejorar estos aspectos, mediante la consolidación de documentos, digitalización, creación de protocolos ante eventos críticos y un sistema de entrenamiento estructurado, resulta fundamental para avanzar hacia una operación más estable y con menor desperdicio en la línea Erca 4.

5.3.4. Análisis de los 5 por qué

Para abordar lo expuesto en el diagrama de Ishikawa, se aplicó la herramienta “5 Por Qué”, con el fin de indagar de forma estructurada en las causas raíz del problema. El siguiente diagrama resume las conclusiones alcanzadas, permitiendo visualizar claramente cómo la falta de estructura, actualización y entrenamiento en el uso de los registros contribuye a que esta debilidad persista en la línea. En la [Figura 5.14](#) se presenta el análisis gráfico de los 5 Por Qué aplicados a las posibles causa raíz encontradas.

A través de este análisis detallado se evidenció que muchas de las pérdidas estaban relacionadas con una combinación de fallas operativas, falta de estandarización, debilidades en la formación técnica de los operadores y escasa trazabilidad de los eventos de descarte. También se identificó una desconexión entre la generación de estándares y su uso práctico en la línea, lo que favorece la pérdida de conocimiento técnico con el recambio de personal.

Posibles Causas	Análisis 5 Por qué									
	1.*		2.*		3.*		4.*		5.*	
Fallos de calidad del PAI o políéster	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque el material presenta poros, espesor irregular o baja adhesión.	NO SI	Porque los controles de recepción no detectan estos defectos antes del uso.	NO SI	Porque no existen protocolos de inspección específicos para el PAI.	NO SI	Porque se confía en la certificación del proveedor sin validación interna.	NO SI	Porque no hay coordinación entre aseguramiento de calidad y producción.	NO SI
Variaciones en calidad del aromcolor/base	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque hay diferencias en color, viscosidad o concentración.	NO SI	Porque no se verifica el lote ni se ajusta por tipo de producto.	NO SI		NO SI		NO SI		NO SI
Problemas con molde de formación	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque los vasos salen deformados, pinchados o aplastados.	NO SI	Porque los moldes están sucios o mal ajustados.	NO SI	Porque no se realiza limpieza preventiva ni verificación antes de partir.	NO SI	Porque no hay un estándar que lo exija ni un responsable asignado.	NO SI		NO SI
Inestabilidad de la máquina	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque se producen paros imprevistos y microparos frecuentes.	NO SI	Porque hay fallas en piezas móviles, sensores y ajustes variables.	NO SI	Porque no se realiza mantenimiento preventivo riguroso.	NO SI	Porque la frecuencia no está alineada con la criticidad de las piezas.	NO SI		NO SI
Codificador defectuoso	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque la impresión se salta o no se efectúa correctamente.	NO SI	Porque los packs llegan desalineados o muy juntos.	NO SI	Porque la cinta de salida se encuentra desalineada.	NO SI		NO SI		NO SI
	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
		NO SI		NO SI	Porque ocurren atascos a la salida de la máquina.	NO SI	Porque después no se retiran correctamente.	NO SI	Porque el sistema de corte no está correctamente ajustado.	NO SI
Fallos en horno de termocontracción	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque el film no se adhiere correctamente al pack.	NO SI	Porque el horno no alcanza la temperatura requerida.	NO SI	Porque no se monitorea temperatura del túnel de forma continua.	NO SI		NO SI		NO SI
Ausencia de estándares de limpieza	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque hay acumulación de residuos en moldes, pinzas o carros.	NO SI	Porque los aseos no están programados según la criticidad.	NO SI	Porque no hay instructivos específicos por componente.	NO SI	Porque los operadores no saben cuándo ni cómo ejecutar el aseo.	NO SI	Porque el estándar está duplicado o es confuso.	NO SI
Manejo manual de parámetros sin control	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque parámetros de temperatura, presión y velocidad se ajustan a ojo.	NO SI	Porque no hay un display visible ni valores de referencia.	NO SI		NO SI		NO SI		NO SI
	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
		NO SI	Porque los parámetros críticos no están definidos para cada sabor.	NO SI	Porque no se validan ni se registran los cambios realizados.	NO SI		NO SI		NO SI
Falta de estándares operacionales	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque los operadores ajustan según criterio personal.	NO SI	Porque no hay centerlines actualizados para cada producto.	NO SI	Porque no se ha construido una base de parámetros óptimos.	NO SI	Porque no se registra ni retroalimenta el éxito de los ajustes realizados.	NO SI	Porque no se utiliza un sistema de mejora continua formalizado.	NO SI
Ajustes sin metodología	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque se cambian parámetros sin validación previa.	NO SI	Porque no existe un procedimiento ante desvíos comunes.	NO SI	Porque no se documentan causas ni resultados de los ajustes.	NO SI		NO SI		NO SI
Variabilidad entre turnos	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque cada operador trabaja de forma distinta.	NO SI	Porque no hay un trabajo estándar común y obligatorio.	NO SI	Porque los LUP no están implementados ni son parte de la inducción.	NO SI	Porque no hay un sistema formal de entrenamiento práctico.	NO SI		NO SI
Falta de capacitación	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque no se ha realizado capacitación práctica sobre los estándares existentes.	NO SI	Porque no hay un sistema de entrenamiento periódico.	NO SI	Porque el enfoque ha sido solo teórico o informal.	NO SI	Porque no hay control ni seguimiento de competencias técnicas.	NO SI		NO SI
Baja conciencia del impacto económico	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque no se visualiza el costo de las pérdidas en la línea.	NO SI	Porque no se comunican metas ni resultados por turno.	NO SI	Porque no hay feedback inmediato sobre los errores y su impacto.	NO SI	Porque el enfoque está en producción, no en eficiencia.	NO SI	Porque no se involucra al equipo en la mejora continua.	NO SI
Incumplimiento de procedimientos	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque algunos operadores no siguen los pasos indicados en el estándar.	NO SI	Porque los estándares no están actualizados ni disponibles.	NO SI		NO SI		NO SI		NO SI
	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
		NO SI	Porque se permite que cada uno trabaje según su experiencia.	NO SI	Porque el operador no tiene clara la importancia de trabajar según indica el estándar.	NO SI	Porque no se involucra al equipo en la mejora continua.	NO SI		NO SI
Temperatura/humedad afectan sellado	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque el políéster o el PAI no adhieren igual a distintas T°.	NO SI	Porque la sala tiene variaciones térmicas según hora del día.	NO SI	Porque no hay climatización regulada en la zona crítica.	NO SI		NO SI		NO SI
Condiciones térmicas no monitoreadas	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque el material no siempre es almacenado a la temperatura recomendada por proveedor.	NO SI	Porque no hay rutina ni equipo de medición de T° para las áreas de almacenamiento de materiales.	NO SI		NO SI		NO SI		NO SI
Iluminación deficiente	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque los defectos visuales no se detectan a tiempo.	NO SI	Porque hay sectores de la línea con luz insuficiente.	NO SI	Porque las lámparas no se revisan ni reemplazan periódicamente.	NO SI	Porque no se considera iluminación como condición básica.	NO SI		NO SI
Falta de trazabilidad del desperdicio	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque no se identifica en qué etapa se genera el descarte.	NO SI	Porque los registros no permiten distinguir entre causas.	NO SI	Porque solo se contabiliza cantidad, no ubicación ni condición.	NO SI	Porque no se relacionan las pérdidas con parámetros operativos.	NO SI		NO SI
Registros incompletos o genéricos	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque los operadores no detallan bien lo que ocurrió.	NO SI	Porque el formato permite escribir cualquier cosa.	NO SI	Porque no hay opciones claras ni campos obligatorios.	NO SI	Porque el registro no fue diseñado para análisis posterior.	NO SI		NO SI
Indicadores desconectados de eventos	¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?		¿Por Qué?	
	Porque DUV, paros y desperdicio se analizan por separado.	NO SI	Porque no se cruza información entre causas y resultados.	NO SI		NO SI		NO SI		NO SI

Figura 5.14: Diagrama 5 por qué.

(Fuente: Elaboración propia)

5.4. Mejorar

En esta etapa del ciclo DMAIC se plantean propuestas de mejora específicas para reducir el desperdicio de producto terminado en línea Erca 4 de la planta de productos refrigerados Nestlé. Estas acciones se derivan directamente de la identificación de causas raíz obtenidas en las etapas anteriores mediante herramientas como el Diagrama de Ishikawa y el análisis de los 5 Por Qué. La estrategia de mejora busca no sólo intervenir en causas puntuales, sino también atacar falencias estructurales del sistema productivo, incluyendo la estandarización de métodos, la formación de operadores, la modernización de registros y la integración de indicadores de control.

Antes de detallar las acciones específicas, es importante señalar que, para este caso en particular, no se considerarán propuestas asociadas a la automatización de sistemas de gestión o control de parámetros en línea. Esto se debe a que dicho aspecto está siendo abordado de manera paralela por otras áreas de la organización, en el marco de una estrategia nacional impulsada por la compañía. Por tanto, las propuestas contenidas en este capítulo se centran exclusivamente en mejoras operacionales, organizacionales y metodológicas de implementación local.

5.4.1. Enfoque general de las mejoras

Las mejoras fueron diseñadas considerando cinco principios fundamentales:

- Impacto directo en la reducción de desperdicio
- Viabilidad operativa dentro del contexto de la planta
- Participación activa de los operadores y jefaturas
- Sistematización del conocimiento y las buenas prácticas
- Sustentabilidad en el tiempo, mediante monitoreo y ajustes futuros

A partir de estos principios se elaboró un plan de acción estructurado, segmentado por tipo de causa según las categorías definidas en el análisis de causa-raíz: Materiales, Máquina, Método, Mano de Obra, Medioambiente y Medición.

5.4.2. Acciones propuestas según causa raíz

A continuación se presenta una descripción detallada de las principales acciones de mejora agrupadas por tipo de causa, indicando para cada una su justificación, impacto esperado, responsables y horizonte de implementación.

1. **Materiales**: Las acciones en este ámbito están enfocadas en mejorar el control de calidad de los insumos clave y su comportamiento durante el proceso. Actualmente, el control de calidad de los materiales como el PAI y el poliéster es realizado por el equipo de QA y Supply Chain en el momento de la recepción del proveedor. Sin embargo, el muestreo suele ser parcial y se concentra en la sección final de la bobina, lo que deja abierta la posibilidad de que existan defectos en otras secciones no revisadas.

- **Inspección visual adicional en PSA**: Se propone implementar una inspección visual sistemática por parte del equipo de PSA antes de entregar la bobina al operador de máquina. Para esto, será necesario capacitar al personal de PSA en la detección de defectos del PAI/poliéster y desarrollar un estándar visual claro para su identificación. Esta acción permite prevenir el uso de materiales defectuosos en el proceso sin sobrecargar al equipo de calidad.
- **Auditorías a proveedores**: Se propone establecer auditorías periódicas a los proveedores de materiales, con foco en evaluar la estabilidad de sus procesos de extrusión y corte. Esto permitirá mejorar la consistencia de la calidad del material recibido y aumentar la confianza en los lotes utilizados

2. **Máquina**: El foco está en aumentar la confiabilidad operativa de los equipos y reducir la variabilidad generada por fallas mecánicas y falta de ajustes.

- **Mantenimiento preventivo reforzado mediante check list de verificación**: Se propone crear una lista de verificación detallada del estado de los elementos clave, como molde de formación, horno, rodillos (poliéster y decorado) y codificador, la cual debe ser completada al inicio de cada jornada. La definición

del contenido de este checklist se realizará en conjunto con el equipo técnico, asegurando la inclusión de puntos clave que impactan el funcionamiento, la seguridad y la calidad de la operación.

- **Capacitación técnica del personal operativo:** Se plantea capacitar a todos los operadores de línea en el funcionamiento básico y específico de la máquina Erca 4, con apoyo del equipo técnico y, si es factible, del proveedor de la máquina (ERCA). Esta formación permitirá que los operadores comprendan mejor las causas de inestabilidad del equipo y puedan tomar decisiones más informadas.
 - **Revisión del plan de mantenimiento:** Se solicitó al equipo de mantenimiento una revisión del plan actual en SAP, identificándose tareas que no estaban incluidas. Se mejorará la descripción, frecuencia y método de ejecución de las tareas para asegurar una estandarización adecuada, de modo que cualquier técnico realice la tarea de manera consistente.
 - **Verificación visual de codificación:** Implementación de un sistema visual de validación de la codificación y alerta en caso de error. Se plantea capacitar a los operadores líderes de máquina y envasadores para verificar el correcto codificado en pote y caja, apoyado con estándares visuales.
 - **Gestión de codificación (EMPACK):** Se coordinarán reuniones periódicas con EMPACK, empresa proveedora del equipo codificador, con el objetivo de diseñar un plan de mantenimiento y verificación técnica adaptado a las condiciones reales de operación.
3. **Método:** Las acciones propuestas buscan establecer un marco operativo claro y estándar, que facilite la toma de decisiones y reduzca la dependencia del criterio individual, para que de esta forma, los operadores enfrenten desviaciones del proceso de forma controlada y eficaz.
- **Definición de centerlines por producto:** Se establecerán parámetros operacionales clave por formato y sabor, tales como temperatura de sellado, presión de dosificación y velocidad de línea. Estos valores serán definidos en conjunto

con ingeniería de procesos y validados mediante pruebas. Los centerlines serán visibles en la línea y utilizados como referencia de ajustes estándar.

- **Consolidación de estándares (padronizados) de limpieza:** Se revisarán y actualizarán los trabajos padronizados de limpieza para componentes críticos como moldes, pinzas, rodillos y decorado. El objetivo es unificar criterios, simplificar el lenguaje y asegurar que las rutinas sean entendibles y ejecutables por todos los operadores, con frecuencia y responsables definidos.
 - **Protocolo de ajustes frente a desviaciones:** Se desarrollará un instructivo visual tipo "qué hacer si..." que detalle los pasos a seguir ante fallas frecuentes (ej. decorado corrido, vaso sin fondo, sobresellado). Este protocolo permitirá reducir la variabilidad en las respuestas operativas, estandarizar soluciones y disminuir el tiempo de paro no planeado.
4. **Mano de Obra:** El objetivo en este ámbito es estandarizar el conocimiento entre turnos, fortalecer las competencias técnicas del personal y fomentar la disciplina operacional.
- **LUP obligatorias por tarea crítica:** Se implementarán Lecciones de un Punto (LUP) específicas para tareas clave, como formación de vaso, ajuste de cuchillos y regulación de dosificación. Estas serán utilizadas como base en inducciones y reforzamientos.
 - **Entrenamiento práctico con validación:** Se desarrollará un programa de entrenamiento práctico que incluirá validación de competencias para todos los operadores. Se utilizarán check list de validación de habilidades con supervisión directa en piso y se incorporará una frecuencia de actualización/verificación anual del nivel de conocimiento de cada operador.
 - **Visualización del impacto económico:** Se diseñará un panel visual ubicado en la línea con indicadores de desperdicio por turno, tipo de pérdida, unidades desechadas y su equivalencia en costo. Esto busca fomentar conciencia operativa y cultura de mejora continua.

5. **Medición:** El sistema actual de medición presenta deficiencias en cuanto a trazabilidad del desperdicio, especificidad de los registros, uso de herramientas estadísticas de control y conexión entre indicadores claves del proceso. Las siguientes propuestas buscan fortalecer la trazabilidad de los eventos y vincular métricas con decisiones operativas.

- **Rediseño de registro de desperdicio:** Se rediseñará el formato actual de registro, incorporando campos estructurados que obliguen a especificar: etapa del proceso donde ocurrió el descarte, condición del producto, causa específica y acción tomada. Esta información permitirá realizar análisis más certeros y tomar acciones preventivas basadas en evidencia. Con esto, la responsabilidad de completar el registro se traspasará al operador de máquina Cermex (operador especializado), dado que es quien maneja mayor información respecto a los desperdicios en la línea.

5.4.3. Prioridades y plan de implementación

Para asegurar una aplicación eficaz y escalonada de las propuestas, se recomienda establecer una planificación semanal, asignando responsables por área (Producción, QA, Ingeniería, SHE, RRHH, Mantenimiento) y monitorear el cumplimiento mediante reuniones de avance semanales. En la [Tabla 5.5](#) se presenta un resumen con todas las acciones propuestas, su responsable, plazo estimado de implementación, costo estimado y beneficio esperado.

Con la ejecución disciplinada de este plan, se espera lograr una reducción significativa y sostenida del desperdicio en la línea Erca 4, mejorando la eficiencia productiva, los indicadores de calidad y la rentabilidad del proceso.

Tabla 5.5: Plan de implementación de actividades

Actividad	Responsable	Plazo	Costo estimado	Beneficio esperado
Inspección visual adicional en PSA	Especialista calidad	W02	15 horas	Prevención uso de materiales defectuosos antes del arranque
Auditorías a proveedores	Supply Chain + Calidad	W04	20 horas + \$100.000	Mejora calidad de origen, reduce variabilidad del material
Mantenimiento preventivo reforzado mediante checklist de verificación	Jefe mantenimiento	W05	40 horas	Prevención de fallas por verificación estructurada
Capacitación técnica del personal operativo	Jefe mantenimiento	W10	100 horas + \$1.200.000	Reducción de microparos y mejora en reacción a fallas
Revisión del plan de mantenimiento	Programador de mantenimiento	W03	40 horas	Actualización y estandarización de tareas preventivas
Verificación visual de codificación	Ingeniero de Procesos	W02	8 horas	Prevención de errores de codificado
Gestión de codificación (EMPACK)	Especialista packaging	W04	10 horas	Mantenimiento y revisión periódica de equipos
Definición de centerlines por producto	Ingeniero de Procesos	W06	80 horas	Reducción de variabilidad entre turnos
Consolidación de estándares (padronizados) de limpieza	Especialista calidad	W08	60 horas	Prevención de defectos por residuos en equipos
Protocolo de ajustes frente a desviaciones	Ingeniero de Procesos	W08	40 horas	Reducción de tiempo y errores al enfrentar fallas comunes
LUP obligatorias por tarea crítica	Líder línea	W10	40 horas	Reducción de variabilidad y errores de ejecución
Entrenamiento práctico con validación	Jefe mantenimiento	W12	120 horas	Fortalece competencias y ejecución segura del estándar
Visualización del impacto económico	Ingeniero de Procesos	W02	30 horas + \$150.000	Concientización de operadores sobre pérdidas
Rediseño de registro de desperdicio	Ingeniero de Procesos	W01	10 horas	Mejor trazabilidad y análisis de causa

5.4.4. Matriz Esfuerzo-Impacto

Con el objetivo de priorizar las acciones de mejora propuestas, se utilizó una matriz de Esfuerzo vs. Impacto. Esta herramienta permite visualizar la relación entre el nivel de esfuerzo necesario para implementar cada acción y el impacto potencial que tendría sobre la reducción del desperdicio.

La matriz se dividió en cuatro cuadrantes: (1) "Quick Wins", donde se ubican iniciativas de alto impacto y bajo esfuerzo, recomendadas para implementación inmediata; (2) "Proyectos de gran envergadura", con alto impacto pero que requieren mayores recursos; (3) "Actividades menores", con menor impacto pero que pueden ser abordadas sin grandes esfuerzos; y (4) "Descartar", reservado para iniciativas con poco impacto y alto esfuerzo, las cuales no se recomienda ejecutar en esta etapa.

La distribución de las acciones en esta matriz facilita la toma de decisiones y la asignación de recursos de manera estratégica. La [Figura 5.15](#) muestra esta clasificación visual.

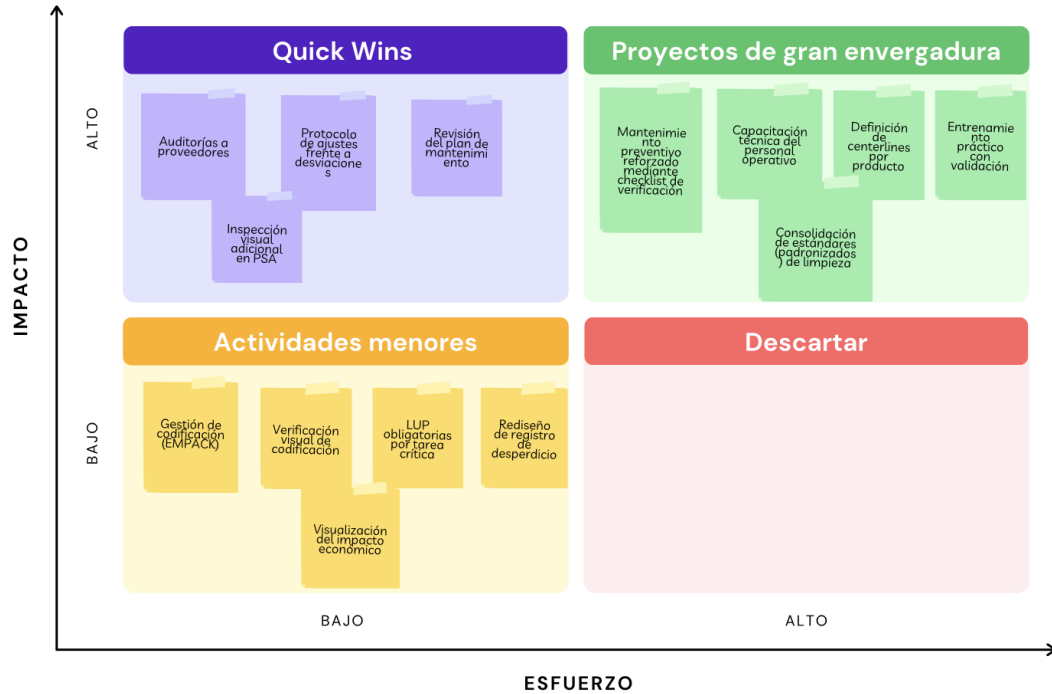


Figura 5.15: Matriz Esfuerzo-Impacto.

(Fuente: Elaboración propia)

Dentro del cuadrante “Quick Wins” se destacan acciones como las auditorías a proveedores, la inspección visual adicional en PSA, la revisión del plan de mantenimiento y el protocolo de ajustes frente a desviaciones. Estas acciones son estratégicas ya que pueden ejecutarse con bajo costo y generan un impacto considerable en la reducción de desperdicio.

En el cuadrante “Proyectos de gran envergadura” se agrupan actividades como la capacitación técnica del personal operativo, el mantenimiento preventivo reforzado y la definición de centerlines por producto. Aunque requieren más tiempo y recursos, son esenciales para atacar causas estructurales y asegurar mejoras sostenidas en el tiempo.

Las “Actividades menores”, como la gestión de codificación o la verificación visual de codificación, tienen un impacto más limitado, pero son rápidas de implementar y pueden servir como complemento o refuerzo de otras acciones.

Por último, en este análisis no se identificaron acciones clasificadas dentro del cuadrante “Descartar”, lo que valida que todas las propuestas tienen al menos un beneficio potencial razonable y su ejecución es viable dentro del contexto operativo actual.

5.4.5. Cronograma de implementación (Carta Gantt)

Una vez definidas y priorizadas las acciones de mejora, se elaboró un cronograma detallado de implementación. Este cronograma considera el plazo estimado para cada actividad, su duración, y los responsables designados para su ejecución. La planificación está organizada por semanas (W01 a W12) y permite monitorear el avance y cumplimiento de cada tarea.

La carta Gantt no sólo entrega una visión clara del calendario de implementación, sino que también permite identificar posibles solapamientos y momentos críticos del plan de mejora. Esta herramienta es esencial para la gestión del cambio dentro de la línea y la coordinación entre áreas involucradas.

La Figura [Figura 5.16](#) presenta la carta Gantt elaborada para este proyecto.

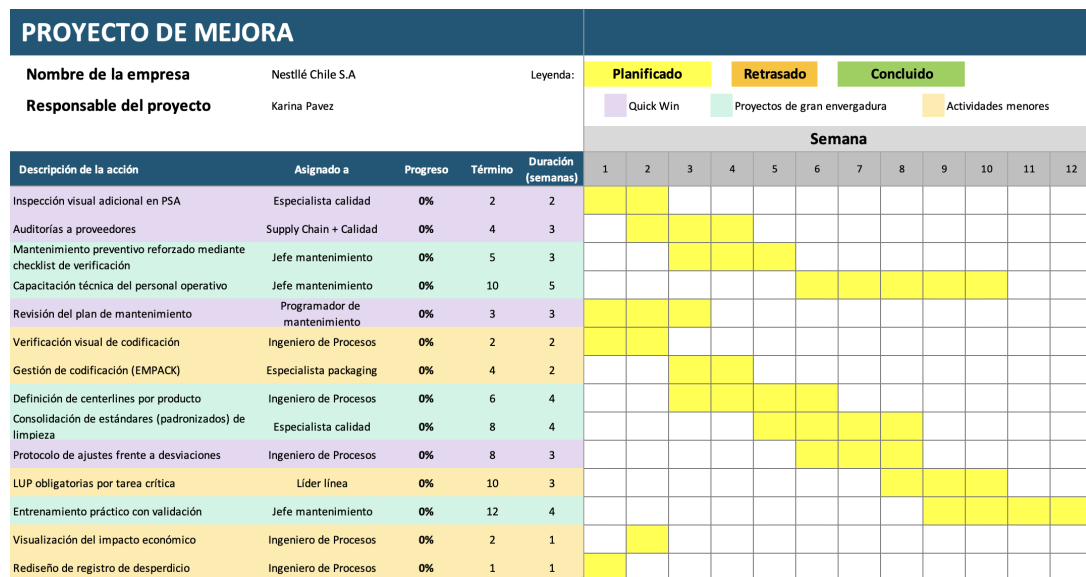


Figura 5.16: Carta Gantt implementación.

(Fuente: Elaboración propia)

6 | Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

El presente trabajo de título tuvo como objetivo principal reducir las pérdidas por desperdicio de producto terminado en la línea Erca 4 de la planta de refrigerados de Nestlé, aplicando la metodología de mejora continua DMAIC. A lo largo del estudio se logró diagnosticar de manera integral el problema, identificar sus causas raíz, y desarrollar un plan de mejora estructurado, priorizado y alineado con las capacidades operacionales de la planta.

En la etapa de **Definir**, se estableció con claridad el alcance del proyecto, focalizándose en el descarte de producto terminado como uno de los principales indicadores de ineficiencia. Mediante la recopilación y análisis de información histórica, se determinó que la línea Erca 4 presentaba un comportamiento sistemático de pérdidas, especialmente asociadas a problemas en la formación del vaso, errores de codificación, fallas de sellado, y variabilidad en la operación entre turnos. Asimismo, se identificó que existía escasa trazabilidad de los eventos de descarte, lo que dificultaba tomar decisiones basadas en datos.

Durante la fase de **Medir**, se levantaron indicadores clave de proceso, se revisaron registros operacionales y se aplicaron herramientas de observación en terreno. Se detectó una alta variabilidad entre turnos, ausencia de estandarización operacional en tareas críticas, y deficiencias en la sistematización de información. La revisión de los estándares y registros asociados a la línea evidenció además la existencia de documentos duplicados, desactualizados o desconocidos por parte del equipo operativo, lo cual representa un riesgo significativo para el control del proceso.

En la fase de **Analizar**, se aplicaron herramientas como el Diagrama de Ishikawa y el análisis de los 5 Por Qué, con el objetivo de identificar causas raíz del problema. Este análisis permitió agrupar las causas en seis categorías: materiales, máquina, método, mano de obra, medioambiente y medición. Entre las causas de mayor impacto se encontraron la falta de inspección efectiva del material antes de su uso, problemas de mantenimiento preventivo, formación técnica insuficiente del personal, ausencia de estándares de respuesta ante desviaciones, y baja visibilidad de los indicadores de pérdida. También se identificaron oportunidades de mejora en la trazabilidad de los registros y en el uso de herramientas estadísticas de control.

A partir de estos hallazgos, en la etapa de **Mejorar** se propuso un plan de acción compuesto por catorce iniciativas concretas, entre las que se destacan: la implementación de una inspección visual adicional en PSA, la realización de auditorías a proveedores de materiales, la capacitación técnica del personal operativo, la revisión y mejora del plan de mantenimiento, la definición de centerlines operacionales por producto, el rediseño del registro de desperdicio y la creación de herramientas visuales para la gestión de pérdidas. Estas acciones fueron priorizadas mediante una matriz de impacto-esfuerzo, lo cual permitió seleccionar aquellas que ofrecían un mayor retorno en términos de impacto con una ejecución viable a corto y mediano plazo.

Posteriormente, se elaboró una carta Gantt con un cronograma detallado para la implementación de las acciones, estableciendo responsables, plazos, duraciones, y recursos requeridos. El cronograma busca facilitar la ejecución estructurada del plan y permitir su monitoreo constante por parte de los equipos de producción, calidad y mantenimiento. Esta planificación permite anticipar solapamientos entre acciones, identificar tareas críticas y asegurar que los esfuerzos se distribuyan eficientemente a lo largo del tiempo.

En conjunto, las propuestas diseñadas abordan tanto las causas técnicas como organizacionales del problema, incorporando mejoras en la operación diaria, la formación del personal y la gestión visual del desempeño. Asimismo, se busca generar una cultura de mejora continua basada en datos, estándares claros, y participación transversal de las áreas involucradas. Si bien este estudio se limitó a una línea en particular, muchas de las herramientas y conclusiones pueden ser extrapolables a otras líneas de producción con

características similares dentro de la planta.

Es importante mencionar que dentro del alcance de este trabajo no se consideraron propuestas asociadas a la automatización avanzada de sistemas de control, dado que estos temas están siendo abordados por la compañía en el marco de iniciativas corporativas a nivel nacional. Sin embargo, se recomienda que, una vez implementadas las acciones propuestas, se integren estos esfuerzos con futuros desarrollos digitales para lograr un mayor grado de control y eficiencia.

Finalmente, este trabajo demuestra la aplicabilidad de herramientas de ingeniería industrial, como DMAIC, análisis causa raíz, estandarización operativa y planificación de mejoras, en un entorno productivo real y de alta exigencia. El proceso metodológico permitió no sólo abordar el problema puntual del desperdicio, sino también contribuir al fortalecimiento de una cultura operativa más robusta, eficiente y orientada a la mejora continua.

6.2. Recomendaciones

Además de los resultados obtenidos y del plan de acción diseñado, este trabajo permitió identificar oportunidades complementarias que podrían potenciar aún más la efectividad de las mejoras propuestas. Si bien el alcance del estudio se centró en el diagnóstico e intervención directa sobre causas específicas de desperdicio, existen iniciativas de gestión, estandarización y digitalización que podrían contribuir a la sustentabilidad y escalabilidad de las soluciones en el largo plazo. En este contexto, a continuación se presentan una serie de recomendaciones orientadas a reforzar la cultura de mejora continua, fortalecer la transferencia de conocimientos y asegurar la mantención del desempeño alcanzado.

1. **Estandarizar el proceso de revisión y actualización de estándares:** Establecer una rutina mensual o trimestral que permita revisar el estado de los documentos operacionales, asegurar su vigencia, y difundirlos adecuadamente al personal operativo.
2. **Formalizar el traspaso de conocimiento técnico:** Diseñar un proceso estructurado de inducción y capacitación para nuevos operadores, que incluya la validación práctica de tareas críticas mediante el uso de LUP y entrenamiento en terreno.

3. **Fortalecer el uso de indicadores visuales:** Implementar tableros visuales en la línea que integren indicadores de desperdicio, causas frecuentes y acciones correctivas, como herramienta de gestión diaria para operadores y supervisores.
4. **Auditar periódicamente el cumplimiento de estándares:** Establecer auditorías cruzadas entre líneas para verificar la correcta aplicación de los estándares y fomentar el aprendizaje compartido entre equipos.
5. **Explorar herramientas de digitalización complementaria:** A mediano plazo, evaluar la incorporación de herramientas digitales para el registro de eventos de descarte, control de parámetros críticos y trazabilidad, en línea con los lineamientos de automatización de la compañía.

Bibliografía

- Buestán, Marcos (2013). Aplicación de la metodología Seis Sigma para reducir la pérdida de café al granel en una planta de envasado. Master's thesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador. 3.3
- Camisón, César; Cruz, Sonia; y González, Tomás (2006). *Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Pearson. 3.1, 3.2.1, 3.2.2, 3.3, 3.2.3, 3.5, 3.2.5
- Cuatrecasas, Lluís (2010). *Gestión Integral de la Calidad. Implantación, control y certificación*. Profit editorial. 3.1, 3.1, 3.2, 3.2, 3.2.1, 3.4, 3.2.4
- Espinoza, Andrea y Zapata, Lorena (2010). Estudio de yogur. *Odecu*. 3.3, 3.1, 3.2
- International Organization for Standardization (2015). Iso 9000:2015. [Online]. <https://www.iso.org/standard/45481.html>. 3.1
- Ministerio de Salud (1996). Reglamento sanitario de los alimentos (actualización 2016). *Diario Oficial de la República de Chile*. 3.4
- Ramani, Madhvi (2018). The country that brought yoghurt to the world. <http://www.bbc.com/travel/story/20180110-the-country-that-brought-yoghurt-to-the-world>. [Acceso Diciembre de 2018]. 3.4
- Real Academia Española (2018). Diccionario de la lengua española. <http://www.rae.es>. [Acceso Diciembre de 2018]. 3.1, 3.4

A | Anexo 1



Pesaje en Dosimetría de Semielaborados



Código SAP:	43866283	Versión:	
Producto:	NESTLE Base Yogurt Aromcolor Directa		1800 y 1801
Línea:	Batidos		-

Cantidad Base Receta:	8500
Unidad Receta:	KG

N°	Código SAP	Nombre Componente	Cantidad receta	Unidad
1.-	100774822	Agua Para Semielaborados	7,166.97	KG
2.-	43281862	Cultivo Láctico Liofilizado 495/496 500DCU	1.70	UNI
3.-	43023856	Leche Entera Polvo 26% MG 25kg	281.09	KG
4.-	41010125	Edulcorante Sucralosa Splenda SIN955	735.51	G
5.-	41013545	Gelatina 220 Bloom 25kg	15.98	KG
6.-	43620516	Leche Descremada Polvo LH Big Bag 1000kg	470.56	KG
7.-	43228032	Almidón Maíz Waxy Modificado Polvo 25kg	170.00	KG
8.-	43641225	Azúcar Blanca Cristal ICUMSA 150 1000Kg	374.78	KG
9.-	41010115	Sorbato de Potasio SIN202 25kg	3,281.00	G
10.-	43847318	Agar Agar Polvo DHS	11.90	KG
11.-	41013824	Saborizante Crema Plv G X610920u/A 25kg	4,709.00	G
12.-				
13.-				
14.-				
15.-				
16.-				
17.-				
18.-				

2 Az + 1 Gelat.
Agar / Az.

C.D. Production Manager

Chilled Dairy A.G. Manager

Quality Factory Manager

Factory Controller

Figura A.1: Receta base yogurt batido Nestlé.

(Fuente: Área Control Producción, Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)

B Anexo 2

Año / Mes natu	Enero 2018	Febrero 2018	Marzo 2018	Abril 2018	Mayo 2018	Junio 2018	Julio 2018	Agosto 2018	Total
Leche Des cremada Polvo LH Big Bag 1000kg	-12.758.196,00	-11.806.320,00	-20.484.568,00	-9.013.850,00	-7.199.117,00	-12.367.134,00	-10.968.395,00	-8.236.980,00	-92.834.560,00
NESTLE Base Yogurt Aromcolor N1 Granel		-5.312.466,00	-11.507.312,00	-6.638.599,00	-17.017.482,00	-15.198.727,00	-6.976.113,00	-10.505.615,00	-73.156.314,00
NESTLE Crema Fresca de Leche 42% MG Grnl	-6.968.536,00	-12.166.067,00	-6.226.183,00	-10.234.848,00	-4.782.590,00	-6.466.850,00	-4.369.416,00	-4.734.871,00	-55.969.361,00
CHAMITO Base Aromcolor BajoAzucar Granel	-2.842.523,00	306.737,00	-3.453.413,00	-6.725.612,00	-16.347.646,00	-19.911.944,00	-1.492.982,00	3.355.557,00	-47.111.826,00
Leche Entera Polvo 26% MG 25kg	-4.512.294,00	-6.942.592,00	-4.754.389,00	-14.168.378,00	-724.967,00	-5.806.957,00	-11.752.399,00	1.682.605,00	-46.979.371,00
NESTLE Base Leche Asada Pote 120 g	-6.159.076,00	-4.849.281,00	-8.905.011,00	-4.465.300,00	-4.399.133,00	-6.183.967,00	-3.048.127,00	-4.528.326,00	-42.528.221,00
NESTLE CHANDELLE Base Crema Choc Grnl	-9.242.631,00	-6.394.461,00	-2.420.735,00	-3.951.408,00	-5.653.877,00	-4.827.696,00	-5.505.961,00	-3.502.033,00	-41.498.802,00
NESTLE SVELTY Base Batido YogurtN1Granel	-8.269.595,00	-5.740.827,00	-6.586.112,00	-4.462.813,00	-6.010.855,00	-4.572.244,00	-1.596.324,00	-1.983.986,00	-39.222.756,00
NESTLE Base Serrada Bajo Azucar Granel	-5.512.357,00	-5.692.554,00	-4.298.342,00	-3.210.842,00	-4.847.893,00	-5.985.480,00	-5.008.170,00	-3.856.328,00	-38.291.966,00
NESTLE Base Yogurt Nube Granel	-1.881.583,00	-7.559.250,00	-4.652.218,00	-2.454.818,00	-7.606.697,00	-1.956.195,00	-4.886.330,00	-5.251.607,00	-36.248.698,00

Figura B.1: Detalle desviación de uso enero-agosto 2018.

(Fuente: Área Control Producción Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)

C | Anexo 3

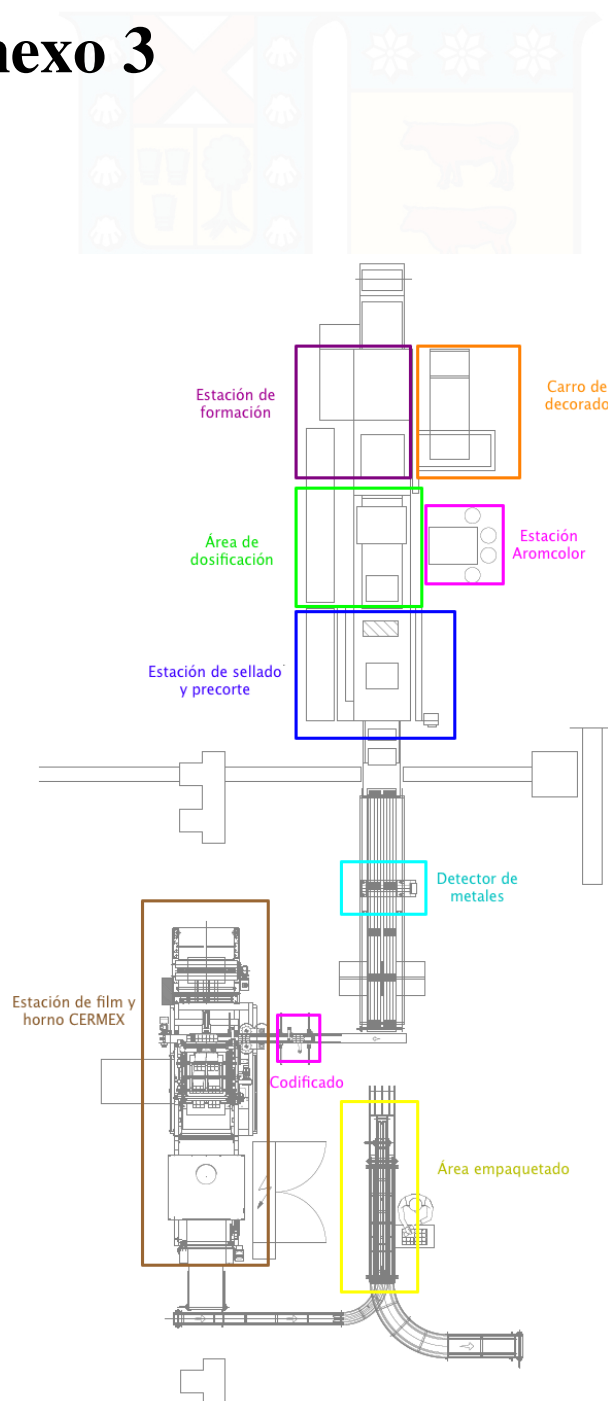


Figura C.1: Diagrama línea Erca 4.

(Fuente: NCE Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)

(Fuente: Área Control Producción Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)

Figura E.1: Registro control de desperdicio de producto terminado en línea Erca 4.
(Fuente: Elaboración propia)

F

Anexo 6

Univ	Operador	Producto	OP	Semana	Fecha	Turno	Código problema	Problema	Cantidad [m]	Comentario	Unidades rescatadas
1	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21170136	42	18-10-2018	A	1	Formación	18	Se revisa pallet del turno anterior por vasos pinchados	-
1	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21170136	42	18-10-2018	A	5	Codificado	1	Se juntan en la entrada del codificado	-
1	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21170136	42	18-10-2018	A	8	Otro	1	Revisado control de línea	-
1	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21170136	42	18-10-2018	A	1	Formación	5	Vasos pinchados al iniciar turno	-
2	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21173141	42	18-10-2018	B	8	Otro	2	Termino de producto. Cambio de sabor	-
2	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21173141	42	18-10-2018	B	1	Formación	1	Vasos pinchados	-
2	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21173141	42	18-10-2018	B	4	Decorado	0,25	Cambio decorado	-
2	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21173141	42	18-10-2018	B	5	Codificado	0,125	Se juntan en la entrada del codificado	-
2	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21173141	42	18-10-2018	B	1	Formación	2	Vasos pinchados	-
3	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	2118075	43	22-10-2018	A	1	Formación	0,5	Clave borrosa	-
3	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	2118075	43	22-10-2018	A	5	Codificado	2	Sin vasos	-
3	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	2118075	43	22-10-2018	A	4	Decorado	1	Al iniciar con el producto, desplazamiento de clave	-
4	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21180275	43	22-10-2018	B	4	Decorado	3	Falla de centrado de decorado	-
4	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21180275	43	22-10-2018	B	1	Formación	19	Al inicio de turno, decorado cortado con granos no visibles	0
4	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21180275	43	22-10-2018	B	8	Otro	1	Vasos pinchados	0
5	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21187757	43	23-10-2018	C	1	Formación	1	Atasco en horno. Malla mal entrada	0
5	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21187757	43	23-10-2018	C	2	Polléster	9	Vasos blandos, apilados, sin vaso	-
5	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21187757	43	23-10-2018	C	8	Otro	3	Se corta polléster	-
5	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21187757	43	23-10-2018	C	8	Otro	2	Peaje	-
6	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	C	8	Otro	2	Se suelta goma N1 y pasa por detector metales. Rechazo producto.	-
6	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	C	6	Semilaborado	21	Despunte Era 4 se va a Cemex. Vasos reventados.	-
7	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	A	1	Formación	11	Bajo color damasco	-
7	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	A	1	Formación	11	Vasos pinchados y mal formados	80
7	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	A	8	Otro	11	Vasos blandos y pinchados	80
7	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	A	8	Otro	2	Detector de metales se pasa los (P)	15
8	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	A	1	Formación	2	Vasos blandos y pinchados	0
8	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	A	8	Otro	1	Revisión de detector de metales patrón	8
8	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	A	1	Formación	1	Vasos apilados	10
8	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	A	8	Otro	1	Se rompe estrella Cemex	0
9	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	B	1	Formación	7	Vasos mal formados al iniciar turno	140
9	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21188168	43	23-10-2018	B	1	Formación	6	Vasos blandos y mal formados	0
10	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21188147	43	24-10-2018	C	5	Codificado	0,5	Se juntan en la entrada del codificado	-
10	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21188147	43	24-10-2018	C	8	Otro	1	Se caen al suelo (envasado)	-
11	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21190005	43	24-10-2018	C	1	Formación	4	Vasos pinchados	-
11	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21190005	43	24-10-2018	C	4	Decorado	16	Vasos sin decorado, decorado corrido	0
12	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21190005	43	24-10-2018	A	8	Otro	3	Cambio bobina (vasos sin polléster)	0
12	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21190005	43	24-10-2018	A	8	Otro	1	Revisión de la línea (control de calidad)	0
12	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21190005	43	24-10-2018	A	2	Polléster	2	Revisión de detector de metales patrón	0
12	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21190005	43	24-10-2018	A	1	Formación	2	Se corta polléster	0
12	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21190005	43	24-10-2018	A	1	Formación	10	Vasos pinchados y sin vasos	30
12	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21190005	43	24-10-2018	A	2	Polléster	6	Polléster	0
12	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21190005	43	24-10-2018	A	2	Polléster	9	Polléster	0
13	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21191735	43	25-10-2018	C	8	Decorado	3	Falla de centrado de decorado	0
14	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21191735	43	25-10-2018	C	8	Otro	3	Se caen al suelo (envasado)	-
14	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Berries MP4(1)	21191735	43	25-10-2018	C	1	Formación	4	Rechaza detector de metales al juntarse en el	-
15	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21192167	43	25-10-2018	A	1	Formación	23	Vasos pinchados	60
16	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21192167	43	25-10-2018	B	1	Formación	14	Vasos pinchados	0
16	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21192167	43	25-10-2018	B	1	Formación	9	Vasos pinchados	0
17	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21192168	43	26-10-2018	C	2	Polléster	4	Se corta polléster	-
17	ERCA 4	Andrea Barri NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21192168	43	26-10-2018	C	1	Formación	8	Vasos pinchados	-
18	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21195080	43	26-10-2018	A	1	Formación	19	Vasos pinchados	-
19	ERCA 4	Carolina Alle NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21195080	43	26-10-2018	A	8	Otro	4	Revisión de detector de metales patrón	0
20	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21195080	43	26-10-2018	B	1	Formación	4	Sin vasos	-
20	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21195080	43	26-10-2018	B	2	Polléster	4	Vasos sin tapa	0
20	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21195080	43	26-10-2018	B	4	Decorado	5	Vasos sin decorado	0
21	ERCA 4	Verónica Goi NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (1)	21195080	43	26-10-2018	B	1	Polléster	6	Vasos sin tapa	0

Figura F.1: Registros parciales desperdicio producto terminado.

(Fuente: Elaboración propia)

G | Anexo 7

Tabla G.1: Precio de venta por caja de yogur batido Nestlé.

Productos	Precio caja [CLP]
NESTLE, Yoghurt Batido Berries MP4 (12x115g)	\$3.828
NESTLE Yoghurt Batido Damasco (48x115g)	\$2.908
NESTLE Yoghurt Batido Frambuesa (48x115g)	\$3.088
NESTLE Yoghurt Batido Frutilla (48x115g)	\$2.972
NESTLE Yoghurt Batido Mora (48x115g)	\$3.246
NESTLE Yoghurt Batido Trisabor MP4 (12x115g)	\$3.751
NESTLE Yoghurt Batido Vainilla (48x115g)	\$2.941

(Fuente: Área Control Producción Fábrica Refrigerados, Nestlé Chile.)