

PROYECTO DE PASANTÍA

Realizado en el área de Calidad de Unilever Chile

***Implementación y desarrollo de un sistema de monitoreo para la
reducción de mermas en la producción de mayonesas***

Isidora Constanza Parrao Achávar

Proyecto para optar al título de Ingeniería Civil Industrial de la Facultad de
Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez.

Profesor guía:

Raimundo Sánchez

Santiago, Chile

2023

Contenido

Resumen Ejecutivo	3
Abstract.....	4
1. Contexto.....	5
1.1 Descripción general de la empresa	5
1.2 Área de la empresa	6
1.3 Definición del Problema	7
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivos específicos	12
2.3 Métricas de desempeño	12
3. Estado del Arte.....	14
4. Alternativas de solución	17
5. Desarrollo de la solución	19
5.1 Metodología.....	19
5.2 Plan de implementación.....	22
5.3 Análisis de riesgos.....	23
5.4 Evaluación económica	25
6. Resultados.....	25
6.1 Resultados del desarrollo	25
6.2 Evaluación de las métricas de desempeño	26
7. Conclusiones	28
8. Bibliografía	29
9. Anexos.....	31

Resumen Ejecutivo

Unilever, una destacada corporación multinacional con raíces inglés-holandesas, ha sido líder en la industria de consumo masivo desde su inicio en 1929. Con presencia en Chile a través de un centro de distribución en Lampa, una oficina central en Vitacura y una planta de producción en Conchalí, donde se fabrican productos emblemáticos como mayonesa, ketchup y mostaza de las marcas Hellmann's y JB, así como salsas de tomate Malloa y Doña Clara.

La empresa opera con indicadores clave de desempeño, y uno de los objetivos críticos es controlar la pérdida de aceite durante la producción, evaluada semanalmente y reportada mensual y anualmente. A pesar de un objetivo del 1.2% para el año 2022, el cierre del año registró un 1.3%, resultando en un impacto financiero significativo. Para el 2023, Unilever ha fijado un nuevo objetivo del 0.8%, representando una disminución del 0.5% respecto al valor real de 2022. Dada la importancia económica del aceite como insumo principal, reducir la pérdida se vuelve fundamental.

El propósito de este informe es desarrollar un sistema de monitoreo y visualizaciones que respalde la toma de decisiones, aprovechando la información histórica para analizar la capacidad del proceso y la variación de parámetros en diferentes muestras. Se implementará un dashboard en Power BI para obtener datos relevantes y establecer medidas de dosificación de ingredientes, generando un manual estandarizado del proceso, que actualmente depende de la experiencia del operario.

Aunque las recetas ya cuentan con valores establecidos, el proceso de dosificación carece de un protocolo que asegure su cumplimiento. La adquisición de un nuevo equipo de medición permitirá el análisis del porcentaje de grasa, aportado únicamente por el aceite, para estudiar la sobre o sub-dosificación de la materia prima. La información resultante proporcionará datos sobre el ajuste de la bomba dosificadora, que se incorporarán al protocolo de dosificación en el circuito 3 de mayonesas en la Planta Panamericana, Chile.

Este enfoque innovador no solo optimizará la eficiencia del proceso, sino que también garantizará la consistencia en la producción, impactando directamente en los costos y la calidad del producto final.

Abstract

Unilever, a prominent multinational corporation with English-Dutch roots, has been a leader in the fast-moving consumer goods industry since its inception in 1929. With a presence in Chile through a distribution center in Lampa, a central office in Vitacura, and a production plant in Conchalí, where iconic products such as mayonnaise, ketchup, and mustard from the Hellmann's and JB brands are manufactured, as well as Malloa and Doña Clara tomato sauces.

The company operates with key performance indicators, and one of the critical objectives is to control oil loss during production, assessed weekly and reported monthly and annually. Despite a target of 1.2% for the year 2022, the year-end recorded 1.3%, resulting in a significant financial impact. For 2023, Unilever has set a new target of 0.8%, representing a 0.5% decrease from the actual value in 2022. Given the economic importance of oil as a primary input, reducing loss becomes crucial.

The purpose of this report is to develop a monitoring system and visualizations that support decision-making, leveraging historical information to analyze process capability and parameter variation in different samples. A Power BI dashboard will be implemented to obtain relevant data and establish ingredient dosing measures, generating a standardized process manual that currently relies on operator experience.

Although recipes already have established values, the dosing process lacks a protocol to ensure compliance. The acquisition of a new measuring device will enable the analysis of the percentage of fat contributed solely by the oil, studying over or under-dosing of the raw material. The resulting information will provide data on the adjustment of the dosing pump, which will be incorporated into the dosing protocol in the mayonnaise circuit 3 at the Panamericana Plant, Chile.

This innovative approach will not only optimize process efficiency but also ensure consistency in production, directly impacting costs and the quality of the final product.

1. Contexto

1.1 Descripción general de la empresa

Unilever es una distinguida corporación multinacional de origen inglés-holandés, que inicia sus actividades en el año 1929, tras la fusión de Lever Brothers, renombrada firma británica de productos de jabonería, y Margarine Unie, destacado fabricante neerlandés de margarina. Posteriormente, la nueva compañía amplió su catálogo de productos, y levantó su presencia en el mercado global, consolidándose hoy día como una de las empresas líderes en el ámbito de consumo masivo. Actualmente, Unilever opera en más de 190 países alrededor del mundo, sirviendo a una vasta comunidad de más de 3,4 billones de usuarios. Se encuentran presentes en América, Europa y Asia, siendo este el último continente el que contribuye de forma más significativa a su éxito.

La empresa organiza su extensa gama de productos en cinco categorías: Beauty & Wellbeing, Personal Care, Home Care, Nutrition e Ice Cream. En Chile, se enfoca en las categorías "Beauty&Wellbeing", "Personal Care", "Home Care" y "Nutrition".

Las 400 marcas que ofrece (Unilever, 2023) presentan una diversidad significativa que se ajusta a las particularidades de cada país, en respuesta a las diferencias socioculturales arraigadas en cada sector geográfico. En el contexto chileno, resaltan con notoriedad marcas emblemáticas tales como Omo, Drive, Rinso, Quix, Cif, Dove, Sedal, TRESemmé, Rexona, Axe, Pepsodent, Le Sancy, Hellman's, JB y Malloa.

En Chile, su estrategia de distribución considera diversos canales de venta, que incluyen el enfoque directo al consumidor (B2C) mediante un sitio de comercio electrónico, así como el enfoque indirecto, mediante la colaboración de distribuidores especializados en ventas al por menor y mayor. Asimismo, sus productos se encuentran disponibles en destacadas cadenas de supermercados, establecimientos de ventas al detalle, y se integran incluso en locales de comida rápida.

Tras el cierre de la fábrica en Carrascal en 2020, la presencia de Unilever se concentra en una planta de producción en Conchalí, un centro de distribución en Lampa y una oficina central en Vitacura, abasteciendo todo el país mediante transporte terrestre, aéreo y marítimo.

1.2 Área de la empresa

Debido a la envergadura y la influencia de la empresa en Chile, esta se encuentra estructurada en diversas áreas funcionales que abarcan la cadena de suministro, logística, seguridad, planificación, marketing, finanzas, ventas, recursos humanos, y otras áreas clave. Sin embargo, y en concordancia con los productos fabricados en la Planta Panamericana, Chile, en el contexto del presente informe se dará énfasis al área de calidad en la producción de Dressings y Wet Savoury, esto es, mayonesa, ketchup y mostaza de las marcas Hellmann's y JB, y salsas de tomates Malloa y Doña Clara, respectivamente.

El departamento de calidad de alimentos de Unilever se compone de dos subáreas principales: Calidad, y Seguridad Alimentaria. Por una parte, Seguridad Alimentaria es el equipo responsable de cumplir con las regulaciones y legislaciones vigentes, así como de garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo. Esta unidad está conformada principalmente por analistas, auditores, y operadores de laboratorio, quienes se encargan de analizar rigurosamente los parámetros químicos de los productos en diferentes etapas del proceso de producción. Por ejemplo, durante la fabricación de mayonesa, se evalúan los niveles de acidez, potencial de hidrógeno (pH), humedad y cantidad de sal, mientras que, en el caso de las salsas de tomates, se analizan la acidez cítrica, el potencial de hidrógeno, y brix¹. Estos análisis son fundamentales para garantizar que la salud de los consumidores no se verá afectada, asegurando que los productos no representen ningún riesgo tóxico para sus organismos cuando se consumen de acuerdo con su uso previsto. Por otra parte, el área de calidad, tal como su nombre lo sugiere, asume la importante misión de asegurar que los productos se ajusten a los estándares y atributos de calidad que caracterizan a Unilever. Para lograr este objetivo, se realizan minuciosos estudios sobre los parámetros fisicoquímicos de las mezclas, con el fin de garantizar que productos como la salsa de tomates mantengan una consistencia dentro de los límites establecidos, o que la cantidad de sal en la mayonesa no exceda los umbrales permitidos. Los límites fijados para cualquier producto de la empresa se determinan por el valor más riguroso entre el estipulado por las regulaciones de seguridad alimentaria y aquel establecido de acuerdo con los estándares de calidad que Unilever se ha comprometido a mantener. Los productos terminados fabricados en la planta deben someterse a análisis para su aprobación o rechazo, al igual que ciertas materias primas antes o durante la producción. Estos análisis son realizados mediante métodos tradicionales de titulación, que toman tiempos significativos de preparación y observación, y con un

¹ Medida que representa la cantidad de sólido, en este caso azúcar, que se encuentra en una mezcla.

equipo Espectroscopía del Infrarrojo Cercano (de ahora en adelante denominado por la abreviatura “NIR”), que tarda 15 segundos en analizar todos los parámetros de una muestra.

1.3 Definición del Problema

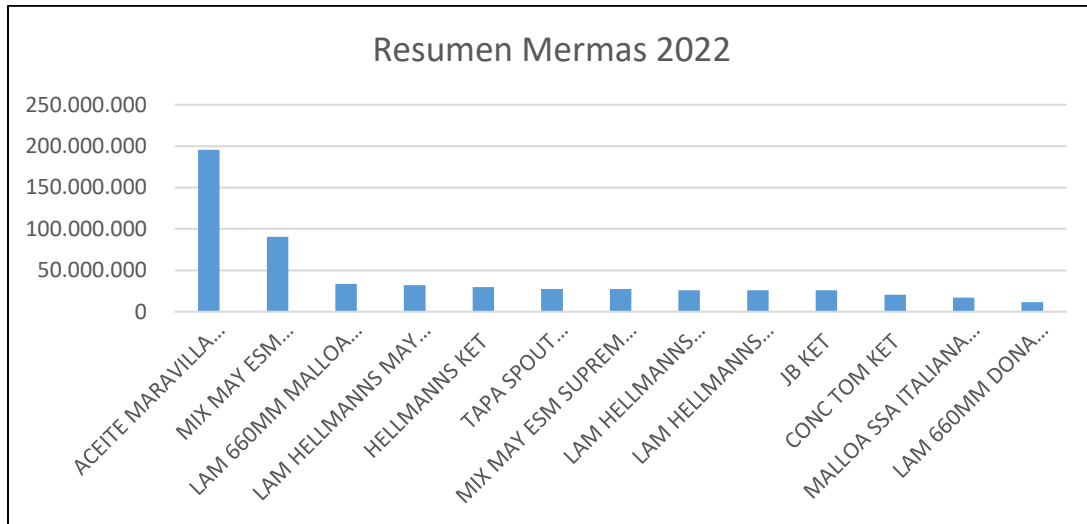
Unilever opera con una serie de indicadores clave de desempeño que esperan cumplir en cada una de sus instalaciones. En particular, existe un indicador referente al control de pérdida de aceite durante el proceso de producción, el cual se evalúa semanalmente. Para calcular el porcentaje de merma de cualquier insumo, se registra la cantidad de dicho elemento ingresado al comienzo de la semana (lunes) y se compara con la cantidad efectivamente utilizada al finalizar la semana de producción (sábado). Por ejemplo, si se solicitaron y utilizaron 160 litros de aceite, pero los registros indican que la receta requería 150 litros de este ingrediente, se procede a investigar si existe excedente de materia prima, o si se utilizó de manera incorrecta. En caso de que no se encuentre remanente del insumo, se declara pérdida o merma.

El objetivo establecido para el año 2022 era mantener la pérdida de aceite en un 1,2%. Sin embargo, al cierre del año, se registró un valor de 1,3%. Si bien la diferencia parece mínima en términos porcentuales, ese resultado tiene un impacto significativo en términos de costos. El nuevo objetivo de pérdida de aceite fijado para el año 2023 por parte de Unilever es de 0,8%, lo que equivale a una disminución del 0,5% con respecto al valor real obtenido al final del año 2022.

En la producción de mayonesa, el aceite y el ESM² son actualmente los insumos más costosos. Durante el año 2022, las pérdidas asociadas a estos ingredientes representan una parte sustancial del total de las pérdidas (Tabla N°1). Es importante destacar que ambos componentes deben ser incorporados siguiendo una proporción precisa de acuerdo con la receta. Por lo tanto, cualquier variación en la dosificación de alguno de los dos elementos afecta directamente al otro y al producto final. Es por ello que, a pesar de que este informe esté focalizado en la reducción de la merma de aceite, se espera que esta mejora tenga un impacto positivo indirecto en las pérdidas de ESM.

² Egg & Spices Mix (ESM): mezcla de especias y huevo que se utiliza para la elaboración de mayonesa.

Tabla 1: Resumen de mermas del año 2022. Elaboración propia. (Información Confidencial)



Además de supervisar las pérdidas, se lleva a cabo un control sobre el indicador clave de desempeño relacionado con los incidentes de mercado de los productos, clasificados en cuatro categorías:

- A: Involucra riesgo para la salud del consumidor.
- B: Puede resultar en la retirada del producto, pero no representa un riesgo para el consumidor.
- C: Carece de consecuencias y no requiere una retirada.
- D: Incidente de manufactura que puede o no tener consecuencias para el consumidor.

El objetivo de la empresa es mantener un nivel nulo de incidentes en todas las categorías. Las pérdidas de aceite y ESM, derivadas de una sobre o subdosificación de estos insumos, también generan un aumento en los incidentes de tipo D debido al bloqueo de pallets que contienen productos cuyos parámetros se encuentran fuera de los límites permitidos, lo que podría afectar al consumidor. Por esta razón, el porcentaje actual de incidentes de manufactura, calculado mediante la ecuación:

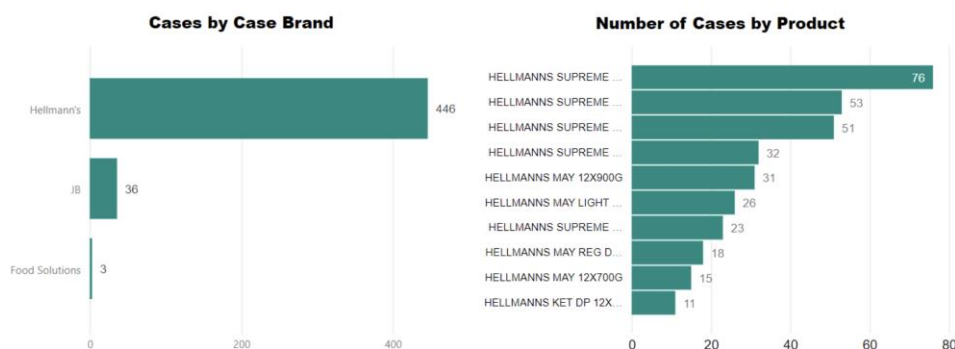
$$\text{Porcentaje de incidentes D (\%)} = \frac{\text{Cantidad de producto terminado defectuoso}}{\text{Cantidad de producto terminado producido}} * 100 \quad (1)$$

alcanza un 0,18%

Sobre la base de extensos estudios realizados durante meses, se ha establecido que el problema en cuestión se encuentra estrechamente vinculado a una de las líneas productivas en particular. Tres factores significativos respaldan la conexión entre la pérdida de aceite y el circuito de producción número tres, al que nos referiremos como “circuito 3” en adelante. En primer lugar, cuando disminuye la producción de esa línea, se mueve también en el mismo sentido la merma. Además, la mayoría de las quejas de los consumidores se han relacionado con productos de la categoría “Hellmann’s Supreme” (véase la ilustración N°1), que, debido a la naturaleza de dichos productos y su método de envasado, únicamente pueden ser fabricados en el circuito 3. Finalmente, se ha detectado un aumento en la cantidad de productos reprocesados³ específicamente en esta línea.

Figura 1: Insatisfacción de clientes por marca (dressings)

Fuente: CEC Quality Report. Actualizado el 26.09.2023 09:00 horas



Más aún, se cree que las raíces del problema residen en la dosificación de la materia prima en el circuito de producción. La utilización de una antigua bomba dosificadora de la marca Bran Luebbe, carente de un mantenimiento adecuado y de los repuestos apropiados, es de carácter manual, lo que implica una intervención humana frecuente y, en consecuencia, aumenta la probabilidad de que se descalibre. Por otra parte, el proceso de ajuste de la bomba para que dosifique la cantidad requerida no está estandarizado. Cada operador gira la perilla de la bomba (que se asemeja a las manecillas de un reloj, como se ilustra en el anexo N°3) en función de su propia experiencia. Esto lleva a que un operario establezca la dosificación en el punto 5.5 en un turno, mientras que en el siguiente turno se ajuste en el punto 6.0 para la misma receta. Como resultado, se dosifican

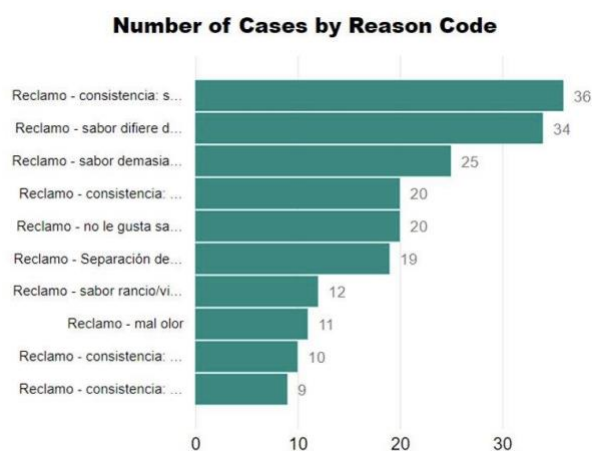
³ En el caso en que el producto final no cumpla con los estándares establecidos, se debe procesar nuevamente. Este procedimiento conlleva la inversión de mano de obra, recursos energéticos, tiempo, y la necesidad de producir el mismo producto en la línea, dado que se incorpora 5% de producto terminado incorrecto a medida que se produce el nuevo. Véase Anexo 2 para más información.

cantidades variables de ingredientes en cada turno, y en ocasiones particulares en que no se encuentre algún operador que cuente con la experiencia necesaria, la dispersión de esa dosificación puede ser aún mayor.

Por otro lado, la receta específica que el producto final debe contener un 75,6% de materia grasa aportada por el aceite. No obstante, a pesar de que debido a las características fisicoquímicas de la mayonesa la empresa sabe que se encuentra dentro de los límites permitidos según la normativa chilena (50% - 90%), desconocen si se está cumpliendo realmente esa proporción, ya que carecen de los equipos necesarios para llevar a cabo este análisis y su realización en laboratorios externos implica incurrir en un costo adicional. El exceso de aceite no solo representa una ineficiencia operativa y un uso inadecuado de la materia prima, sino que también altera las propiedades del producto y acelera la oxidación del ingrediente, generando un sabor agrio, rancio y mal oliente. Por otra parte, la carencia de este componente afecta a futuro la consistencia del producto final, dando como resultado grumos en la mezcla. En última instancia, la falta de conocimiento sobre la cantidad de aceite incorporado en la mezcla provoca que el producto salga de la fábrica en condiciones aparentemente adecuadas, pero el consumidor recibe un producto con propiedades alteradas, ya sea debido a un exceso o defecto de aceite. Por lo tanto, no es sorprendente que las quejas asociadas a las mayonesas Hellmann's producidas en el circuito 3 se relacionen con la textura y los olores.

Figura 2: Tipo de reclamo de los consumidores (Hellmann's circuito 3)

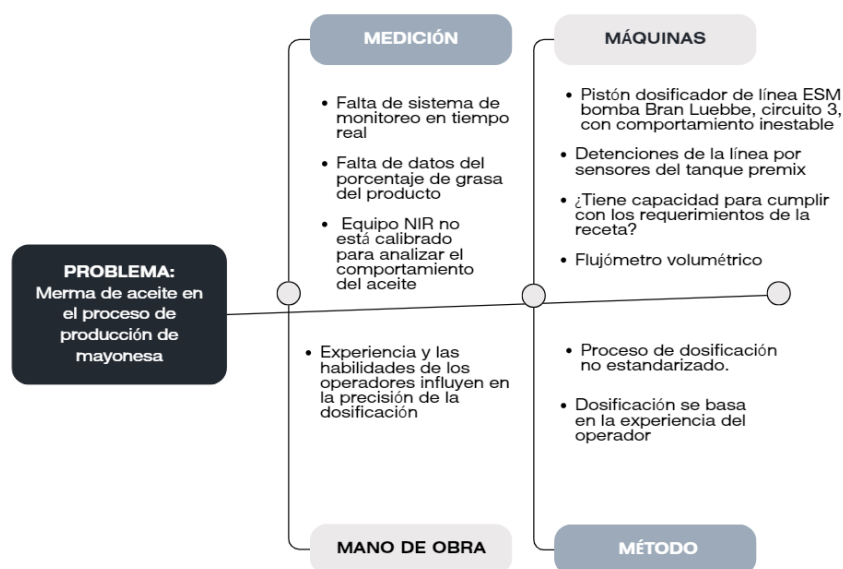
Fuente: CEC Quality Report. Actualizado el 26.09.2023 09:00 horas.



Adicionalmente, se hacen análisis para asegurarse de que los valores estén dentro de los límites permitidos, pero no se aprovecha la información histórica para entender cómo se comporta el proceso con el tiempo. Los análisis de los diferentes parámetros se centran únicamente en verificar

si cumplen con los requisitos establecidos, sin llevar a cabo un seguimiento constante a lo largo del tiempo para identificar posibles tendencias o cambios en algunos parámetros. Aunque el nuevo equipo NIR puede medir algunos de estos parámetros, actualmente se utiliza solo para recopilar datos, a pesar de que podría aprovecharse más para obtener beneficios adicionales, ya que tiene un potencial no explorado que podría brindar ventajas. La información relativa a las causas se presenta de manera resumida en el siguiente diagrama de causa – efecto:

Figura 3: Diagrama causa-efecto del problema. Elaboración propia.



Considerando la información anterior, se establece que el problema está focalizado en el método y las máquinas.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Optimizar el proceso de producción de mayonesa en Unilever a través del desarrollo de un sistema integral de gestión y control estadístico que permita monitorear en tiempo real los parámetros clave, incluyendo el porcentaje de grasa, con el fin de reducir el porcentaje de incidentes tipo D desde 0,18% hasta 0,08% en un plazo de 3 meses.

2.2 Objetivos específicos

- Establecer un sistema de monitoreo continuo en tiempo real para los parámetros críticos del proceso, en los próximos 3 meses.
- Desarrollar procedimientos estandarizados para la dosificación de ingredientes e implementarlos en los próximos 3 meses.
- Diseñar y desplegar un dashboard interactivo en Power BI para visualizar datos operativos clave, en los próximos 4 meses.
- Determinar los índices CP y CPK del proceso de producción, asegurando valores que indiquen una mejora de en la capacidad del proceso, en un plazo de 3 meses.
- Implementar métodos precisos, como el uso del equipo NIR, para determinar el porcentaje de grasa en la mayonesa, logrando una medición confiable en un plazo de 3 meses.

2.3 Métricas de desempeño

Para evaluar la correcta implementación del proyecto se establecieron ciertas medidas para los objetivos.

Frecuencia diaria de mediciones:

Cantidad de muestras analizadas durante la producción. Se establece que deben ser al menos 10 muestras diarias para considerar un monitoreo continuo.

Porcentaje de incidentes D:

$$\text{Porcentaje de incidentes D (\%)} = \frac{\text{Cantidad de producto terminado defectuoso}}{\text{Cantidad de producto terminado producido}} * 100 \quad (1)$$

Porcentaje de capacitación de los procedimientos estandarizados:

Porcentaje de operadores, analistas y auditores de línea capacitados con el nuevo protocolo. Se utilizará el Modelo de Kirkpatrick para evaluar la formación. Además, se considerarán las siguientes ecuaciones (Goldman, 2020):

$$\text{Porcentaje de asistencia (\%)} = \frac{\text{cantidad de asistentes al curso}}{\text{cantidad de personas convocadas}} * 100 \quad (2)$$

$$\text{Porcentaje de aprobación (\%)} = \frac{\text{cantidad de personas aprobadas}}{\text{cantidad de asistentes al curso}} * 100 \quad (3)$$

Índices de Capacidad del Proceso:

Evalúan la capacidad del proceso para mantener los parámetros de producción dentro de los límites especificados.

- CP: qué tanto las condiciones actuales del proceso permiten el cumplimiento de las especificaciones establecidas en el proceso (Herrera & Fontalvo, 2000).
- CPK: Indicador de la capacidad real de un proceso que se puede ver como un ajuste del índice CP para tomar en cuenta el centrado del proceso (Gutiérrez & De la Vara, 2009). Determina hacia donde está el desplazamiento del proceso con respecto a las especificaciones (Herrera & Fontalvo, 2000).

Cantidad de muestras analizadas con éxito por el equipo NIR:

Se deben tener al menos 100 muestras analizadas para obtener un valor confiable de la calibración de la medición de grasa.

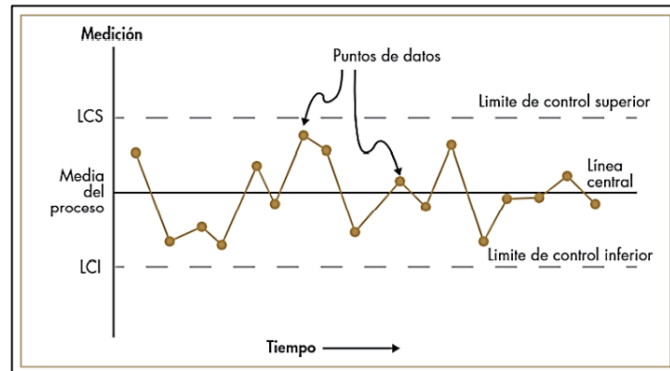
3. Estado del Arte

Para el correcto desarrollo e implementación de este proyecto, se llevó a cabo una exhaustiva investigación que abarcó diversos casos de estudio. Estos casos ofrecen soluciones a problemáticas similares a las que enfrenta Unilever en su proceso de producción de mayonesa, desde el punto de vista de mermas en industrias alimentarias de consumo masivo. En este sentido, se ha extraído información valiosa de proyectos previos, con el objetivo de adaptar y aplicar las mejores prácticas identificadas en la planta de producción.

En la búsqueda de soluciones para la reducción de mermas en procesos productivos, se han explorado diversas estrategias que han demostrado eficacia en estudios previos. En el caso de “Diseño de investigación para la propuesta de implementación de un sistema de gráficos de control que evalúe las mermas en la fabricación de azúcar líquida” (Aliaga, 2015), se abordó la reducción de merma de azúcar en una empresa productora de bebidas. Similar a la situación en Unilever, la falta de monitoreo en tiempo real fue identificada como una problemática común. La solución propuesta implicó la implementación de un sistema de gráficos de control, permitiendo la “identificación, análisis y monitoreo de variables críticas a través de herramientas estadísticas” (Hernández & Da Silva). La revisión constante de la información se destacó como una estrategia efectiva para identificar variables influyentes y evaluar el impacto de acciones correctivas, evidenciando la importancia del análisis del proceso y la implementación de gráficos de Shewhart (figura 4), que permiten ver de manera simplificada el comportamiento y control del proceso. Además, menciona que el análisis del proceso fue fundamental para la disminución de mermas de azúcar, pues a través de los índices de capacidad del proceso, CP y CPK, se pudo establecer el comportamiento de este. Este enfoque se asemeja al proyecto de Arrivillaga (2022) en la producción de guacamole, donde se incorporó un sistema de control que considera datos históricos y análisis de causas para mitigar la merma.

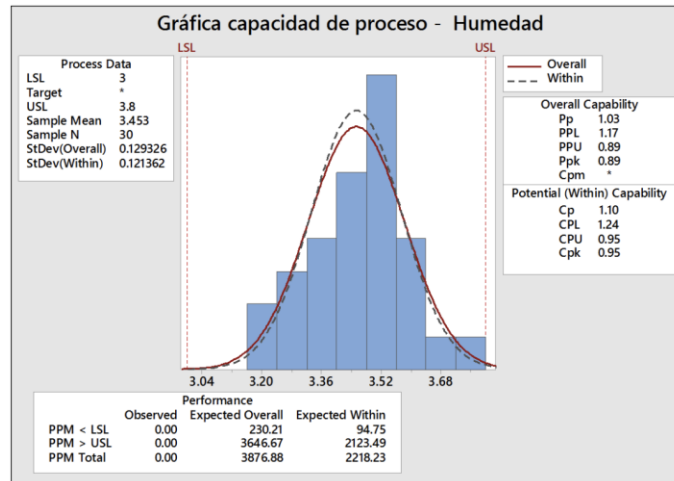
Figura 4: Ejemplo estructura gráfico de control.

Fuente: Alzate W. y Osorio J. (2017). Aplicación de los diagramas de control para el análisis e inspección de las variaciones derivadas del costo estándar.



En el ámbito de la estandarización de operaciones, Aliaga estableció una solución para reducir los desperdicios generados en una línea productora de galletas ocasionados en diferentes puntos de la cadena de producción (Aliaga, 2015). En este caso, se estudiaron las causas que, en gran medida diferían a las causas halladas para explicar la merma de aceite en Unilever, pero de igual manera la solución ofrecida es transversal a la causa raíz. Se resume como una propuesta de establecer límites de control y estandarizar los diferentes procesos que antes dependían de la experiencia del operador de turno, ocasionando variaciones en el proceso, poco control sobre este, e incertidumbre sobre la calidad del producto terminado (Aliaga, 2015). La estandarización de operaciones desempeña un papel crucial al afectar directamente la excelencia del producto. Al definir una metodología clara se realza la eficiencia del proceso productivo y se logra la optimización de recursos y un desarrollo más estable del proceso de producción. La utilización de gráficos de control en conjunto con la estandarización de procesos se presenta como prácticas fundamentales a la hora de optimizar las operaciones. Los gráficos de control realizados en estos estudios fueron elaborados con la herramienta Minitab (figura 5), la cual requiere de una exportación y tratamiento de los datos por analizar, lo que dificulta la tarea de generar las visualizaciones y no permite que el usuario vea la información en tiempo real.

Figura 5: Ejemplo gráfico de control capacidad de proceso realizado en Minitab.
Fuente: Análisis y mejora del proceso productivo de una línea de galletas en una empresa de consumo masivo



En este contexto, la capacitación interna desempeñará un papel determinante para el éxito de esta iniciativa de mejora, ya que se ha demostrado que “trae beneficios al trabajador (...) y contribuye a la estandarización de procesos” (Diez & Abreu, 2009). Según estudios previos, los encuestados han expresado su acuerdo en que la productividad está directamente relacionada con la capacitación (Ramírez, Abreu, & Badii, 2008).

Por otro lado, la implementación de sistemas de soporte y gestión ha sido clave en la optimización de procesos, como se observa en el proyecto de López (2015), que abordó la falta de un sistema de tratamiento de datos en una empresa de comida rápida y restaurantes, mediante la implementación de un sistema en lenguaje SQL con herramientas como EDISA-BI y PENTAHO-BI. Estas herramientas se destacan por su utilidad en el área de negocios, centrándose en el movimiento y transacciones de ventas y compras. Asimismo, Ureña ofrece como solución la creación e implementación de un dashboard. Este *cuadro de mando* tiene como objetivo visualizar los resultados de los Indicadores Clave de Desempeño, facilitar las buenas prácticas, la toma de decisiones, la calidad y rentabilidad de los snacks de yuca producidos por una empresa ecuatoriana. Se define el dashboard como un "sistema que informa de la evolución de los parámetros fundamentales de negocio de una organización o de un área de este" (Ureña, 2022). Entre las herramientas de gestión de calidad señaladas en el informe se encuentran el histograma, diagrama de Pareto, diagrama de causa-efecto, y gráficos de control. Se destaca, además, el uso de los softwares Excel y Power BI para la modelación y desarrollo del dashboard, ya que simplifican la evaluación de resultados y la creación de la interfaz (Ureña, 2022).

En la convergencia de estos proyectos, el principio fundamental compartido es la conversión de datos en conocimiento para facilitar la toma de decisiones. Estas investigaciones destacan la importancia del análisis y exploración de datos, idealmente en tiempo real, como un elemento clave para lograr mejoras continuas en los procesos productivos. Adicionalmente, es fundamental considerar la estandarización del proceso.

4. Alternativas de solución

La investigación de casos similares reveló diversas estrategias exitosas que enfrentaron desafíos análogos a los de Unilever, centrándose particularmente en la reducción de mermas. Entre estas estrategias, se destacaron la implementación de sistemas de control, la estandarización de operaciones y el uso de herramientas de gestión y visualización como dashboard. Las herramientas más recurrentes y efectivas identificadas fueron Excel, Power BI, PENTHO-BI y EDISA-BI.

La estandarización de operaciones, resaltada en la reducción de desperdicios en la producción de galletas, se presenta como una solución efectiva para mejorar la eficiencia del proceso productivo, monitorear constantemente la información, y visualizar el control del proceso. Aunque efectiva, su aplicación, puede ser compleja a la hora de establecer un análisis estadístico complejo. Asimismo, se requiere de exportación y tratamiento de datos para la creación de visualizaciones en MiniTab.

Otras propuestas sugeridas, como la implementación de sensores para ajustes instantáneos, un sistema de dosificación automática, flujómetros másicos o dosificación gravimétrica, fueron descartadas debido a consideraciones económicas. Del mismo modo, la modificación del modelo de negocios es impracticable en una empresa de la envergadura y estructura multinacional de Unilever.

La solución elegida integra elementos claves de múltiples estudios exitosos. Se propone la creación de un sistema de monitoreo que evalúe parámetros y capacidad del proceso, mediante la medición de los productos. Para lograr esto, se incorporará el análisis de NIR (Infrarrojo Cercano) una vez que el equipo esté debidamente calibrado y cuente con las curvas de información necesarias⁴. Este análisis permitirá determinar con precisión el porcentaje de grasa presente en las mezclas.

⁴ La metodología actual de la empresa implica el análisis de acidez, humedad, pH y sal en las muestras mediante métodos tradicionales que demandan tiempos de muestreo. Con la reciente adquisición del equipo de Espectroscopía de Infrarrojo Cercano (NIR), se logra obtener los valores de dichos parámetros (acidez, sal, humedad y pH) para todas las muestras en tan solo 15 segundos. Sin embargo, cabe destacar que la efectividad de este equipo requiere un proceso de calibración y alimentación mediante la creación de curvas, ajustes y validación de datos, el cual se lleva a cabo con un mínimo de 100 muestras.

Además, se incluirá la creación de un manual de estandarización detallado para la dosificación de materias primas en la bomba Bran Luebbe del circuito 3. Este manual asegurará que todos los operadores sigan procedimientos uniformes al dosificar los ingredientes, garantizando consistencia en el proceso de producción. Este enfoque no solo busca estandarizar y optimizar la dosificación de materias primas, mejorando así la calidad general del producto final, sino también reducir la merma de aceite y ESM durante la producción.

La necesidad de implementar un dashboard efectivo se fundamenta en los requisitos esenciales para la inteligencia de negocios y sistemas de información, según destaca Galarza et al. en su publicación “Sistemas de apoyo a la toma de decisiones: caso de estudio dirección comercial”. Estos requerimientos básicos incluyen la independencia de conocimientos técnicos para el usuario final, garantizando que la herramienta sea de uso sencillo y didáctico sin importar su nivel de experiencia. Además, se enfatiza la importancia de permitir el acceso a herramientas que posibiliten la selección y manipulación personalizada de datos, mediante la implementación de filtros que faciliten la segmentación, específicamente en aspectos relevantes como productos o fechas (Galarza, Peñafiel, Mora, & Castro, 2019). La finalidad de esta herramienta va más allá del simple almacenamiento o distribución de datos, ya que debe constituir un apoyo integral a la toma de decisiones mediante un análisis profundo de la información disponible (Galarza, Peñafiel, Mora, & Castro, 2019).

Ante esta premisa, se perfilan como soluciones potenciales para este proyecto diversas herramientas de visualización de datos. La evaluación de estas opciones se llevará a cabo a través de una matriz de priorización, siguiendo la metodología propuesta por Gallardo (2018). Este enfoque sistemático permitirá determinar la herramienta más idónea, considerando criterios clave como la facilidad de uso, la capacidad de análisis de datos, la flexibilidad en la manipulación de información, y la alineación con los requerimientos específicos de Unilever. La elección final se basará en la herramienta que mejor se adapte a las necesidades particulares del proyecto, garantizando así la implementación de un dashboard eficiente y centrado en la mejora continua de los procesos productivos.

Tabla 2: Tabla comparativa herramientas de visualización de datos

Herramienta	Costo	Utilización de Inteligencia Artificial	Información en tiempo real	Visualizaciones interactivas	Dificultad de la interfaz	Generación de reportes automáticos	Facilidad de uso	Compatibilidad con varios dispositivos
Excel	Ya cuentan con la licencia de uso	Limitada	Requiere actualizaciones manuales	Visualizaciones básicas con opciones limitada de interactividad	Interfaz conocida y sencilla	Requiere scripts y programación adicional	Interfaz conocida	Compatible con diversos dispositivos. Limitado en móviles.
Power BI	Ya cuentan con la licencia de uso	Si	Conectividad en tiempo real y actualizaciones automáticas programadas	Opciones avanzadas de filtros	Interfaz intuitiva y amigable	Permite programar y enviar informes de manera automática	Interfaz intuitiva y amigable	Compatible con cualquier dispositivo móvil o no.
Pentaho - BI	Gratuito	Se debe integrar una herramienta	Depende de la configuración.	Puede proporcionar visualizaciones interactivas, pero de manera no intuitiva para el usuario	Requiere de cierto conocimiento técnico	Permite enviar informes de manera automática	Compleja y desafiante para usuarios nuevos	Requiere ajustes para volverlo compatible
Edisa - BI	Costos por paquete	Se debe integrar en el caso de que el paquete contratado lo permita	Depende de la infraestructura adyacente	Puede proporcionar visualizaciones interactivas, pero de manera no intuitiva para el usuario	Complejidad varía según la personalización	Permite enviar informes de manera automática	Compleja y desafiante para usuarios nuevos	Depende de la configuración específica y de las capacidades del sistema

A pesar de que el dashboard es concebido como una herramienta para la recopilar información esencial para la creación del manual de estandarización de procesos, será un entregable clave para optimizar el análisis de datos en Unilever. Su inclusión se justifica al simplificar el análisis de datos, facilitar la toma de decisiones, mejorar la eficiencia operativa, impulsar la cultura de datos y alinearse con los objetivos empresariales.

5. Desarrollo de la solución

5.1 Metodología

La implementación de la solución propuesta se llevará a cabo mediante una serie de pasos claramente definidos para garantizar la replicabilidad y comprensión completa del proceso.

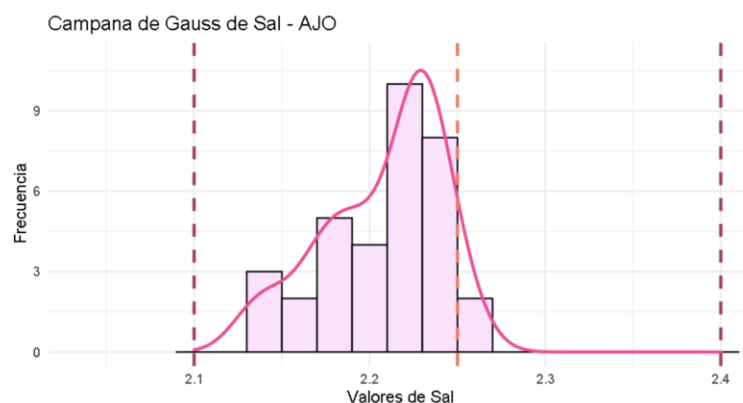
En primer lugar, el proyecto será dividido en dos subproyectos:

a. Dashboard

Esta visualización se concibe como una herramienta integral destinada a recopilar todos los datos necesarios para llevar a cabo el proceso de estandarización. La recopilación de estos datos y generación de gráficas desempeñarán un papel crucial en el futuro de la empresa al permitir un análisis profundo de las tendencias y la dinámica de la curva de Gauss. De esta manera se podrán cuestionar si sus procesos cuentan con la capacidad necesaria para cumplir con los estándares establecidos. En caso contrario, será necesario ajustar los límites de los parámetros o cambiar las recetas vigentes. Por ejemplo, al examinar la curva representada en Figura 6, se aprecia que la mayoría de los datos se mantienen dentro de los rangos permitidos, sin embargo, es evidente que se encuentran cercanos al límite inferior (2,1). En esta circunstancia, el equipo de Investigación y

Desarrollo (R&D) debería explorar la posibilidad de modificar dicho valor o reconsiderar la formulación del producto en cuestión. Además, el dashboard proporcionará una representación visual de la variabilidad de los datos a lo largo del día, facilitando al operador la identificación rápida de cambios en los valores de parámetros específicos, ya sea en descenso o aumento.

Figura 6: Curva Normal de un parámetro y producto particular (Elaboración Propia – Información Confidencial)



La creación del dashboard se dividirá en cuatro fases con sus respectivas tareas.

- 1) Fase inicial
- 2) Fase de desarrollo
- 3) Fase de Implementación
- 4) Fase Final

En la fase inicial, se realizará la limpieza de datos para optimizar el programa, y se crearán los bocetos de las visualizaciones en Power BI mediante RStudio y medidas DAX, junto con los cálculos automatizados para los índices de capacidad de proceso (CP y CPK), y otros datos relevantes para la compañía. En la elección del sistema de monitoreo para Unilever, destaca Power BI, pues compatibiliza con las licencias existentes, y cuenta con una serie de ventajas señaladas por Montoya (2021), Carmona (2019) y Prieto (2023) tales como el uso de inteligencia artificial, facilidad para manejar macrodatos, administración de información en tiempo real de forma segura con conexión permanente a la base de datos, permite incorporar funciones, aporta valor a la gestión de datos, la interfaz es simple e intuitiva, y genera reportes automáticos.

En la etapa de desarrollo, se utilizarán datos reales de la producción de mayonesa para tomar muestras y realizar análisis estadísticos que permitan ajustar los borradores generados en la fase

anterior. La base de datos en esta fase se encuentra en una planilla de Excel compartida a través de SharePoint con los analistas de calidad, lo que posibilita el acceso en línea a la información en tiempo real. En la fase de implementación, se llevará a cabo la integración del software de visualización con el equipo de análisis de muestras NIR. Esto facilitará la captura automática y transmisión de datos, maximizando la utilidad del equipo más allá de la simple recolección de datos. El objetivo principal es conectar el dashboard directamente al equipo para eliminar la necesidad de llenar manualmente la planilla de Excel, reduciendo así el tiempo de transferencia de información y disminuyendo las posibilidades de errores. Finalmente, en la última fase, se evaluarán los resultados, se identificarán áreas de mejora y se analizará el impacto de la implementación del proyecto en la empresa.

b. Manual de Estandarización del Proceso:

Este se redactará luego de culminar la Fase de Implementación del dashboard ya que se utilizarán los datos que se puedan analizar con esta herramienta.

Cuenta con tres fases que destacan por su búsqueda, desarrollo y difusión de información:

- 1) Fase inicial
- 2) Fase de desarrollo
- 3) Fase Final

La primera etapa consiste en observación detallada y recopilación de la información que tienen los operarios. Se analizará la frecuencia de descalibrado y se determinarán los valores óptimos para lograr la estandarización, ya que actualmente se desconoce el nivel de dosificación que cumple con los requerimientos de la receta. A continuación, se redactará el manual detallado que describe los procedimientos estandarizados para la dosificación de ingredientes, brindando orientación sobre las medidas correctivas necesarias en caso de valores fuera de rango. En esta etapa, se contará con el respaldo del equipo de investigación y desarrollo, utilizando otros procesos estandarizados como referencia. Finalmente, se llevará a cabo la publicación, difusión y capacitación de operadores, analistas de laboratorio y auditores de línea sobre el nuevo proceso, siguiendo la metodología de Kirkpatrick (Browning, 1970). La capacitación incluirá una charla explicativa sobre el contenido del manual, la entrega de la documentación correspondiente y la firma de una hoja de asistencia por parte del personal capacitado. Este procedimiento es fundamental para registrar quiénes han completado la capacitación y confirmar que poseen los conocimientos necesarios para cumplir con

el nuevo protocolo, permitiendo la aplicación de medidas correctivas en caso de incumplimiento. Asimismo, será necesario realizar pruebas que evalúen los conocimientos del operario con el objetivo de “conocer las impresiones y aprendizajes al final del proceso” (Portillo, 2021).

5.2 Plan de implementación

A continuación, se detallan los procedimientos para llevar a cabo esta investigación:

1. Investigación y contextualización

Enfocada en la búsqueda de información clave y la exploración bibliográfica para fundamentar el proyecto. Se profundizará en las características de Power BI asegurando un entendimiento completo antes de su implementación, y se recopilará datos históricos sobre dosificación de materias primas y pérdida de aceite en la fábrica. También se analizarán las mejores prácticas en otras empresas para aportar ideas valiosas.

2. Trabajo inicial con datos

Incluye la creación de un diagrama causa-efecto para visualizar relaciones entre variables y la identificación de indicadores clave, como las fórmulas de CP y CPK. Se entregará una propuesta de mejora basada en el Estado del Arte. Asimismo, se obtendrán todos los valores de los parámetros analizados en el circuito 3.

3. Configuración de equipos y Power BI

Centrada en la configuración del equipo NIR, calibración y creación de curvas para el análisis. Desarrollo y configuración del entorno Power BI para garantizar conectividad fluida con las bases de datos de la nube. Se inicia el proceso ETL⁵ para facilitar la extracción, transformación y carga de datos al dashboard. Se empiezan a desarrollar la programación correspondiente y el layout del dashboard.

4. Toma de muestras y análisis de grasa

Incluye la toma de productos terminados de la línea para recopilar información del cálculo de porcentaje de grasa. Estas muestras son enviadas a un laboratorio externo que cuenta con los equipos para analizar el porcentaje de grasa. Al obtener los resultados de estos, se realizan análisis en el NIR para la creación de curvas, chequeo y ajuste, y validación de la calibración. Implica análisis de 30 muestras para la creación de curvas de calibración en colaboración con el equipo en Brasil.

⁵ Extracción, Transformación & Loading

Luego se realizan ajustes con 20 muestras nuevas, y se validan los datos con 50 muestras adicionales. En total, se debe contar con al menos 100 muestras para obtener una curva confiable y robusta.

5. Establecimiento de límites de control

Colaboración con el equipo de Investigación y Desarrollo (R&D) para definir límites de control del nuevo parámetro. La incorporación de este análisis adicional en la producción requiere una precisa definición de los límites en los cuales la variable debe operar. El rango objetivo se estableció como el 5% por encima o por debajo del valor central, ya que dentro de estos límites los demás parámetros no se ven afectados. Este procedimiento implica una serie rigurosa de ensayos, pruebas y análisis de correlación entre el porcentaje de grasa, sal y humedad, junto con la capacidad del proceso. La definición precisa de estos límites es fundamental para prevenir problemas y asegurar la calidad en el proceso de producción.

6. Integración en el dashboard

La información analizada se integra al dashboard, ofreciendo análisis de capacidad del proceso, gráficos Shewhart y distribución normal. Esto es esencial para determinar dosificaciones precisas y redactar el manual de estandarización del proceso. Con la información resumida, se elabora un manual explicativo del nuevo procedimiento, incluyendo la verificación de condiciones básicas para el funcionamiento de la bomba y medidas preventivas o correctivas en caso de exceder límites.

7. Implementación proceso estandarizado

El manual se difunde ampliamente, acompañado de capacitaciones exhaustivas sobre el procedimiento revisado. Se aplica la metodología de los cuatro niveles de Kirkpatrick para instruir a los operarios y evaluar su comprensión posteriormente.

5.3 Análisis de riesgos

Para evaluar los posibles riesgos del proyecto, se aplicarán las técnicas de Herrera y Parra (2015), destacadas en "Guía para la Administración de Riesgos en Proyectos de Construcción". Se utiliza una matriz de probabilidad e impacto como instrumento clave para identificar y gestionar eficazmente los riesgos durante la ejecución del proyecto.

Tabla 3: Matriz de Probabilidad e Impacto
Fuente: PMBOK – 5ta edición, 2015. Se califica el riesgo de acuerdo de la probabilidad de ocurrencia y el impacto en caso de que ocurra.

Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
	0,05/ Muy Bajo	0,10/ Bajo	0,20/ Moderado	0,40/ Alto	0,80/0,80/ Muy Alto	Muy Alto	0,40/ Alto	0,20/ Moderado	0,10/ Bajo	0,05/ Muy Bajo

Finalmente, se identifican los riesgos inherentes al proyecto, junto con estrategias detalladas de mitigación y contingencia.

Tabla 4: Priorización de Riesgos. Muestra los diferentes riesgos y los ordena según su prioridad dependiendo de la probabilidad de ocurrencia y el impacto

ID de Riesgo	Descripción del Riesgo	Probabilidad	Impacto	Puntaje de Riesgo	Prioridad
R1	Retrasos en la obtención de muestras	0,9	0,8	0,72	1
R8	Errores humanos en el análisis	0,5	0,8	0,40	2
R9	Desperfecto del computador personal	0,3	0,8	0,24	3
R2	Retrasos en los resultados de laboratorio	0,5	0,4	0,20	4
R3	Retrasos en la creación de curvas del NIR	0,5	0,4	0,20	5
R6	Calidad de datos	0,5	0,4	0,20	6
R7	Resistencia al cambio	0,3	0,4	0,12	7
R4	Cambios en los requisitos del proyecto	0,3	0,1	0,03	8
R5	Dificultad en la capacitación del personal	0,3	0,1	0,03	9

Tabla 5: Estrategias de mitigación y contingencia para cada riesgo. Permite establecer acciones preventivas y correctivas para cada riesgo.

Descripción del Riesgo	Estrategia de Mitigación	Contingencia
Retrasos en la obtención de muestras	Especial atención a la planificación de producción	Retirar más muestras por turno
Errores humanos en el análisis	Capacitación y revisiones reiteradas en todas las actividades	Llamados de atención
Desperfecto del computador personal	Almacenamiento de la información en una nube	Obtención de nuevo dispositivo
Retrasos en los resultados de laboratorio	Especial atención a las políticas del laboratorio externo	Contacto con el laboratorio externo
Retrasos en la creación de curvas del NIR	Enviar información lo antes posible, obteniendo holgura	Enfatizar la priorización de la labor
Calidad de datos	Revisión y limpieza de datos antes de utilizarlos	Capacitación y acuerdos con operarios y analistas
Resistencia al cambio	Capacitación y workshops mostrando los beneficios del proyecto	Capacitación y acuerdos con operarios y analistas
Cambios en los requisitos del proyecto	Revisión constante en las diversas etapas	Explorar nuevas opciones para los cambios
Dificultad en la capacitación del personal	Capacitación previa en herramientas tecnológicas	Capacitación y soporte constante

5.4 Evaluación económica

Es esencial contemplar diversos costos que desempeñarán un papel crucial en la ejecución del proyecto. Algunos de estos costos clave son los análisis en el laboratorio externo (\$22.380 por muestra analizada), la toma de muestras (Anexo 4), el recurso humano, y el transporte.

Para cada costo, existe variabilidad en los montos, de modo que estos se resumen las siguientes tablas dependiendo de si la situación es optimista o pesimista.

Tabla 6: Resumen de Costos en los escenarios pesimista, balanceado y optimista para 100 muestras

	Caso Pesimista	Caso Balanceado	Caso Optimista
Muestreo	\$ 2.238.000	\$ 2.238.000	\$ 2.238.000
Toma de muestras	\$ 166.967	\$ 131.252	\$ 99.367
RRHH	\$ 588.000	\$ 460.950	\$ 333.900
Transporte	\$ 6.620	\$ 6.620	\$ 6.620
Total	\$ 2.999.587	\$ 2.836.822	\$ 2.677.887

Tabla 7: Resumen de Costos en los escenarios pesimista, balanceado y optimista para 110 muestras

	Caso Pesimista	Caso Balanceado	Caso Optimista
Muestreo	\$ 2.461.800	\$ 2.461.800	\$ 2.461.800
Toma de muestras	\$ 183.663	\$ 145.009	\$ 109.303
RRHH	\$ 588.000	\$ 460.950	\$ 333.900
Transporte	\$ 6.620	\$ 6.620	\$ 6.620
Total	\$ 3.240.083	\$ 3.074.379	\$ 2.911.623

Se estima que la incorporación correcta de los insumos involucrará disminución de 5 toneladas de merma de aceite y ESM, correspondientes a \$7.240.000 por cada producción de Supreme Classic y \$9.535.000 por cada producción de Supreme Artesanal.

6. Resultados

6.1 Resultados del desarrollo

A medida que el proyecto avanzó, se evidenciaron cambios significativos. La implementación del sistema de gestión reveló la baja capacidad de ciertos procesos, conduciendo a ajustes en los límites de parámetros y la identificación de áreas críticas para modificar. El análisis detallado también permitió establecer dosificaciones que minimizan la variabilidad del producto final en función del contenido de sal, definiendo estándares para los operadores. Aunque la estandarización está en

curso, mejoras en los indicadores de producción ya son apreciables, a pesar de que la capacitación completa de operarios está sujeta a validación hasta el 29 de diciembre.

Un aumento en el valor del CP y del CPK indica una mejora del proceso.

Tabla 8: Variaciones de los valores de capacidad de proceso para Hellmann's Supreme Classic durante el segundo semestre del 2023

Período (2023)	CP	CPK
Junio – Noviembre	0,3825	0,3603
Diciembre	0,4399	0,3141
Junio 2023 – Diciembre	0,3844	0,3630

Tabla 9: Variaciones de los valores de capacidad de proceso para Hellmann's Supreme Artesana durante el segundo semestre del 2023

Período (2023)	CP	CPK
Junio – Noviembre	0,4409	0,3779
Diciembre	0,6596	0,5740
Junio 2023 – Diciembre	0,4564	0,4097

6.2 Evaluación de las métricas de desempeño

Frecuencia diaria de mediciones:

Se determinó que, para alcanzar el número requerido de mediciones diarias, se deben analizar muestras de la línea cada 30 minutos. Esta estrategia permitió exceder el mínimo establecido y fortalecer el proceso. Tal directriz se comunicó a los analistas de calidad mediante un documento oficial que detalla sus responsabilidades.

Figura 7: Extracto planilla de análisis de mayonesas. En el documento, el analista debe registrar la información de los análisis lo que permite verificar las horas de muestreo para asegurar la frecuencia adecuada.

Fecha	Hora	Producto
01-12-2023	12:14:00	Supreme Classic
01-12-2023	12:44:00	Supreme Classic
01-12-2023	13:16:00	Supreme Classic
01-12-2023	13:42:00	Supreme Classic
01-12-2023	14:10:00	Supreme Classic
01-12-2023	14:45:00	Supreme Classic

Porcentaje de capacitación de los procedimientos estandarizados:

Aún no culmina este proceso. Se debe contar con una capacitación del 100% personal para el 29 de diciembre del 2023. Al 22 de diciembre de 2023, se han registrado los siguientes resultados:

$$\text{Porcentaje de asistencia (\%)} = \frac{\text{cantidad de asistentes al curso}}{\text{cantidad de personas convocadas}} * 100 = \frac{10}{15} * 100 = 66,67\%^6$$

$$\text{Porcentaje de aprobación (\%)} = \frac{\text{cantidad de personas aprobadas}}{\text{cantidad de asistentes al curso}} * 100 = \frac{9}{10} * 100 = 90\%^7$$

Índices de Capacidad del Proceso:

Se observó un incremento en los valores de CP y CPK para Hellmann's Supreme Classic y Hellmann's Supreme Artesanal, como se detalla en la Tabla 8 y la Tabla 9.

Cantidad de muestras analizadas con éxito por el equipo NIR:

Se analizaron 122 muestras, superando las 100 necesarias para obtener un valor confiable.

Figura 8: Resumen de análisis para calibración del NIR. Aunque se requerían 100 muestras para la calibración, se optó por analizar 110, elevando así la robustez del conjunto de datos. Finalmente se lograron analizar 122 muestras.

Etapas	Cantidad necesaria	Cantidad que tenemos	Cantidad que faltan
Crear curva	30	36	-6
Chequeo y ajuste	30	30	0
Validación	50	56	-6
	110	122	

Porcentaje de incidentes D:

Información preliminar. El valor final se obtendrá el 28 de diciembre, con el término de la producción.

$$\text{Porcentaje de incidentes D} = 0,05\%$$

⁶ Los operarios que no pudieron asistir fueron convocados nuevamente al curso de formación.

⁷ El operario que no superó la capacitación fue convocado nuevamente para asistir al curso de formación.

7. Conclusiones

Las conclusiones de este proyecto reflejan transformaciones significativas tanto para Unilever como para mi desarrollo profesional. La incorporación del sistema de gestión y la estandarización de procesos no solo marcan un hito en la evolución del proceso de producción de mayonesa, sino que también reflejan un compromiso con la excelencia operativa.

En el contexto empresarial, los cambios introducidos han permitido identificar y abordar áreas de mejora, destacando la capacidad de adaptación del proceso a través de la recalibración de parámetros. El dashboard, con su capacidad de ofrecer una visualización minuciosa, ha fortalecido la capacidad de decisión y respuesta ante imprevistos, mientras que la reducción en las mermas, particularmente en la dosificación de componentes críticos, indica avances en la precisión y se traduce en beneficios económicos tangibles. A través de este proyecto, se logró una estandarización en el proceso de producción de mayonesa, garantizando consistencia y calidad en el producto final.

Para optimizar aún más los resultados obtenidos, es imperativo proseguir con la capacitación de los operarios, garantizando su total familiarización y alineación con los nuevos protocolos. Aunque se han evidenciado mejoras en los indicadores de producción, la validación completa del protocolo, programada para finales de diciembre, es esencial para consolidar los cambios y asegurar su eficacia a largo plazo.

Las oportunidades de mejora futuras podrían enfocarse en la expansión de la aplicación de sistemas de gestión a otras áreas de la planta o en otros productos, así como en la exploración de tecnologías emergentes para un monitoreo aún más preciso y eficiente, que permita actualizar los datos de manera constante. Asimismo, considerando la digitalización creciente de los procesos industriales, se recomienda explorar soluciones tecnológicas que permitan al operario introducir datos y recibir ajustes recomendados de manera automática para simplificar y agilizar el proceso. En el contexto actual, el operario debe buscar, dependiendo de ciertos factores, el ajuste requerido. La adopción de un sistema digitalizado y automatizado agilizaría y precisaría esa labor.

Con estas acciones y una atención continua a las necesidades del proceso, Unilever podrá no solo mantener, sino también mejorar continuamente la calidad y eficiencia de su producción de mayonesa.

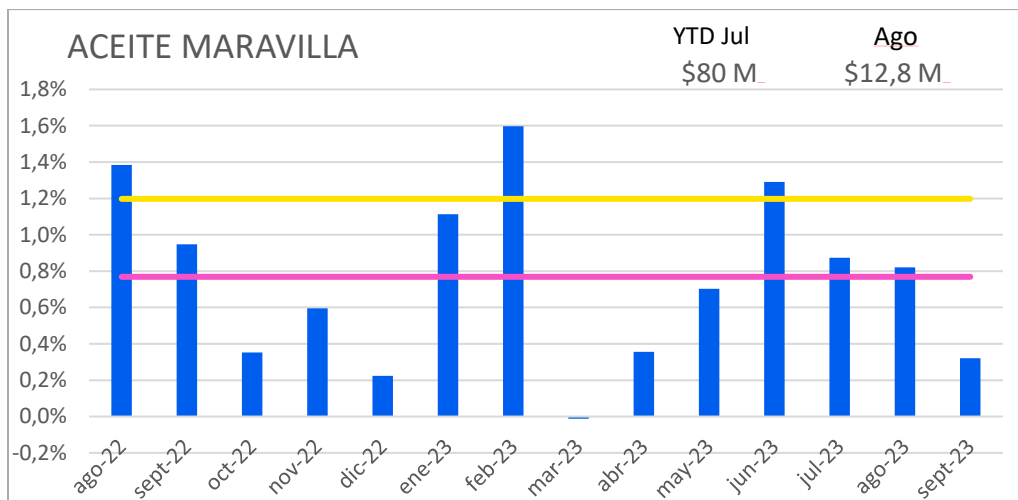
8. Bibliografía

- Aguirre, D. (2022). *Diseño de investigación para la propuesta de implementación de un sistema de gráficos de control que evalúe las mermas en la fabricación de azúcar líquida*.
- Aliaga, D. (2015). *Análisis y mejora del proceso productivo de una línea de galletas en una empresa de consumo masivo*. Lima.
- Arrivillaga, D. (2022). *Diseño de investigación para un sistema de control para disminuir pérdidas y desperdicios (mermas) en industria de alimentos producción de guacamol*.
- Bestinver. (2023). *Bestinver Acciona*. Obtenido de <https://www.bestinver.es/>
- Browning, P. (1970). *Evaluation of training. Evaluation of short-term training in rehabilitation*. Oregon. Obtenido de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED057208.pdf#page=41>
- Carmona, A. (2019). *Diseño de mejoras en la planificación de inventarios de insumos productivos de una empresa manufacturera de aceites y grasas de consumo masivo*. Universidad Católica Andrés Bello. Obtenido de http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAU1968_1.pdf
- Comisión Nacional de Energía. (2023). *Bencina en Línea*. Obtenido de www.bencinaenlinea.cl
- Díez, J., & Abreu, J. (2009). Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos: un estudio de caso. *Daena Journal*, 97-144.
- Galarza, M., Peñafiel, A., Mora, J., & Castro, E. (2019). Sistemas de apoyo a la toma de decisiones: caso de estudio dirección comercial. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, VII (52). Obtenido de <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/>
- Gallardo, V. (2018). *MODELO PARA MEDIR LA EFICACIA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD BASADO EN LA MATRIZ DE PRIORIZACIÓN EN UNA EMPRESA DE METAL MECÁNICA MUEBLES CONTINENTAL*.
- Goldman, K. (Febrero de 2020). *Indicadores para evaluar la gestión de capacitación*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/indicadores-que-permiten-evaluar-la-gestion-de-la-capacitacion/>
- Gonzalez, N. (2020). *Proyecto integral para la reducción de mermas en la cocina de Aventuras Mayas*". Toluca.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2009). Índices de capacidad para procesos con doble especificación. En *Control estadístico de Calidad y Seis Sigma* (pág. 105). McGRAW-HILL.
- Hernández, C., & Da Silva, F. (s.f.). Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. *Tecnología Química*, XXXVI (1), 130-145. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543786011>
- Herrera, R., & Fontalvo, T. (2000). Etapa de Control. En *Seis Sigma: Métodos Estadísticos y Sus Aplicaciones* (pág. 64). EUMED.

- Herrera, S., & Parra, D. (2015). *Guía para la Administración de Riesgos en Proyectos de Construcción*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7262/HerreraVillaStiven-ParraBecerra%20Diana2015.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, J. (2015). *Desarrollo de un sistema de soporte al análisis de costos, simulación de ventas y compras en una empresa de consumo masivo*. Lima.
- Montoya, L. (2021). *Avinal a través de Power BI*. Medellín: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/34420/2021LitzaMontoya.pdf?seq>
- Portillo, G. (2021). *Modelo de evaluación Kirkpatrick en Educación para el Desarrollo y Ciudadanía Global: Recomendaciones para su adaptación en proyectos de Farmamundi*. Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/168999/Portillo%20-%20Modelo%20de%20evaluac%C3%B3n%20Krkpatrck%20en%20Educac%C3%B3n%20para%20el%20Desarrollo%20y%20ciudadan%C3%ADa%20global%3A%20Recome....pdf>
- Prieto, O. (2023). *Modelización y Mejora de Procesos de Producción Industrial Mediante FlexSim y Power BI: Aplicación a una Empresa Real*. Madrid. Obtenido de https://oa.upm.es/75479/1/TFG_OSCAR_JAVIER_PRIETO_MARTINEZ.pdf
- Ramírez, S., Abreu, L., & Badii, H. (2008). . El impacto de la capacitación del personal: Caso empresa manufacturera de tubos. *Daena Journal*, 100-142.
- Unilever. (2023). *Unilever South-Latam*. Obtenido de <https://www.unilever-southlatam.com/brands/>
- Unilever, I. (2023). *DMC Analytics Portal*.
- Ureña, S. (2022). *Generación de un Sistema DASHBOARD para la Gestión Integral de la Calidad en la Producción de Snacks de la Empresa ORFI Basado en la Norma ISO 9001:2015*. Riobamba.
- Velázquez, I. (2023). *Redefinición de la estrategia comercial en la división de consumo masivo en el Grupo ADM Perú*. Lima.

9. Anexos

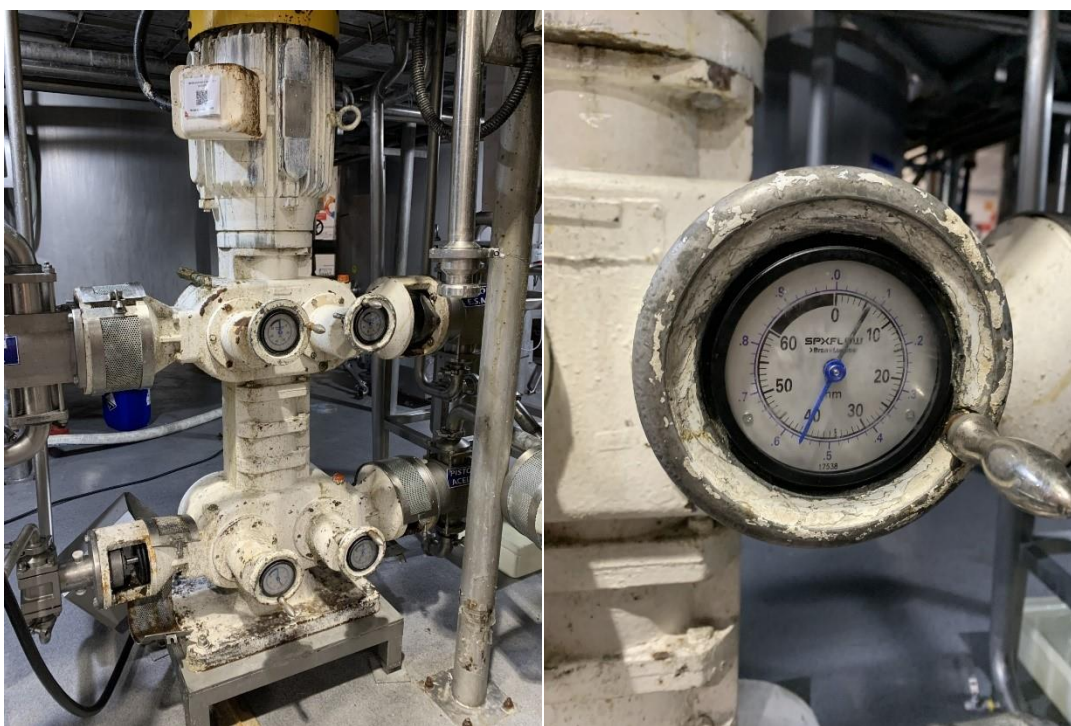
Anexo 1: Pérdida de aceite en los años 2022-2023. La línea amarilla indica la meta de pérdida establecida por Unilever para el año 2022, mientras que la línea rosada representa la meta para el año 2023.



Anexo 2: Contenedor de Re-Work (Reproceso): Estos recipientes albergan productos terminados que presentan desviaciones en algún parámetro relacionado con la seguridad alimentaria o la calidad. Cada uno de estos contenedores tiene una capacidad aproximada de 170 kilogramos



Anexo 3: Bomba dosificadora Bran Luebbe circuito 3. El operador de turno debe girar la perilla de modo que las manecillas queden en la dosificación que corresponde.



Anexo 4: Costo de Toma de Muestras

La extracción de productos terminados incurre en costos de fabricación excluidos de la comercialización. Este costo varía según el tipo de producto y tamaño del envase (Supreme Classic o Supreme Artesanal, 380 g o 735 g). Las muestras son aleatorias, abordando casos extremos (productos más costosos), optimistas (productos más económicos) y equilibrados (muestra de todos los tipos).

Tabla 10: Costo total de Toma de Muestras en Escenario Pesimista, para el cual se toman las muestras con costos más altos de la línea

Descripción del producto	Valor Real	Valor unitario	Cantidad de muestras	Costo toma de muestras
HELLMANN'S SUPREME MAY PREMIUM FR 12X380G	\$ 11.997	\$ 999,75	0	\$ -
HELLMANN'S SUPREME MAY CLASSIC FR 12X380G	\$ 11.924	\$ 993,67	0	\$ -
HELLMANN'S SUPREME MAY FR 12X735G	\$ 19.044	\$ 1.587,00	0	\$ -
HELLMANN'S SUPREME MAY PREMIUM FR 12X735G	\$ 20.036	\$ 1.669,67	100	\$ 166.966,67
Total =			100	\$ 166.967

Tabla 11: Costo total de Toma de Muestras en Escenario Balanceado, para el cual se toman la misma cantidad de muestras de cada producto

Descripción del producto	Valor Real	Valor unitario	Cantidad de muestras	Costo toma de muestras
HELLMANNS SUPREME MAY PREMIUM FR 12X380G	\$ 11.997	\$ 999,75	25	\$ 24.993,75
HELLMANNS SUPREME MAY CLASSIC FR 12X380G	\$ 11.924	\$ 993,67	25	\$ 24.841,67
HELLMANNS SUPREME MAY FR 12X735G	\$ 19.044	\$ 1.587,00	25	\$ 39.675,00
HELLMANNS SUPREME MAY PREMIUM FR 12X735G	\$ 20.036	\$ 1.669,67	25	\$ 41.741,67
Total =			100	\$ 131.252

Tabla 12: Costo total de Toma de Muestras en Escenario Optimista, para el cual se toman las muestras de menor costo de la línea

Descripción del producto	Valor Real	Valor unitario	Cantidad de muestras	Costo toma de muestras
HELLMANNS SUPREME MAY PREMIUM FR 12X380G	\$ 11.997	\$ 999,75	0	\$ -
HELLMANNS SUPREME MAY CLASSIC FR 12X380G	\$ 11.924	\$ 993,67	100	\$ 99.366,67
HELLMANNS SUPREME MAY FR 12X735G	\$ 19.044	\$ 1.587,00	0	\$ -
HELLMANNS SUPREME MAY PREMIUM FR 12X735G	\$ 20.036	\$ 1.669,67	0	\$ -
Total =			100	\$ 99.367

Anexo 5: Costo real de Toma de Muestras (Elaboración Propia). Esta tabla muestra los valores en los que se debió incurrir para tomar muestras de la línea. Especifica la cantidad de muestras de cada formato que fueron analizadas para el análisis de porcentaje de grasa.

Descripción del producto	Valor Real	Valor unitario	Cantidad de muestras	Costo toma de muestras
HELLMANNS SUPREME MAY PREMIUM FR 12X380G	\$ 11.997	\$ 999,75	26	\$ 25.993,50
HELLMANNS SUPREME MAY CLASSIC FR 12X380G	\$ 11.924	\$ 993,67	35	\$ 34.778,33
HELLMANNS SUPREME MAY FR 12X735G	\$ 19.044	\$ 1.587,00	28	\$ 44.436,00
HELLMANNS SUPREME MAY PREMIUM FR 12X735G	\$ 20.036	\$ 1.669,67	17	\$ 28.384,33
Total =			106	\$ 133.592

Anexo 6: Dashboard de visualizaciones de parámetros de calidad de Mayonesas. Elaboración propia. Información confidencial.

