

Reducción de errores en informes FEFO en Coca-Cola Andina

Alumno: Francisco López

Universidad Adolfo Ibáñez

Carrera: Ingeniería Civil Industrial

Empresa: Coca-Cola Andina

Fecha: 24/12/2023

Resumen Ejecutivo

Coca-Cola Andina, una de las embotelladoras más destacadas del sistema Coca-Cola en América Latina, ha desempeñado un papel crucial en la industria de bebidas desde su fundación en 1946 en Chile. Con operaciones en varios países de la región, la empresa se ha consolidado como un actor clave en la producción, distribución y comercialización de bebidas de la marca Coca-Cola, abarcando también otras marcas de renombre. Su extensa presencia en el mercado y su compromiso con la calidad la han convertido en un referente con más de 17 mil colaboradores y una atención a una población de aproximadamente 54 millones de habitantes.

En este contexto, surge un desafío significativo para Coca-Cola Andina relacionado con la gestión de inventarios, específicamente en la precisión de los informes FEFO (First Expired, First Out). El problema se define como una falta de precisión en los informes FEFO, que son fundamentales para la gestión de inventarios. Errores en las fechas de vencimiento, cantidad y formato de productos generan inconsistencias, afectando la eficiencia operativa y potencialmente resultando en pérdidas económicas.

Con un promedio de errores en la categoría de cervezas del 27%, se identificó la necesidad de mejorar la eficiencia y precisión en este proceso crítico. Este problema se traduce en merma de productos y la necesidad de abordarlo de manera efectiva.

Para abordar esta problemática, se establecieron objetivos claros. El objetivo principal era reducir los errores en los informes FEFO, apuntando a un porcentaje de error del 15%. Además, se buscaba establecer un sistema de retroalimentación continua, alcanzando un 100% de participación en un periodo de dos meses. Otro objetivo crucial consistía en aumentar la precisión en las fechas de vencimiento en un 10% para diciembre de 2023.

La solución propuesta para mejorar la gestión de inventarios fue la implementación de un sistema centralizado en la nube. Este enfoque buscaba estandarizar los formatos, mejorar la visibilidad y agilizar el proceso de toma de inventarios. La inclusión de tarjetas de información en los pallets complementaría esta solución, asegurando una gestión más eficiente y precisa.

La implementación exitosa del sistema centralizado en la nube marcó un hito importante para Coca-Cola Andina. A pesar de desafíos logísticos imprevistos, como sindicatos y feriados, el compromiso de la empresa con la adaptabilidad fue evidente. Este proyecto logró el objetivo principal reduciendo el porcentaje de error a 15,73%.

En el aspecto económico, se realizó un análisis del impacto financiero antes y después de la implementación. La inversión inicial en un ingeniero y los costos asociados se vieron compensados por una reducción sustancial en posibles pérdidas. La reducción de posibles pérdidas alcanza aproximadamente 20 millones. El flujo de caja, el VAN y el CAUE demostraron la efectividad económica de la solución implementada.

El aporte del estudiante en este proceso fue crucial. Desde liderar equipos hasta aplicar conocimientos de gestión de operaciones y evaluación de proyectos, su capacidad para gestionar el cambio y proporcionar soluciones innovadoras dejó una impresión duradera. Este proyecto no solo representa una mejora operativa, sino también un testimonio del valor que la colaboración efectiva, el liderazgo sólido y la innovación estratégica pueden aportar a una empresa de renombre como Coca-Cola Andina.

Abstract

Coca-Cola Andina, one of the most prominent bottlers in the Coca-Cola system in Latin America, has played a crucial role in the beverage industry since its foundation in 1946 in Chile. With operations in various countries in the region, the company has established itself as a key player in the production, distribution, and marketing of Coca-Cola beverages, also encompassing other renowned brands. Its extensive market presence and commitment to quality have made it a benchmark with over 17,000 employees and a reach to a population of approximately fifty-four million inhabitants.

In this context, a significant challenge arises for Coca-Cola Andina related to inventory management, specifically in the accuracy of First Expired, First Out (FEFO) reports. The problem is defined as a lack of precision in FEFO reports, which are crucial for inventory management. Errors in expiration dates, product location, and format create inconsistencies in decision-making, affecting operational efficiency and potentially resulting in economic losses.

With an average error rate of 27% in the beer category, there was a recognized need to improve efficiency and accuracy in this critical process. This problem translates into potential losses, necessitating an effective solution.

To address this issue, clear objectives were established. The main goal was to reduce errors in FEFO reports, aiming for an error rate of 15%. Additionally, there was a goal to establish a continuous feedback system, achieving 100% participation within a two-month period. Another crucial objective was to increase accuracy in expiration dates by 10% by December 2023.

The proposed solution to enhance inventory management was the implementation of a centralized cloud-based system. This approach aimed to standardize formats, improve visibility, and streamline the inventory-taking process. The inclusion of information cards on pallets would complement this solution, ensuring more efficient and precise management.

The successful implementation of the centralized cloud system marked a significant milestone for Coca-Cola Andina. Despite unforeseen logistical challenges such as unions and holidays, the company's commitment to adaptability was evident. This project achieved the primary goal, reducing the error rate to approximately 15.73%.

In terms of economic impact, a financial analysis was conducted before and after implementation. The initial investment in an engineer and associated costs were offset by a substantial reduction in potential losses, reaching approximately twenty million. Cash flow, NPV, and CAUE demonstrated the economic effectiveness of the implemented solution.

The student's contribution to this process was crucial. From leading teams to applying operations management knowledge and project evaluation, their ability to manage change and provide innovative solutions left a lasting impression. This project not only represents operational improvement but also serves as a testament to the value that effective collaboration, strong leadership, and strategic innovation can bring to a renowned company like Coca-Cola Andina.

Índice

1.	Introducción.....	6
1.1.	Contexto de la empresa.....	6
1.2.	Contexto del problema.....	6
2.	Problema.....	10
2.1.	Definición del problema.....	10
2.2.	Métrica Principal.....	12
2.3.	Proceso.....	13
3.	Objetivos.....	14
3.1.	Objetivo General.....	14
3.2.	Objetivos Específicos.....	15
4.	Análisis de Causas.....	15
4.1.	Definición de Causas.....	16
4.1.1.	Errores Humanos.....	16
4.1.2.	Presión por el tiempo.....	16
4.1.3.	Cambio en el Portafolio de Productos.....	17
4.1.4.	Tecnología Obsoleta.....	17
4.2.	Análisis.....	18
5.	Literatura.....	21
5.1.	Estado del Arte.....	22
6.	Solución.....	23
7.	Metodología.....	26
7.1.	Mejorar.....	27
7.2.	Controlar.....	28
8.	Implementación.....	30
9.	Resultados.....	32
9.1.	Métrica Principal.....	32
9.2.	Métricas Secundarias.....	34
9.3.	Impacto Económico.....	35
9.4.	Impacto Servicio.....	36
10.	Conclusiones.....	37
11.	Referencias.....	39
12.	Anexos.....	40
12.1.	Anexo A: Organigrama área de existencias.....	40
12.2.	Anexo B: Código Prueba Shapiro-Wilk.....	41

12.3.	Anexo C: Código Prueba t-Student.....	41
12.4.	Anexo D: Resultados Porcentaje de Error FEFO	41

1. Introducción

1.1. Contexto de la empresa

El autor de este informe desarrolló su pasantía en la empresa Coca-Cola Andina, específicamente bajo la gerencia de operaciones. Su labor se centró en el área de existencias a nivel nacional, donde trabajó bajo la supervisión del jefe nacional de existencias de Coca-Cola Andina, Eduardo González.¹ En esta área de la empresa trabajan 52 personas a nivel nacional, ya sea como jefes de existencias, analistas de existencias o inventariadores.

Coca-Cola Andina, fundada en 1946 en Chile, se ha consolidado como una de las embotelladoras más grandes y relevantes del sistema Coca-Cola en América Latina. Con operaciones en varios países de la región, incluyendo Chile, Argentina, Paraguay y Brasil, la empresa se dedica principalmente a la producción, distribución y comercialización de bebidas de la marca Coca-Cola, así como de otras marcas pertenecientes al portafolio de The Coca-Cola Company. Su compromiso con la calidad y su extensa presencia en el mercado la han convertido en un actor clave en la industria de bebidas.

Coca-Cola Andina es un importante empleador en la región, con más de 17 mil colaboradores, y atiende territorios que suman alrededor de 54 millones de habitantes. Con cuatro plantas de producción a nivel nacional ubicadas estratégicamente en Antofagasta, Coquimbo, Renca y Punta Arenas, y una red de 17 centros de distribución que abarcan todo el país, la empresa se ha establecido como una fuerza dominante en la logística y distribución de productos de consumo masivo.

Además de su enfoque en productos de Coca-Cola, Coca-Cola Andina ha diversificado sus operaciones mediante acuerdos de distribución con marcas destacadas como Diageo, AB InBev, Capel, Viña Santa Rita, Vital, Vital Jugos, ECSA, entre otros. Esto ha permitido a la empresa expandir su presencia en diferentes segmentos del mercado, consolidando su posición con aproximadamente un 65% de participación en el mercado de las gaseosas y un 40% en el mercado de los jugos y aguas.

1.2. Contexto del problema

Coca-Cola Andina gestiona diversos tipos de productos en sus centros de distribución, abarcando categorías como bebidas gaseosas (SSD), aguas, jugos, cervezas, vinos, energéticos, isotónicos, licores, entre otros. A continuación, se puede observar las

¹ Detalles en Anexo A: Organigrama área de existencias

cantidades almacenadas por categoría durante el periodo comprendido entre noviembre de 2022 hasta agosto de 2023.

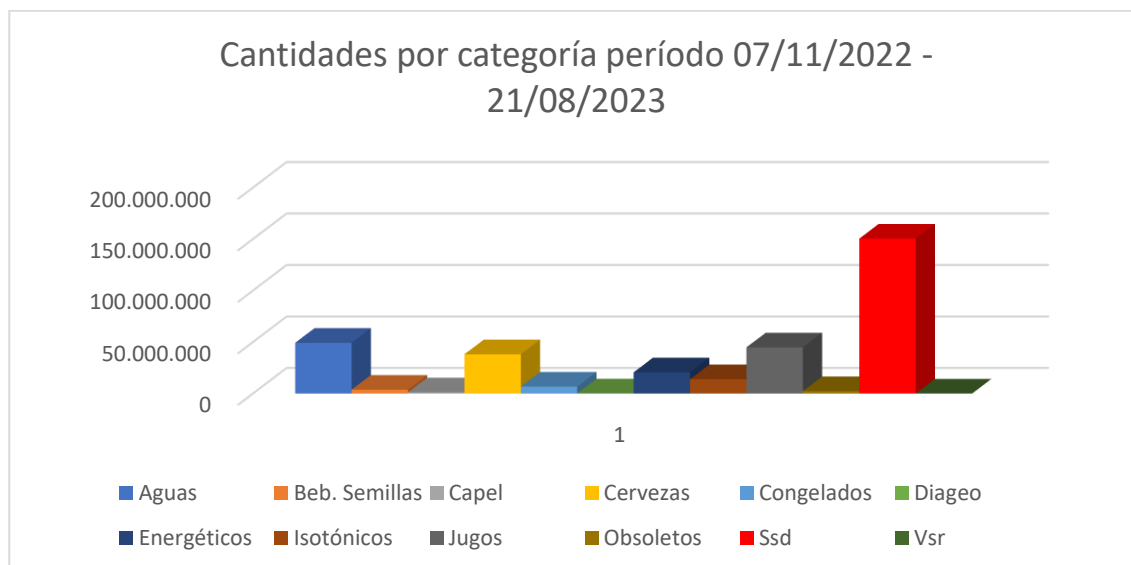


Gráfico 1: Cantidades de productos por categoría en el período de noviembre de 2022 a agosto de 2023.

Autor: Elaboración Propia

Durante este periodo se almacenaron aproximadamente 330 millones de cajas de productos en estas diversas categorías. Se destaca principalmente el volumen de cajas que tiene la categoría SSD o bebidas gaseosas, con un 45% aproximadamente del total, esto debido a que es la principal categoría de la empresa ya que es la que se produce por medios propios. En el caso de aguas que es la segunda categoría con mayor volumen, con un 15% aproximadamente del total, y se compone de productos de elaboración propia de Coca-Cola Andina y de acuerdos con Vital. Las siguientes categorías con mayor cantidad son la de cervezas con un 11,5% del total, estos son productos que provienen de la cervecería ABInBev y la categoría de jugos que provienen de Vital Jugo con un 14,5% del total registrado.

Para la gestión de los productos almacenados en todos los centros de distribución, en Coca-Cola Andina se utilizan los informes FEFO semanales. En estos informes cada día de la semana se revisa una categoría distinta de productos. Durante esta revisión se recopila la información de los skus almacenados, la cantidad y las fechas de elaboración y vencimiento. Sin embargo, los informes generados por cada centro de distribución presentan una variabilidad en la precisión de los datos, incluyendo errores en fechas de vencimiento, de elaboración, cantidades y referencias de productos. Estas imprecisiones y errores en los informes hacen que los productos no se puedan sacar a la venta ni donar

ya que pasó la fecha de vencimiento o que el partner estratégico no asuma ese producto vencido y como Coca-Cola Andina se tiene que asumir y por lo tanto mermarlo.

Es por esto por lo que se revisó el valor de las categorías para la empresa, el cual está representado en el siguiente gráfico.

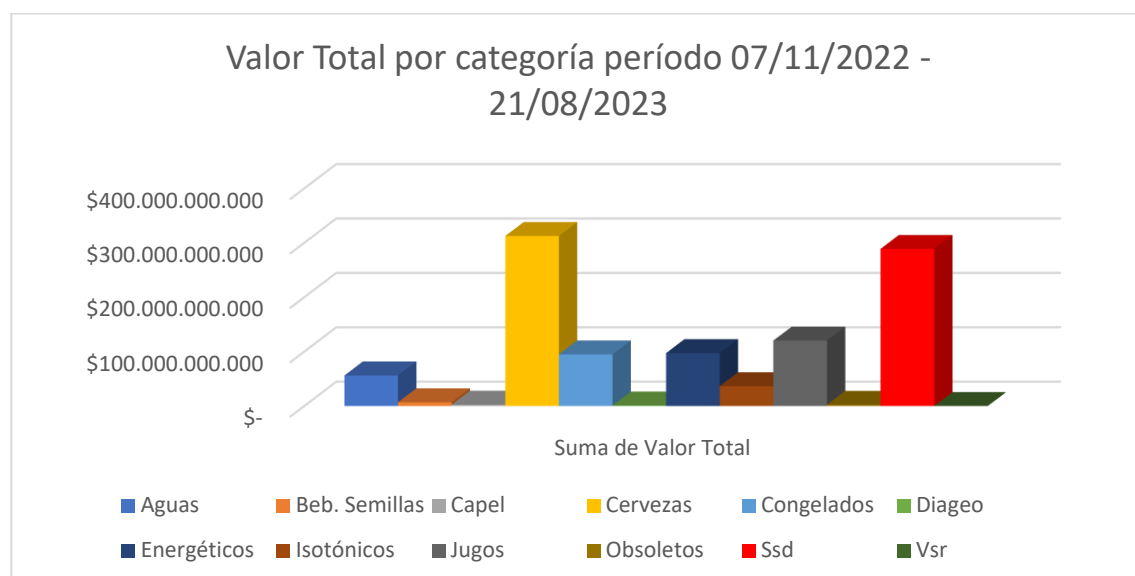


Gráfico 2: Valor total en pesos chilenos de cada categoría en el período de noviembre de 2022 a agosto de 2023

Autor: Elaboración propia.

En este gráfico la categoría de cervezas es la que mayor valor monetario tiene, con un valor aproximado de \$300.000.000.000, lo que equivale a un tercio del total de lo almacenado en ese periodo. Para poder comparar y saber que categoría es más valiosa se decidió calcular el precio promedio de la categoría, dividiendo el valor total con la cantidad total de ese periodo. Las dos categorías con mayor precio promedio son congelados y cervezas, con \$14.083 y \$8.202 respectivamente.

Para poder enfocar el proyecto se analizó cuánto era el porcentaje por categoría de la merma que tiene Coca-Cola Andina, según su cantidad mermada y el valor monetario que tiene esa pérdida para la empresa.

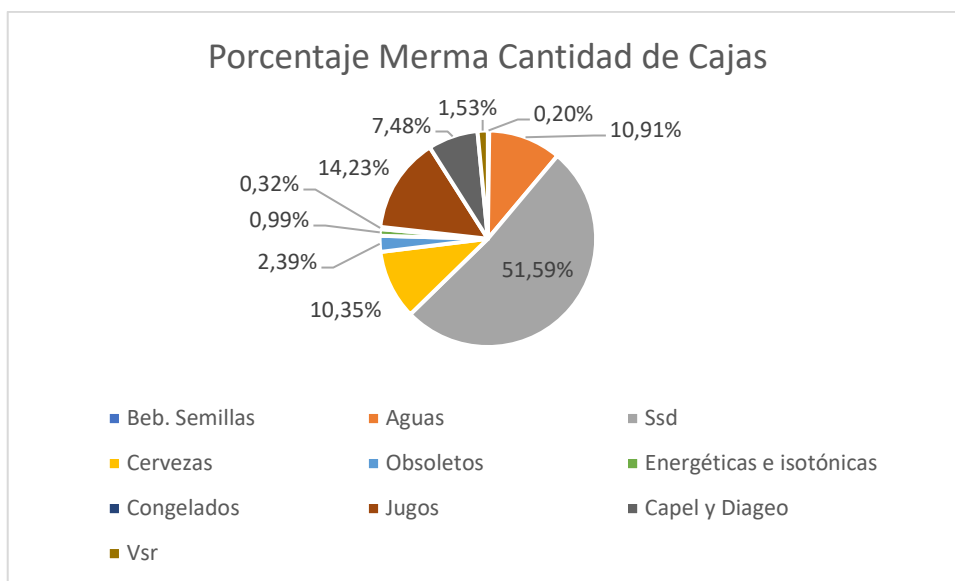


Gráfico 3: Porcentaje mermado comparado por cantidad según categoría.

Autor: Elaboración propia.

En este gráfico se observa que la cantidad de cajas que más se merman son de la categoría Ssd, o bebidas gaseosas, esto debido a que es la mayor producción que tiene la empresa. Pero esto no quiere decir que es la que genere mayores pérdidas a la empresa. A continuación, veremos esta misma comparación de la merma, pero según el porcentaje que representa cada categoría en el valor monetario de la merma.

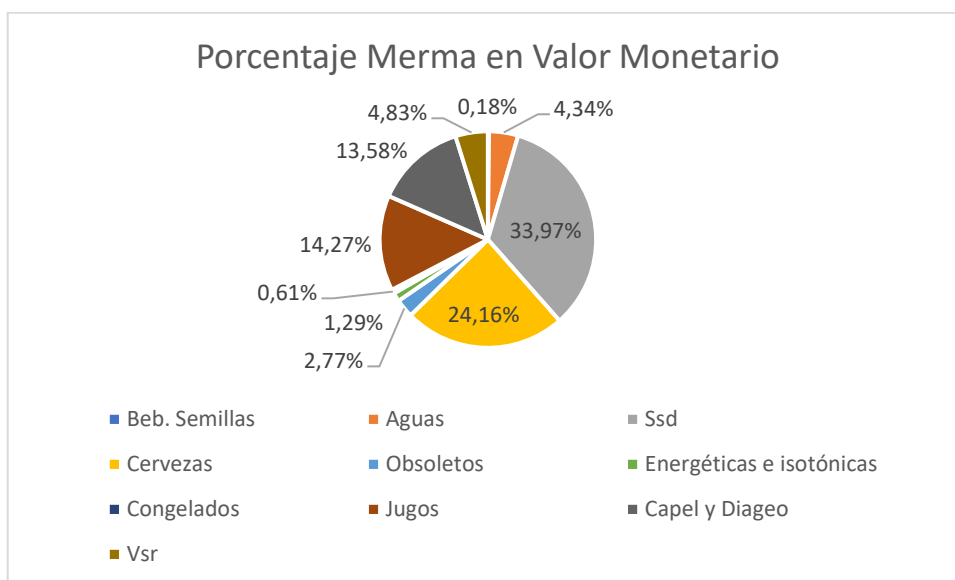


Gráfico 4: Porcentaje mermado comparado por valor monetario según categoría.

Autor: Elaboración propia.

En este gráfico podemos observar que tal como se tenía pensado la categoría Ssd es la que mayor valor compone la merma, pero cabe destacar la categoría de cervezas, ya

que en cantidad no representan una suma significativa, pero si lo llevamos a valor monetario esta categoría es una de las dos más importantes a la hora de mermar productos por errores en la toma de FEFO.

Ya con el análisis de todas las categorías, podemos decir que las principales son Ssd, Cervezas y Congelados. La categoría de congelados no la tomaremos en cuenta para este proyecto ya que al tener tanta vida útil los productos, aunque haya un error no se ve directamente atacada la merma, por lo que no influye a corto plazo. Entre las categorías Ssd y cervezas se decidió abarcar la segunda categoría debido a que el universo de productos es más pequeño e impacta casi de la misma manera que la otra categoría en la merma, por lo que se considera más importante. Además de que con la categoría de las cervezas hay una dependencia de un socio estratégico, ABInBev, por lo que aparte de influir en pérdidas para Coca-Cola se genera una mala relación con ellos.

Es por esto por lo que en este proyecto se abarcó los informes FEFO de la categoría de cervezas, en todos los CD a lo largo de todo el país.

2. Problema

2.1. Definición del problema

Coca-Cola Andina enfrentaba un problema crítico relacionado con la precisión de sus informes FEFO generados semanalmente. Estos informes se generan una vez a la semana para la categoría de cervezas, donde existe información precisa de los errores desde mayo de 2023, es decir, 16 informes entre mayo y agosto, que fue el periodo donde se midió el problema. En estos informes se procesa un volumen entre 100 y 200 skus distintos por cada informe y una cantidad de aproximadamente 1 millón de cajas.

Estos informes son fundamentales para la gestión del inventario, ya que semana a semana se puede revisar si existe una inconsistencia con respecto a la semana anterior. Estas inconsistencias pueden ser correctas o incorrectas. Las inconsistencias correctas son aquellas que si son negativas es por salida por venta o por traslado a otro CD, mientras que si son positiva es debido a reempaque o proveniente de otro centro. Mientras que si hay una inconsistencia incorrecta es debido a un error en aspectos como cantidad de producto, fecha de vencimiento o código SKU. Estas inconsistencias se revisan según el estado del producto por la fecha de vencimiento.

Para los productos de ABInBev, los criterios son los siguientes:

-Vencido: Vida útil restante es menor a 0 días desde que se tomó el FEFO.

- Crítico: Vida útil restante mayor a 0 días y menor a 60 días desde que se tomó el FEFO.
- Alerta: Vida útil restante mayor a 60 días y menor a 90 días desde que se tomó el FEFO.
- Normal: Vida útil restante mayor a 90 días desde que se tomó el FEFO.

Es por esto por lo que en el periodo observado entre mayo y agosto la tasa de errores en estos informes incrementó aproximadamente un 8%. Esto se traduce en que, alrededor del 27% de las inconsistencias detectadas en los informes resultan ser incorrectas, es decir, contienen errores. Esta información recopilada proviene de los informes entregados por todos los centros de distribución.

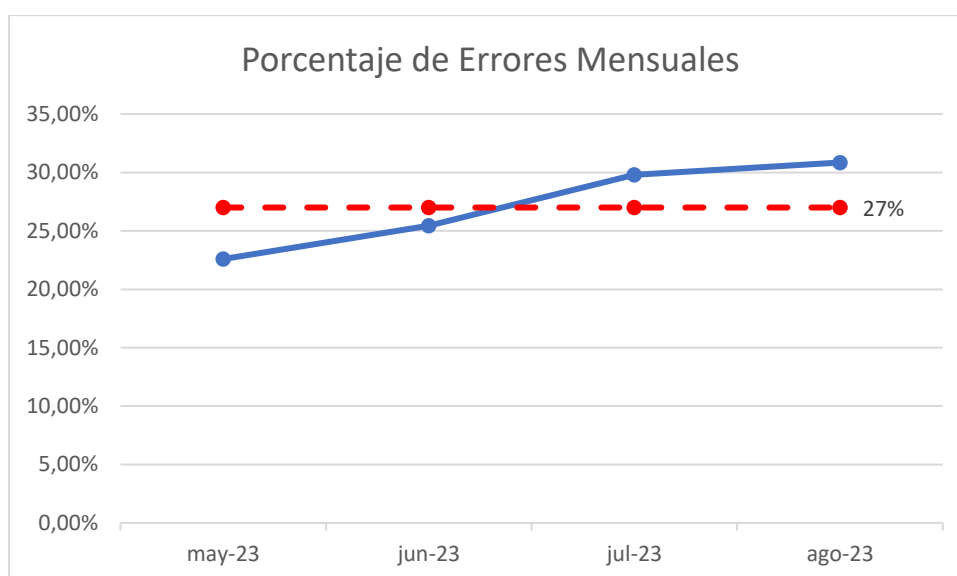


Gráfico 5: Porcentaje de Errores Mensuales en el Período mayo 2023 – agosto 2023.

Autor: Elaboración Propia.

Para poder utilizar el promedio como se observa en el gráfico se validó mediante la prueba de Shapiro-Wilk la normalidad de los datos, esto mediante código de Python.²

H_0 : Los datos siguen una distribución normal

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal

El valor p obtenido fue 0,91, que es mayor que el nivel de significancia de 0,05. Dado esto, no se rechaza la hipótesis nula, por lo que según esta prueba los datos se ajustan a una distribución normal y, por lo tanto, es razonable utilizar el promedio como representación.

² Detalles en Anexo B: Código Prueba Shapiro-Wilk

El impacto económico generado por este problema es sustancial. Evaluamos este impacto a través de lo mermado por vencimiento asociado a los errores en los informes FEFO. Este impacto se calculó distinto para cada CD ya que hay productos que tienen que ser acarreados hacia ese centro de distribución desde la planta de producción. La fórmula para calcular este impacto es la siguiente:

$$\text{Merma Vencido: } \sum_j^m \sum_{i=0}^n x_{ij} \cdot c_{ij} \cdot y_{i,j}$$

Donde x_{ij} representa la cantidad del SKU i en el CD j , c_{ij} representa el costo que tiene el SKU i para el CD j , y la variable $y_{i,j}$ representa si ese SKU i está vencido en el CD j . En el caso de n representa el total de SKU que se manejan y m el total de CD que existen en Coca-Cola Andina.

Es por esto por lo que debido al 27% de errores en informes FEFO se estimó una merma producto de vencidos de \$45.856.712. Estos errores que provocan esta merma son debido a fechas de vencimiento mal ingresadas, error en códigos de productos y errores en cantidades declaradas, lo que representa una carga económica para la empresa.

2.2. Métrica Principal

La métrica primaria seleccionada para evaluar el éxito del proyecto se enfoca en el porcentaje de error en las inconsistencias de productos de la categoría de cervezas que presentan una vida útil restante inferior a 90 días en los informes FEFO. Esta métrica es fundamental para cuantificar la proporción de productos que están incorrectamente informados o mal clasificados en las categorías de vencidos, críticos o alerta en comparación con el total de productos informados en dichas categorías.

La fórmula para calcular esta métrica es la siguiente:

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{\text{Número de productos con error}}{\text{Total de productos informados}} * 100$$

Este indicador es esencial ya que refleja la precisión de los informes FEFO en relación con los productos de la categoría de cervezas que requieren una atención especial debido a su vida útil restante y a su valor que tiene para la empresa. En otras palabras, nos proporciona una medida clara de qué tan exactos y fiables son estos informes en la identificación y gestión de productos críticos en términos de caducidad. Un porcentaje de error bajo indica una gestión efectiva de estos productos, mientras que un porcentaje

más alto podría indicar la necesidad de mejoras en el proceso de seguimiento y clasificación de productos en el sistema FEFO.

2.3. Proceso

Para poder abordar el problema de los errores en los informes FEFO es esencial tener en cuenta el proceso que se lleva a cabo diariamente a lo largo de la semana. Desde que comienza el día hasta que se envía la información al área correspondiente.

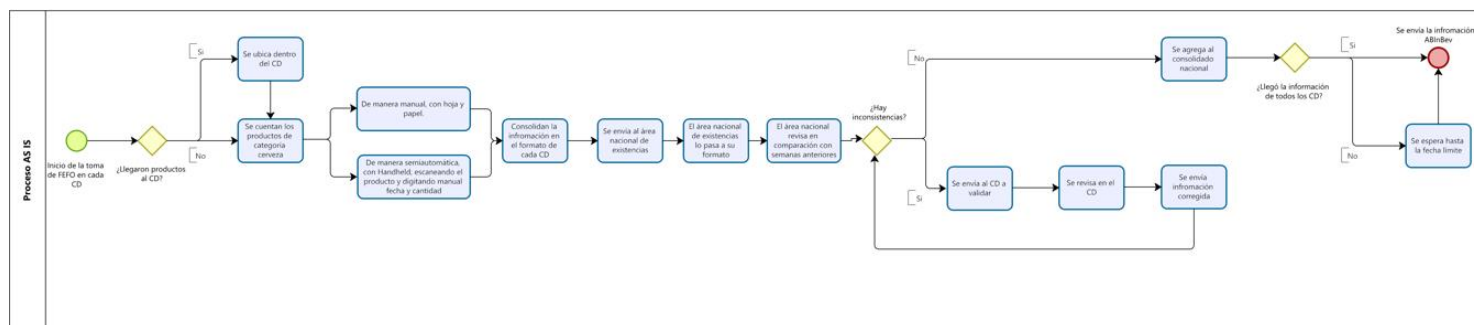


Diagrama 1: Mapa de Proceso AS IS de Toma de FEFO.

Autor: Elaboración Propia

El proceso de toma de informes FEFO se desarrolla a lo largo de los siete días de la semana y se inicia con la recepción de nuevos productos en el centro de distribución (CD). En este punto, se lleva a cabo una segmentación minuciosa de los productos en función de su fecha de vencimiento y su tasa de rotación, asegurando que los productos más cercanos a su fecha de vencimiento sean los primeros en ser distribuidos.

A continuación, se procede al conteo de productos, que puede realizarse de forma manual o semiautomática, dependiendo de las especificaciones de cada CD. Una vez completado el conteo, cada centro local consolida la información y la envía al área nacional de existencias, donde se somete a una revisión minuciosa para verificar su concordancia con los registros sistémicos. Cualquier discrepancia encontrada da lugar a una etapa de validación.

La validación implica una revisión en terreno para determinar la precisión de los datos informados. Si se identifica algún error, se corrige y se agrega al informe consolidado nacional. Por otro lado, si los datos coinciden con los registros sistémicos y no se detectan errores, se procede a revisar las órdenes de despacho. Cualquier

desviación con respecto a estas órdenes se registra como un riesgo y se remite al área correspondiente para su gestión.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Se ha definido el siguiente objetivo general para este proyecto:

“Reducir el porcentaje mensual de errores en la categoría cervezas, que poseen menos de 90 días de vida útil, de un 27% a un 15% hasta diciembre de 2023.”

La importancia de alcanzar este objetivo radica en la reducción de la merma asociada a vencidos producto de los errores en informes FEFO. La variabilidad en las cantidades de productos aumenta este riesgo, lo que se traduce en pérdidas económicas. Con la implementación de este proyecto, se anticipa una disminución de la merma producto de vencidos por errores aproximadamente a \$25.475.000. Esta anticipación de la merma se calcula mediante el total de merma y cuanto es el porcentaje mermado producto de errores.

$$\text{Merma por errores} = \frac{\text{Merma Total} * \text{Porcentaje de merma por errores}}{100}$$

Este logro representaría una reducción significativa de la merma. Además, mejorar la precisión en la gestión de inventario contribuirá a un flujo de trabajo más eficiente y a una toma de decisiones más informada, lo que se traducirá en una operación más efectiva y rentable.

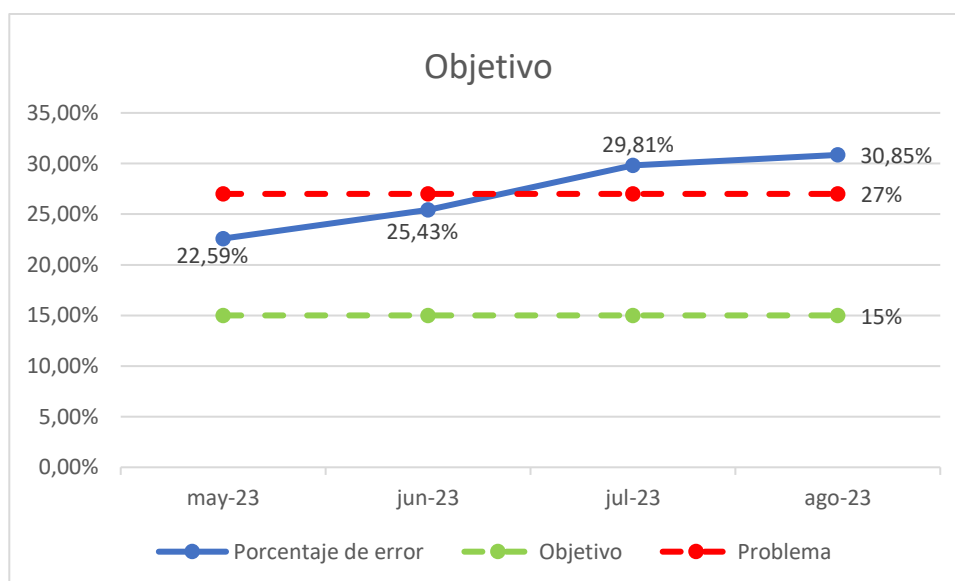


Gráfico 6: Gráfico evolutivo del problema evidenciando el objetivo y la brecha.

Autor: Elaboración Propia.

3.2. Objetivos Específicos

A partir del objetivo general, se han detallado 2 objetivos específicos:

- Establecer un sistema de retroalimentación continua para el personal que genera los informes FEFO. Este objetivo será medible con las retroalimentaciones entregadas en comparación con el total de informes FEFO generados. El objetivo es llegar a 100% de retroalimentaciones en un período de 2 meses.

$$\text{Porcentaje de retroalimentación} = \frac{\text{Número de retroalimentaciones registradas}}{\text{Número de informes FEFO generados}} * 100$$

- Aumentar la precisión con respecto a las fechas de vencimiento en un 10% para diciembre de 2023. Este objetivo será medible mediante la comparación entre el total de fechas de vencimiento informadas y las que contienen errores.

$$\text{Porcentaje de precision fecha de vencimiento} = \frac{\text{Número de productos sin error}}{\text{Total de productos informados}} * 100$$

4. Análisis de Causas

El problema de la precisión en los informes FEFO de Coca Cola Andina es el resultado de diversas causas que lo provocan. En este contexto, se utilizó el “diagrama de los 5 porqués”, el cual guió a través de un proceso de descubrimiento la exploración de las distintas causas y sus conexiones. Estas causas pueden agruparse en 4 categorías generales. A su vez, cada una de estas categorías generales se desglosa en diversas causas raíz que explican con mayor detalle la naturaleza y el origen de este problema.



Diagrama 2: Diagrama 5 por qué de errores en los informes FEFO de cervezas.**Autor: Elaboración Propia**

En este diagrama podemos observar que los errores en los informes FEFO se deben a ciertas causas raíz, como la diferencia de formatos, la ubicación de las cajas en diferentes sectores del CD, la poca o nula información que hay en los pallets, el proceso de toma de feo es muy lento, nuevos productos y formatos distintos y la diferencia de tecnología en los centros de distribución.

4.1. Definición de Causas**4.1.1. Errores Humanos**

La causa de los errores humanos se puede atribuir a dos factores principales: la mala digitación y comunicación. La mala digitación, a su vez, puede manifestarse en dos aspectos críticos: la cantidad y la fecha.

En lo que respecta a las cantidades, los errores pueden surgir debido a diversas circunstancias. Algunas cantidades de productos se encuentran en lugares menos visibles o dispersos en diferentes áreas del centro de distribución (CD), lo que dificulta su identificación. Asimismo, en ocasiones, la información sobre las cantidades puede estar oculta entre el inventario del CD.

En el caso de las fechas, los errores pueden originarse porque algunos pallets de productos carecen de información clara o destacada sobre las fechas de vencimiento o elaboración.

Además, ocasionalmente, la persona encargada de registrar estos datos puede cometer errores de digitación simples.

Por otro lado, la mala comunicación tiene su raíz en la diversidad de formatos que emplean los distintos CD. Cada centro de distribución adopta un formato que considera más adecuado para su operación específica, lo que puede dar lugar a malentendidos y discrepancias en la comunicación de datos entre los CD. Esta falta de estandarización dificulta la coherencia y precisión en los informes FEFO y contribuye a la aparición de errores.

4.1.2. Presión por el tiempo

La presión por el tiempo experimentada en la entrega de información FEFO surge de un constante desafío en la gestión de los plazos, siendo acentuada por demoras particulares en la fase de validación del proceso. En determinadas circunstancias, este procedimiento puede extenderse más allá de las

expectativas, generando complicaciones en la consecución de los plazos establecidos y propiciando la aparición de errores en la información proporcionada.

La complejidad se intensifica durante la etapa de validación, una fase crítica que garantiza la precisión y calidad de la información FEFO. Las demoras en este segmento específico del proceso no solo dificultan cumplir con los plazos previamente definidos, sino que también introducen un grado de incertidumbre considerable. La falta de respuestas oportunas en esta fase puede tener un impacto directo en la calidad general del proceso, generando presión adicional por la urgencia de cumplir con los plazos establecidos.

4.1.3. Cambio en el Portafolio de Productos

El cambio constante en el portafolio de productos también contribuye significativamente a los errores en los informes FEFO. Esta causa se relaciona con dos factores fundamentales que impactan en la precisión de los informes:

En primer lugar, la introducción regular de nuevos productos, impulsada por consideraciones estacionales o pruebas de mercado, resulta en la creación de nuevos códigos de productos. Esta constante innovación puede generar confusión entre los trabajadores encargados de la toma de datos, ya que deben identificar y registrar correctamente estos nuevos productos en los informes.

Además, la diversidad de formatos en que se presentan los productos agrega una capa adicional de complejidad. Los productos a menudo se ofrecen en múltiples formatos, y los trabajadores pueden cometer errores al estimar las cantidades de cajas correspondientes a cada uno de estos formatos. Esta variabilidad en los formatos de los productos aumenta las posibilidades de inexactitudes en los informes FEFO y, en última instancia, afecta la calidad de los datos registrados.

4.1.4. Tecnología Obsoleta

La tecnología obsoleta se presenta como una de las causas subyacentes en este problema. En los diferentes centros de distribución, se emplean diversos enfoques tecnológicos para generar los informes FEFO, y estos métodos pueden variar ampliamente:

Por un lado, algunos centros optan por realizar este proceso de manera completamente manual. En esta modalidad, se utilizan hojas de papel y lápiz para registrar minuciosamente los productos, sus cantidades y las fechas relevantes. Este enfoque, aunque tradicional, puede resultar en un proceso más propenso a errores humanos y más lento en comparación con las alternativas tecnológicas más avanzadas.

Por otro lado, otros centros de distribución emplean un enfoque semiautomático. Aquí, se escanean los códigos de barras de los productos, lo que agiliza la identificación de los elementos en el inventario. Sin embargo, las fechas de vencimiento o elaboración y las cantidades asociadas aún se ingresan manualmente. A pesar de ser más eficiente que la entrada manual completa, este método todavía puede presentar desafíos en términos de precisión y velocidad en comparación con las tecnologías más modernas.

4.2. Análisis

Estas causas se identificaron tras un minucioso análisis de cada error reportado en el sistema FEFO. Se llevó a cabo un exhaustivo estudio de los informes y registros para determinar las razones subyacentes que contribuyen a la imprecisión en los informes FEFO.

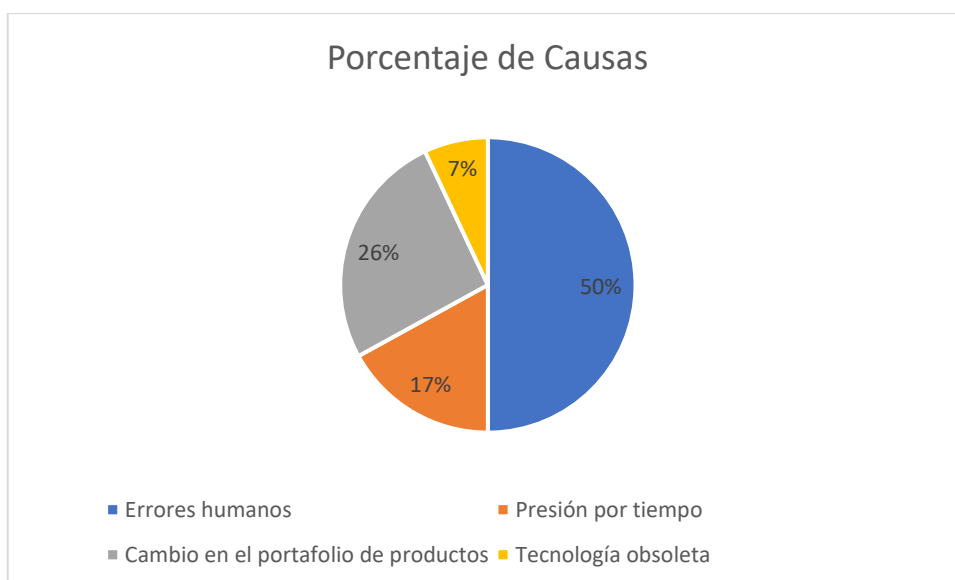


Gráfico 7: Causas de los errores en informe FEFO de cervezas.

Autor: Elaboración Propia

En este gráfico circular se pueden ver las 4 causas generales que provocan los errores, en donde los errores humanos ocurren con un 50% de frecuencia, la presión por

tiempo un 17% de frecuencia, cambio en el portafolio de productos 26% de ocurrencia y tecnología obsoleta 7% de ocurrencia.

Basado en el análisis de las causas raíz, en la categoría de errores humanos, se determinó que abordar el problema de la diferencia de ubicaciones representa un 23% del total de las causas identificadas. Además, se estableció que el 14% de las causas está relacionado con el formato en el que los informes llegan a la jefatura nacional de existencias, mientras que el 13% de las causas se atribuyen al hecho de que los pallets con productos llegan al centro de distribución con poca información o sin ninguna.

En el caso del cambio del portafolio de productos el 17% se debe al formato en el que vienen los productos, es decir, el error está en el SKU del producto declarado, mientras que el 9% corresponde a errores por productos nuevos que los inventariadores no lo reconocen y no saben bien el SKU.

Para priorizar las áreas de enfoque, se realizó una evaluación cuantitativa de las causas raíz específicas y se determinó que las siguientes tres serían abordadas en este proyecto:

-Retrasos en el proceso de validación: Para validar esta causa se revisó los informes FEFO, en donde se analizó el porcentaje de información que venía con error y también el tiempo que demoró el proceso semana a semana, esto para comprender la relación entre estas dos variables. Para esto lo primero que se realizó fue un gráfico de dispersión para visualizar la relación entre estas variables.

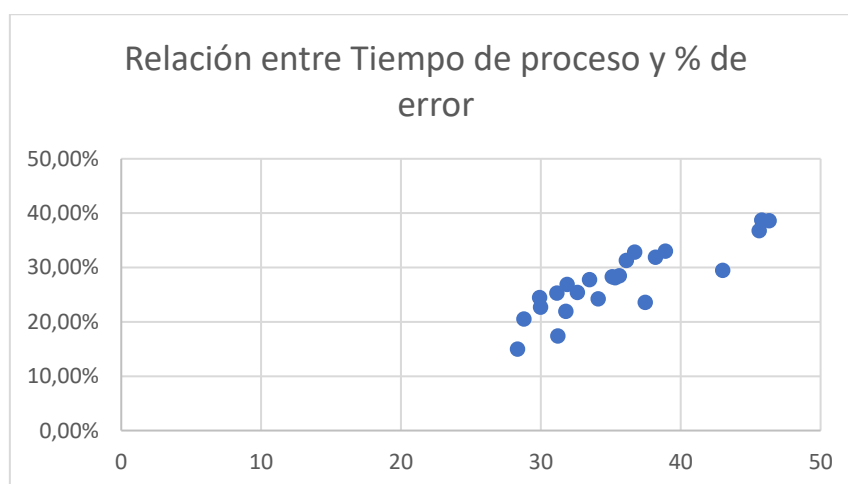


Gráfico 8: Relación entre el tiempo de proceso de toma de FEFO y porcentaje de error en la información.

Autor: Elaboración Propia.

Con este gráfico de dispersión se puede ver claramente una tendencia positiva entre el tiempo de proceso y el porcentaje de error. Los puntos en el gráfico tienden a alinearse en una dirección ascendente, lo que indica una relación positiva entre estas dos variables. Además, la tendencia positiva se observa con una fuerza, ya que los puntos tienden a estar relativamente cercanos a una línea inclinada hacia arriba.

Además del análisis visual con el gráfico de dispersión, se aplicó la fórmula de correlación para determinar la fuerza y la dirección de la relación de forma numérica entre estas variables. La fórmula que se utilizó es la del coeficiente de correlación de Pearson, que se representa de la siguiente manera:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

Donde:

- r representa al coeficiente de relación de Pearson.
- n representa el número de observaciones.
- X representa el tiempo del proceso.
- Y representa el porcentaje de error.

Al utilizar la información que se tenía debido al paso de medir, se obtiene que el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables tiempo del proceso de toma de FEFO y porcentaje de error es de 0,8725. Esto quiere decir que existe una fuerte correlación positiva. El valor cercano a 1 confirma que los cambios en una variable se asocian directamente con cambios en la otra variable de manera predecible.

Esta relación se debe a que mientras más se demora el proceso hay más errores, esto debido a que no se alcanza a validar la información completa, por lo que se envía errónea.

-Insuficiente información en pallets: Para poder validar esta causa se tomó un muestreo aleatorio de 500 pallets, elegidos de manera aleatoria con el objetivo de tener una representación significativa de todo el país.

Los resultados de este muestreo indicaron que entre el 10% y el 15% de los pallets examinados venían con insuficiente información, es decir, fechas no legibles, fecha de elaboración, pero no de vencimiento, sin el código del producto, o definitivamente sin información.

-Diferencia de formatos: Del total de errores en informes, el 14% corresponde a diferencia de formatos. Esto se validó con un seguimiento de todos los errores que habían llegado en el periodo entre mayo y agosto de 2023. De estos errores se veía cuales eran debido al traspaso de formato del proveniente del CD al de la jefatura nacional de existencia. Esto quiere decir que, en promedio, de 43 errores que se declararon mensualmente, 7 de ellos se debía a que provenían de un formato diferente, y a la hora de pasarlo al estándar que necesitaba ABInBev se generaba un error.

Ya con las 3 causas seleccionadas podemos ver cuanto participa cada una para poder reducir la brecha entre el problema y el objetivo que es de un 12%. El caso de la diferencia de formatos participa en un 31,8%, la información en los pallets en un 29,6% y el retraso en el tiempo de validación un 38,6%. Sumando estas tres causas con lo que valen del total, se reduciría un 44% aproximadamente el problema, llegando al 15% que se tiene como objetivo.

5. Literatura

El control efectivo de inventarios constituye un componente fundamental en el funcionamiento óptimo de cualquier empresa, independientemente de su tamaño o sector industrial. La gestión precisa de los niveles de inventario no solo garantiza una continuidad en las operaciones comerciales, sino que también repercute directamente en la rentabilidad y competitividad de la empresa en un entorno empresarial cada vez más dinámico y competitivo. La literatura especializada ha resaltado consistentemente la importancia de mantener un equilibrio adecuado en los inventarios, evitando así costos innecesarios por exceso de existencias o pérdidas debido a productos obsoletos o deteriorados (Asencio Cristóbal et al., 2017).³

Sin embargo, la gestión de inventarios no está exenta de desafíos, y la precisión en la información de inventarios representa uno de los problemas más comunes y críticos enfrentados por las empresas en la actualidad. La discrepancia en los datos de inventario puede dar lugar a una serie de complicaciones operativas y financieras, que van desde demoras en la entrega de pedidos y compras imprecisas hasta una disminución general en la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. La literatura ha subrayado la importancia de abordar eficazmente estos problemas de precisión en los inventarios, ya que su impacto puede extenderse más allá de la cadena de suministro, afectando directamente la toma de

³ Asencio Cristóbal, L., González Ascencio, E., & Lozano Robles, M. (2017). El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas. *Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 7(13), 123-142. doi:1390-8618

decisiones gerenciales y, en última instancia, la rentabilidad de la empresa (Orlando Espinoza, 2011).⁴

Con el objetivo de comprender a fondo la relevancia del control de inventarios, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de casos reales en los que diversas empresas se enfrentaron a desafíos relacionados con la precisión en la gestión de sus inventarios. A través de estos estudios de caso, se examinaron detalladamente las dificultades experimentadas por estas empresas, tales como discrepancias en los registros de existencias y errores en los informes de inventario

5.1. Estado del Arte

En el contexto de los desafíos actuales que enfrenta Coca-Cola Andina en relación con la precisión de sus inventarios, se han observado casos similares en otras industrias que han implementado soluciones efectivas. Por ejemplo, Quispe y Ruiz (2022)⁵ resolvieron problemas de inexactitudes en los inventarios de un restaurante mediante la automatización de la toma de datos a través de códigos de barras, logrando una reducción del 78% al 26% en los errores.

La implementación de sistemas de gestión de almacenes (WMS) ha demostrado ser también una estrategia efectiva para optimizar la gestión de inventarios. Para Ramaa, Subramanya y Rangaswamy (2012)⁶ definen el WMS como una aplicación que mejora la eficiencia del almacén al dirigir y mantener un inventario preciso, optimizando el stock en tiempo real. Por otro lado, López Medina y Novoa (2014)⁷ describen que el WMS permite llevar a cabo operaciones cruciales como actividades de almacenamiento, recepción de materiales, ubicación en estanterías y preparación de pedidos.

Empresas como Brinsa en Colombia han implementado con éxito el WMS para abordar problemas de precisión en los inventarios, logrando una reducción significativa del 23% al 3% en los errores (ZonaLogística, 2013)⁸. Asimismo, Guallaraucó, asociado con Coca-Cola Andina, logró mantener un nivel de error del 1% en su centro de distribución de Colina durante 2023 mediante el uso de WMS.

⁴ Espinoza, O. (2011). *La administración eficiente de los inventarios*. Madrid: La Enseñada.

⁵ Quispe, R., & Ruiz, N. (2022). *Gestión de almacenes para mejorar la eficiencia del almacén de insumos en una empresa del rubro de restaurantes*.

⁶ Ramaa, A., Subramanya, K., & Rangaswamy, T. (2012). *Impact of warehouse management system in a supply chain*. *International Journal of Computer Applications*, 54.

⁷ López, D., Medina, D., & Novoa, A. (2014). *Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S) en las Empresas Colombianas*. FCE Econografos.

⁸ ZonaLogística. (15 de julio de 2013). *Tecnología WMS aumenta productividad y reduce inventarios en almacén*. Zona logística. Recuperado de <http://www.zonalogistica.com/articulos-6681/articulos-mas-leidos/tecnologia-wms-aumenta-productividad-y-reduce-inventarios-en-almacen/>

Otra solución tecnológica que se ha utilizado para lograr un registro más preciso de inventarios es la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). Esta tecnología se basa en la captura automática de datos a través de etiquetas electrónicas (Montenegro & Marchisín, 2007).⁹ Los drones también han demostrado ser efectivos en la lectura de códigos RFID, un almacén en Honduras implementó este tipo de tecnología para la toma de inventarios reduciendo significativamente los errores en la toma de estos de un 35% al 13%. (Sosa, Reyes, & Perdomo, 2022).¹⁰

6. Solución

Para abordar eficazmente el problema de errores en los informes FEFO se propondrán cuatro soluciones que se centren en atacar las causas seleccionadas anteriormente.

La primera propuesta de solución consiste en la implementación de un sistema de gestión de almacenes (WMS) en todos los centros de distribución de Coca-Cola Andina. El WMS tal como se vio en algunas soluciones en el estado del arte, es una plataforma de software integral diseñada para controlar y supervisar todas las actividades relacionadas con el manejo de inventarios. Este sistema se encarga de hacer más eficiente diversas funciones clave, como la organización óptima de los productos en el centro de distribución y el seguimiento en tiempo real de inventarios. Actualmente Coca-Cola Andina no cuenta con este sistema de gestión de almacenes, sino que solo con la información que se genera a través de inventarios se sube al sistema de información SAP, pero no se tiene la información de ubicaciones de los productos, entre otras cosas.

Con esta propuesta se abordarían las causas seleccionadas. Al unificar los procesos mediante el sistema de gestión de almacenes se lograría una estandarización del formato. También agilizaría los procesos por lo que el tiempo completo del proceso se reduciría.

La segunda propuesta se enfoca en la implementación de un sistema en la nube de Coca-Cola Andina que permita a los CD cargar la información de inventario en un formato unificado. Este sistema en la nube actuaría como un repositorio centralizado donde los datos de inventario de cada centro se consolidan de manera automático en un formato estándar normalizado. Además, se establecen mecanismos de validación de datos automática, para identificar y corregir la información semana a semana. Mediante este enfoque, se lograría una estandarización efectiva de los registros de toma de FEFO en todos los centros de

⁹ Montenegro, G. A. & Marchisín, A. E. (2007). Sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID). Recuperado de https://www.enacom.gob.ar/multimedia/bibliotecas/archivos/biblioteca_16395.pdf

¹⁰ Sosa, R., Reyes, D., & Perdomo, M. E. (2022). Estudio sobre la implementación de drones en el control de inventario para almacenes en empresas en Honduras. LACCEI 2022. Recuperado de https://laccei.org/LACCEI2022-BocaRaton/work_in_progress/WP50.pdf

distribución, lo que facilitaría una comparación y análisis precisos de los datos a lo largo del tiempo.

La implementación de este sistema agilizaría el proceso de consolidación y validación de información, por lo que generaría una reducción en el tiempo del proceso. Además, se acabarían las diferencias entre centros de distribución por el formato en el que se entrega la información.

La tercera propuesta consiste en incluir una etapa al proceso de FEFO. Esta etapa es, que, al recibir un nuevo pallet con productos en los centros de distribución, se incluirá una tarjeta informativa en este. Esta tarjeta contendrá detalles relevantes como el contenido del pallet, la fecha de elaboración y vencimiento de este, la cantidad que viene, y cualquier información necesaria para cada centro de distribución para poder facilitar la identificación y seguimiento preciso para cada lote de productos. Con esta propuesta se aborda la causa de que hay pallets con poca o nula información necesaria.

La cuarta propuesta consiste en aplicar la tecnología de lectura de etiquetas electrónicas a través de RFID en los pallets de productos almacenados en los centros de distribución. Con esto implementar drones que se paseen por el centro identificando las etiquetas de los pallets almacenados. Según el tamaño del centro también estaría la cantidad de drones a utilizar para este proceso.

Para poder tomar una decisión informada acerca de la selección de la solución más adecuada para disminuir los errores en los informes FEFO en los centros de distribución de Coca-Cola Andina, se han definido criterios específicos de evaluación. Estos criterios han sido establecidos para analizar detalladamente la viabilidad, eficacia y pertinencia de cada propuesta en un contexto operativo y logístico de la empresa.

Los criterios para la selección de una solución son los siguientes:

- Facilidad de implementación: Este criterio se refiere a la simplicidad y agilidad con la que se puede llevar a cabo la integración de la solución escogida en los diferentes centros de distribución. Este criterio considera factores como la complejidad de la configuración, la necesidad de capacitación adicional del personal y la integración con sistemas preexistentes.

- Costo de implementación: Se refiere al gasto total que conlleva la adopción e integración de la solución propuesta en la totalidad de los centros de distribución. Este costo abarca tanto como la inversión inicial, como los costos asociados al mantenimiento, soporte técnico y posibles actualizaciones para que la solución perdure en el tiempo.

-Eficiencia en la toma de FEFO: Evalúa la capacidad de la solución para mejorar la precisión y eficiencia en la toma de FEFO. Con esto se refiere a la agilización del proceso y la minimización de errores.

-Capacidad de generar análisis: Este criterio se refiere a la capacidad de la solución propuesta para recopilar y analizar datos de inventario de manera exhaustiva, proporcionando información detallada sobre el rendimiento del inventario, productos vencidos, diferencias de inventario y otros factores. Con este criterio se permite una toma de decisiones fundamentada en base a la información recopilada.

-Personalización para cada CD: Se considera la flexibilidad de la solución propuesta para adaptarse a las necesidades específicas de cada centro de distribución. La personalización implica la capacidad de ajustar la solución de acuerdo con particularidades de cada CD, teniendo en cuenta factores como diversidad de skus, capacidad de almacenamiento, ubicaciones, entre otras cosas.

Para seleccionar la solución se decidió construir una matriz de decisión que asignará un peso específico a cada criterio. También se utiliza una escala de Likert del 1 al 5 para evaluar cada propuesta de solución con respecto a cada criterio, donde 1 se asocia con el rendimiento más bajo y 5 con el más alto. Luego, se realizó una suma ponderada para cada propuesta, lo que propocionó un valor para cada solución.

Propuesta de Solución	Facilidad de implementación (25%)	Costo de implementación (30%)	Eficiencia en la toma de FEFO (30%)	Capacidad de generar análisis (10%)	Personalización para cada CD (5%)	Ponderación Total
Tecnología RFID	2	1	5	3	5	2,85
Sistema WMS	3	2	5	5	4	3,55
Sistema en la nube	5	5	3	4	4	4,25
Tarja en Pallets	5	5	4	1	5	4,3

Tabla 1: Matriz de decisión soluciones propuestas

Autor: Elaboración Propia

La propuesta de “Tecnología RFID” obtiene una ponderación total de 2,85. Si bien muestra una calificación alta en personalización para CD y eficiencia en la toma de fefo, también muestra calificaciones bajas en criterios importantes como el costo y la facilidad de

implementación, esto debido que habría que cambiar y poner este tipo de tecnología nueva en cada uno de los CD a lo largo del país.

La propuesta del “Sistema WSM” obtiene una ponderación total de 3. Aunque se destaca por su buena calificación en la eficiencia de la toma de FEFO y la capacidad de generar análisis, también tiene calificaciones deficientes en criterios importantes como el costo y la facilidad de implementación. Por lo que tiene desventajas en términos financieros y en la simplicidad de la puesta en marcha.

Por otro lado, la propuesta del “Sistema en la nube” alcanza la puntuación de 4,25. Esto se debe a su desempeño en la facilidad y costo de implementación, dos criterios muy importantes para la organización. Aunque su calificación en la eficiencia en la toma de fefo no es del todo alta, su fortaleza en otros criterios sugiere que es la solución más completa y adaptable para abordar el problema de errores en informes FEFO en Coca-Cola Andina.

En general, la propuesta de “Sistema en la nube” y de “Tarja en pallets” parecen ser la más equilibrada y sólida, ya que combina eficiencia, rentabilidad y simplicidad lo que las convierte en las opciones más adecuadas para seguir adelante con el proyecto. Además de que con estas soluciones se abarcan las causas que se decidieron abordar.

7. Metodología

Para abordar de manera efectiva el problema de errores en informes FEFO en los centros de distribución de Coca-Cola Andina se utilizó la fase final del DMAIC de Six Sigma. Según Gustavo López (s.f.)¹¹, autor de “Metodología Six Sigma: Calidad Industrial”, Six Sigma es reconocida como una metodología de calidad de clase mundial, aplicada con el objetivo de ofrecer un mejor producto o servicio de manera más rápida y a un costo más bajo, previniendo errores en procesos industriales. Mediante la implementación de los principios y pasos de Six Sigma, se buscó alcanzar una mayor precisión en la toma de inventario y reducir los errores en los informes.

En fase final del DMAIC incluye las etapas de mejorar y controlar, las cuales son explicadas a continuación:

-Mejorar: En este pasó se implementa la solución y se llevan a cabo las modificaciones al proceso para abordar las causas raíz que se escogieron. Se busca una solución efectiva y se realizan pruebas antes de su implementación completa.

¹¹ López, G. (s.f.). Metodología Six Sigma: Calidad industrial

-Controlar: El último paso implica establecer medidas de control para generar un monitoreo continuo del rendimiento del proceso y garantizar que las mejoras se mantengan a largo plazo.

Hasta el momento, en el informe se ha detallado los dos primeros pasos de esta metodología, en los cuales se definió el problema de errores en informes FEFO, se establecieron objetivos, tanto principales como específicos, se recopiló la información histórica que tenía relación con el proceso que estaba teniendo problema y se analizó toda esta información. Ahora, el enfoque se dirige hacia los 2 pasos siguientes para implementar cambios efectivos y sostenibles en el tiempo en la empresa.

7.1. Mejorar

En esta etapa se modifica el proceso que existía para poder generar uno más eficiente. En este contexto y de la gestión de operaciones identificar y abordar cuellos de botellas en los diferentes procesos es crucial para mejorar la productividad y eficiencia de este. En el proceso de toma de informes FEFO se identificó un cuello de botella significativo en la fase de validación de inconsistencias.

Este cuello de botella se traducía en un estancamiento, lo que generaba un tiempo de espera prolongado y una acumulación de tareas en la corrección de errores y envío de la información. El impacto de este cuello de botella se reflejaba en una disminución en la capacidad de respuesta del sistema y por ende un mayor porcentaje de error, lo que a su vez afectaba a la sincronización de actividades con el proveedor, en este caso ABInBev.

Es por esto por lo que, con la solución escogida, sistema en la nube, este proceso cambiará, eliminando el cuello de botella en la etapa de validación y agregando al inicio del proceso el agregar la tarjeta informativa a cada pallet que se llega en cada centro de distribución.

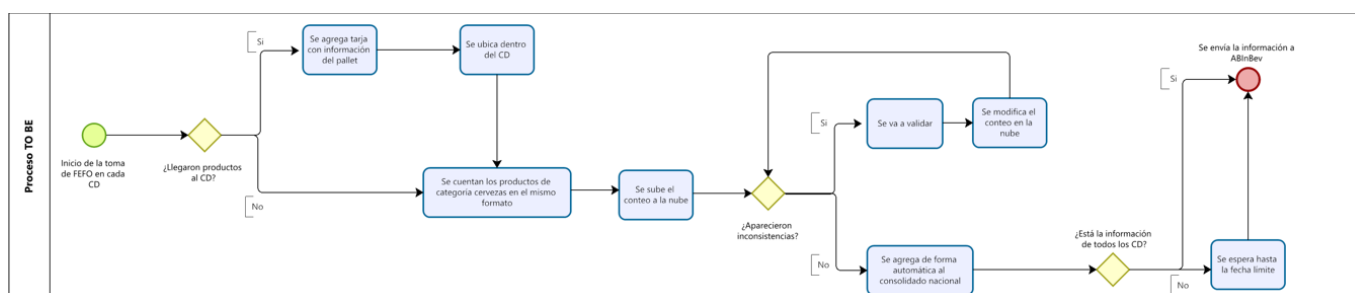


Diagrama 3: Proceso TO BE con la solución implementada

Autor: Elaboración Propia

Con esta modificación al proceso de toma de FEFO el tiempo disminuyó debido a que se hizo más eficiente el proceso, en donde ya no se tiene que enviar la información de lado a lado esperando respuestas, sino que ahora al momento de subir lo contado por cada centro, de manera automática aparece si existen o no inconsistencias con respecto a la semana anterior, cosa de que el inventariador en ese instante va a revisar si efectivamente está bien lo contado. Con esto el flujo de la información en el proceso es más expedito.

También con este nuevo proceso se está atacando la causa de la poca información en los pallets, ya que se agrega una etapa para poder ingresar el pallet con la tarja con la información completa.

Con este sistema al tener todos los centros el mismo proceso y formato para la toma de FEFO se ataca también la causa de diferencia de formato.

Para poder explicar un poco más lo que hace el sistema, se puede ver en el proceso To Be, al subir a la nube el archivo de FEFO, se genera una validación automática, comparando cada SKU con el registro histórico que se tiene de semanas anteriores. Esta comparación se hace comparando la cantidad informada según el centro que lo informa, el SKU informado, las fechas de elaboración y vencimiento. Con esto se genera automático un reporte de las inconsistencias de los productos con menos de 90 días de vida útil, por lo que si se detecta un error es modificado en ese mismo instante.

Para la implementación de esta solución, como dice la metodología Six Sigma, se tiene que realizar distintas pruebas a la solución antes de realizar una implementación completa. Es por esto por lo que primero se realizan pruebas piloto con datos que no influyen en el proceso real de Coca-Cola Andina, para luego pasar con un CD piloto, que en este caso es el CD de Coquimbo, el cual es el que tuvo mayor disposición al cambio y realizar esta implementación

7.2. Controlar

En esta fase, ya implementado el sistema, hay que generar un monitoreo continuo del desempeño del proceso implementado y garantizar que las mejoras sean sostenibles con el tiempo.

Una de las cosas para garantizar la continuidad y efectividad de este sistema en la nube, se ha propuesto un programa de capacitaciones dirigido a los equipos de inventariadores y analistas de cada centro de distribución. El objetivo de estas

capacitaciones es proporcionarles las habilidades y el conocimiento necesario para trabajar de manera efectiva. En estas capacitaciones se brindará a los participantes una comprensión profunda de los cambios en el proceso, incluyendo la operación del nuevo sistema y las herramientas necesarias para la utilización de este.

Para fomentar este ambiente de mejora continua que propone la metodología Six Sigma, se establecen reuniones periódicas de feedback. Durante estas sesiones se facilitará el diálogo constructivo en el que se discuten las posibles áreas de mejora y se orienta ante cualquier problema o dificultad.

También se realizan sesiones con el proveedor, en este caso ABInBev para revisar la calidad de información que se les está entregando. Con esto se revisan las métricas previamente definidas.

Durante esta fase es crucial evaluar y anticipar posibles riesgos asociados a la implementación del sistema en la nube. A continuación, se presenta la matriz de riesgos y sus respectivos planes de mitigación.

Frecuencia \ Impacto	Insignificante	Menor	Moderado	Mayor	Grave
Frecuente				Resistencia al cambio (20)	
Probable			Aumento de errores en un comienzo (12)		
Ocasional					
Posible			Conectividad (6)		Pérdida de datos (10)
Improbable					

Tabla 2: Matriz de riesgos ante la implementación de sistema en la nube.

Autor: Elaboración propia.

-Resistencia al cambio por parte del personal: Comunicar claramente los beneficios del nuevo sistema a través de reuniones periódicas y establecer un equipo de apoyo dedicado a abordar las inquietudes y proporcionar asistencia.

-Aumento de errores en un comienzo: Realizar pruebas exhaustivas y capacitaciones previas al personal. También establecer un proceso de retroalimentación para corregir errores.

-Problemas de conectividad: Establecer conexiones de respaldo para asegurar la continuidad de las operaciones. Además de realizar pruebas regulares de conectividad.

-Pérdida de datos: Se descarga la información cada día después de que los CD hayan subido la información a la nube.

8. Implementación

La implementación del sistema de toma de FEFO requirió una cuidadosa planificación y ejecución de una serie de actividades detalladas. Las tareas han sido meticulosamente distribuidas en el tiempo para asegurar una transición fluida y eficiente.

Actividad \ Semana	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Mejora																						
Reunión inicial con equipos de existencias de los CD																						
Evaluar riesgos y necesidades de cada CD																						
Diseñar formato para toma de FEFO																						
Diseñar sistema en la nube																						
Programar a través de power query																						
Prueba piloto con datos anteriores																						
Implementar piloto en CD Coquimbo																						
Implementar en zona centro norte																						
Implementar en zona sur																						
Implementar en Maipú																						
Implementar en zona norte																						
Implementar en zona central																						
Control																						
Evaluar métricas de desempeño																						
Monitorear sistema																						
Reunión con proveedor																						
Recibir y dar retroalimentación																						
Capacitar al personal																						
Analizar resultados y concluir																						

Diagrama 4: Carta Gantt Implementación
Autor: Elaboración Propia

En la fase inicial de mejora, se programó una reunión inicial con los equipos de existencias de los CD en la semana 29 y 30, lo que permitió establecer una comunicación clara sobre los objetivos y los detalles del proyecto. La evaluación exhaustiva de los riesgos y las necesidades específicas de cada CD, programada para las semanas 29 y 30, proporcionó una comprensión profunda de los desafíos específicos que podrían surgir durante la implementación del nuevo sistema.

La etapa de diseño era crucial para la configuración efectiva del formato de captura de FEFO y del sistema en la nube. Durante las semanas 29 a 31, se realizó un enfoque minucioso en el diseño de un formato que garantice la captura precisa de los datos de FEFO, en donde se tomó en cuenta las realidades que viven todos los CD, adaptando el formato para que sea eficiente para todos los tipos de centros, es decir, para los que realizan la toma de FEFO de manera manual y de manera semi automática, así como en la implementación de un sistema

en la nube que permita un acceso seguro y eficiente a la información de los CD. La programación detallada del sistema a través de Power Query en las semanas 29 a 32 garantiza la adaptabilidad del sistema a las complejidades operativas específicas de cada CD. Esta programación del sistema se realizó para poder mostrar de mejor forma la información tomada, ya que el formato de toma de FEFO solo cuenta con el código, la cantidad y las fechas de elaboración y vencimiento, pero con esto se logra mostrar toda la información del SKU, desde su vida útil hasta que hacer con el producto según la cantidad de días a vencer. También se programó el sistema para validar las inconsistencias en comparación con las semanas anteriores, las cuales aparecen automáticamente apenas se sube el archivo del día. Estas dicen si existe una diferencia en comparación con la semana anterior.

Las pruebas piloto con datos anteriores, programadas en las semanas 31 y 32, fueron un paso crucial para verificar la eficacia y la precisión del nuevo sistema antes de su implementación completa. Estas pruebas permitieron identificar y abordar cualquier problema potencial antes de su despliegue generalizado. Además, se realizó una implementación escalonada en diferentes CD, comenzando con el Centro de Distribución Coquimbo en la semana 32, seguido por la implementación en la zona centro norte y la zona sur en las semanas 33 a 35 y 35 a 38 respectivamente. La expansión a otras ubicaciones, como Maipú y las zonas norte y central, se llevó a cabo en semanas posteriores, con un enfoque en la adaptación precisa a las necesidades específicas de cada región.

La secuencia de implementación se determinó cuidadosamente en base a la disposición y la receptividad de cada Centro de Distribución al cambio propuesto. La decisión de comenzar con el Centro de Distribución Coquimbo en la semana 37 se fundamenta en la disposición proactiva de su equipo de existencias para adoptar innovaciones y ajustes en el proceso operativo.

Asimismo, la decisión de implementar en Maipú y en las zonas norte y central en las semanas posteriores se basó en un enfoque estratégico que considera la complejidad operativa de estos centros y su necesidad de un proceso de transición más adaptativo. La estrategia de implementación secuencial permitió abordar de manera efectiva las particularidades únicas de cada ubicación, garantizando una transición suave y una adopción efectiva del nuevo sistema de toma de FEFO.

En la etapa de control cabe destacar que desde que se implementó esta solución en los CD se realizó la retroalimentación todas las semanas. Lo mismo que antes de iniciar se capacitó al personal de cada CD, ya sean inventariadores o analistas de existencias.

Semana por medio se monitoreó el sistema, por si había algo que modificar en la programación del sistema en la nube o algo similar.

Lo mismo con la reunión con ABInBev, que una vez al mes se realizó la reunión para ver la calidad de información que se le estaba entregando con esta nueva propuesta.

Finalmente se analizaron los resultados y las métricas de desempeño para poder concluir si este proyecto fue exitoso o no.

9. Resultados

9.1. Métrica Principal

Al ya tener implementada la solución había que medir la métrica primaria definida con anterioridad, que era el porcentaje mensual de errores relacionados con productos de la categoría cervezas con vida útil restante menor a 90 días.

Tras la implementación, se ha observado un impacto considerable en la métrica primaria. Hasta la fecha actual, y al haberse cumplido el plazo establecido en el objetivo principal, se ha alcanzado un 15,73% en los errores en los informes FEFO de cervezas. Este indicador respalda de manera concluyente la tendencia positiva generada por la implementación del sistema en la nube. Cabe destacar que este resultado implica una disminución de aproximadamente un 42% en comparación con la situación inicial. Este logro subraya el éxito y la eficacia de la implementación, evidenciando mejoras en la calidad y precisión de la información.

Para una visualización más detallada de la evolución de la métrica principal, se presenta a continuación un gráfico comparativo detallando el antes y después de la implementación.

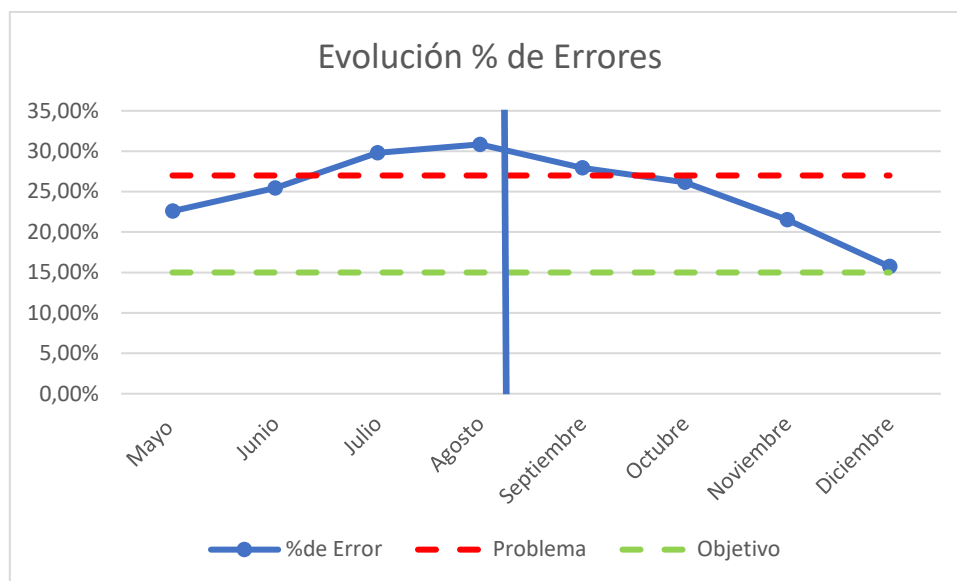


Gráfico 9: Evolución del porcentaje de error antes y después de la implementación.
Autor: Elaboración Propia

Para poder respaldar esta mejora debido a la implementación, se tomaron muestras semana a semana analizando el tiempo que demoró el proceso en cada centro de distribución y el porcentaje de error que tuvo la información enviada. Esta información se considera suficiente ya que el proceso de FEFO en la categoría de cervezas ocurre una vez a la semana en Coca-Cola Andina, por lo que se tomó el máximo de muestras posibles de esta métrica principal.

Para poder demostrar este cambio no solamente se observó el cambio de la métrica principal, sino que se realizó la prueba estadística “t de Student”. Se utilizó esta prueba estadística debido a que como se explicó anteriormente los datos distribuyen normal y las muestras son independientes.

En esta prueba hubo dos hipótesis:

H_0 : No hay diferencia significativa en el porcentaje de error entre las mediciones antes y después del proyecto

H_1 : Existe una diferencia significativa en el porcentaje de error entre las mediciones antes y después del proyecto

Se realizó esta prueba mediante un código en Python¹², en donde los resultados dieron un valor de p igual a 0,016 y un valor de t igual a 2,54. Dado que $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula o H_0 .

¹² Detalles en Anexo C: Código Prueba t-Student.

Con el rechazo a la hipótesis nula se sugiere que hay una diferencia significativa en el porcentaje de error antes y después de la implementación del proyecto, pasando de 27% antes a 21% aproximadamente en noviembre y un 15,73% en el mes de diciembre. En el caso del valor t , dado que el objetivo del proyecto es minimizar el porcentaje de error, al ser un valor positivo sugiere que después del proyecto el porcentaje de error ha disminuido en comparación a la situación previa.

En términos más sencillos, esta prueba sugiere que existe un cambio entre antes y después de la implementación y esta reducción del porcentaje de error es estadísticamente significativa, es decir, es poco probable que la mejora observada sea simplemente el resultado del azar.

9.2. Métricas Secundarias

Durante este proyecto se establecieron además objetivos específicos, enfocados en la precisión de las fechas de vencimiento y la retroalimentación continua. En esta sección se presentan los resultados obtenidos para cada uno de estos objetivos, destacando logros alcanzados y su impacto en la eficiencia y confiabilidad del proceso.

Para el caso del primer objetivo específico declarado, establecer un sistema de retroalimentación continua, se tenía una meta de 100% en los 2 primeros meses de implementación. Este objetivo no se logró cumplir, llegando a un 87,5% de retroalimentaciones en el tiempo establecido. Sin embargo, estas retroalimentaciones contribuyeron de gran manera a los trabajadores para poder entender la forma de la solución y en como ayuda al problema.

Métrica	Objetivo	Resultado
Porcentaje de retroalimentación	100%	87,5%

Tabla 3: Resultados Objetivo Específico N°1

Autor: Elaboración Propia

En el caso del segundo objetivo específico, que era aumentar la precisión de las fechas de vencimiento, se tenía como meta lograr un aumento del 10% la precisión de fechas de vencimiento en los informes FEFO en un periodo de 4 meses. Antes de la implementación se tenía un 72,77% de precisión en la fecha de vencimiento de los productos, por lo que se tenía como objetivo llegar a aproximadamente 83% en este lapso. Con la ejecución exitosa de la solución propuesta, se logró superar la meta establecida alcanzando un 83,22% de precisión en fechas de vencimiento. Esto se debe principalmente a las restricciones programadas en el sistema en la nube y en las tarjas agregadas a los pallets cuando ingresaban a cada CD.

Métrica	Situación Antes	Objetivo	Resultado
Porcentaje de precisión fecha de vencimiento	72,77%	82,77%	83,22%

Tabla 4: Resultados Objetivo Específico N°2
Autor: Elaboración Propia

9.3. Impacto Económico

En lo que respecta al impacto económico para la implementación de esta solución se incurrió en una inversión de \$9.932.400, lo que equivale a un sueldo de ingeniero por el lapso que duró el proyecto y la nube para el área de existencias de la empresa. Esta inversión estratégica trajo consigo resultados que impactan en lo económico de la empresa.

Situación sin proyecto				
	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Inversión	\$ -			
Pérdida (Merma)	\$ -38.366.782	\$ -43.190.229	\$ -50.629.207	\$ -56.301.852
	\$ -38.366.782	\$ -43.190.229	\$ -50.629.207	\$ -56.301.852

Tabla 5: Flujo de Caja sin Proyecto.

Autor: Elaboración Propia.

Situación con proyecto					
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inversión	\$ -9.932.400				
Pérdida (Merma)		\$ -47.470.189	\$ -44.452.138	\$ -36.583.466	\$ -26.970.540
Total	\$ -9.932.400	\$ -47.470.189	\$ -44.452.138	\$ -36.583.466	\$ -26.970.540

Tabla 6: Flujo de Caja con Proyecto.

Autor: Elaboración Propia.

Los resultados después de la implementación comenzaron a mostrar un cambio en el panorama financiero respecto a los errores en informes FEFO. La merma por errores en el FEFO de septiembre fue de \$47.470.189, seguida por \$44.452.138 en octubre y \$36.583.466 en noviembre y finalmente para el plazo establecido como objetivo que era diciembre la merma de ese mes fue de \$26.970.540, esa merma fue calculada con la formula entregada en el punto 2.3 de este informe.

El análisis de VAN también revela una mejora, con un VAN antes del proyecto de -\$164.179.498, que después de la implementación se reduce a -\$148.111.090. De manera más específica, el CAUE disminuyó de -\$46.725.052 antes del proyecto a -\$42.152.025 después. Estos indicadores no solo muestran una reducción en las posibles pérdidas, sino que una mejora en la eficiencia y rentabilidad del proceso de gestión de

inventarios a través de FEFO. En el caso de la TIR no se calculó ya que al tener solo flujos negativos es indefinida o no tiene significancia.

Si queremos anualizar esta información podemos ver que pasa de una posible pérdida anual sin proyecto de \$565.464.216 a una pérdida anualizada después del proyecto de \$323.646.480. Con esto se muestra la efectividad de las mejoras implementadas.

9.4. Impacto Servicio

La implementación del sistema centralizado en la nube en el proceso de toma de inventarios de Coca-Cola Andina no solo tuvo impactos significativos dentro de la empresa, sino que también generó efectos positivos en múltiples áreas externas, incluidos los proveedores, los clientes, el medio ambiente, los trabajadores y la comunidad en general.

En primer lugar, la mejora en la precisión de los informes FEFO tuvo un impacto directo en la relación con ABInBev. Al optimizar la gestión de inventarios y mejorar la precisión en la planificación de la cadena de suministro, se estableció una mayor confianza y transparencia en la relación con los proveedores, lo que resultó en una mejor planificación de la producción y la entrega de productos. Además, la implementación de un sistema más eficiente y preciso fomentó una relación de colaboración más sólida y de beneficio mutuo con ABInBev.

En cuanto a los clientes, la mejora en la precisión de los informes FEFO se tradujo en una mejor gestión de inventarios y, por ende, en una disponibilidad más constante y confiable de los productos. Esto garantiza una experiencia más satisfactoria para los clientes, ya que tendrían acceso a una variedad más amplia y constante de productos, lo que potencialmente fortalece la lealtad y confianza del cliente en la marca.

En términos de impactos ambientales, la implementación de un sistema centralizado en la nube conduce a una reducción significativa en el desperdicio de productos y una gestión más eficiente de los recursos. La optimización de la gestión de inventarios reduce la posibilidad de productos vencidos y minimiza la generación de residuos, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental y a la reducción del impacto negativo en el medio ambiente.

La implementación de esta solución con respecto a los informes FEFO tuvo un impacto en la eficiencia operativa, destacándose por la reducción del tiempo de proceso, el cual cambió con la implementación del sistema en la nube. Antes de la mejora se observa en los resultados¹³ que en promedio el proceso completo demoraba 36 horas aproximadamente. Luego de la implementación, hoy en día se observa que este proceso demora en promedio 22,6 horas, mejorando un 37% el tiempo de proceso.

Estas cifras revelan la capacidad de Coca-Cola Andina para adaptarse a procesos más eficientes y nuevos desafíos.

En el caso de los trabajadores, el impacto que tuvo esta solución es que se sienten parte del cambio del proceso, es decir, se sienten orgullosos de poder haber logrado un cambio en la eficiencia de la compañía y que sea por logros en su proceso operativo.

10. Conclusiones

El logro del objetivo principal, marcado por la comprensión y adhesión de los trabajadores en el cambio del proceso, representa un hito fundamental en el éxito del proyecto. La integración del sistema en la nube a las prácticas de Coca-Cola Andina no sólo mejoró la eficiencia operativa actual, sino que estableció una base sólida para futuras iniciativas de mejora continua.

A pesar de los desafíos logísticos imprevistos, como sindicatos y feriados que afectaron a la realización de retroalimentaciones durante una semana, se destaca el compromiso continuo de la empresa con la adaptabilidad. Estos desafíos sirvieron como aprendizaje de que siempre hay que recordar la importancia de anticipar posibles obstáculos en futuros proyectos, permitiendo una planificación más efectiva.

La implementación exitosa de la solución ha llevado en la empresa a extender la plataforma en la nube a otras categorías almacenadas en los centros de distribución de Coca-Cola Andina. Este paso demuestra el valor que tuvo el proyecto para las operaciones de la empresa consolidando el cambio de proceso.

En el caso del aporte del estudiante, desempeñó un papel crucial en la gestión del cambio, liderando equipos y garantizando una transición suave hacia las nuevas prácticas. Su capacidad para analizar, gestionar y comunicar efectivamente fue esencial en el proyecto. También su aplicación de conocimientos de gestión de operaciones, evaluación de proyectos y pensamiento a través de programación, fue fundamental para el desarrollo eficaz del

¹³ Detalles en Anexo D: Resultados Porcentaje de Error FEFO.

sistema de FEFO en la nube. Con esto, el estudiante ha dejado una impresión duradera en la empresa, estableciendo mejoras continuas en el sistema FEFO.

En conclusión, el proyecto no solo ha logrado el objetivo, sino que se ha aprendido que las empresas grandes como Coca-Cola Andina, siempre están buscando opciones para que sus costos sean lo menor posible. Además de no solo responder a desafíos inmediatos, sino que ser escalables a otros contextos empresariales.

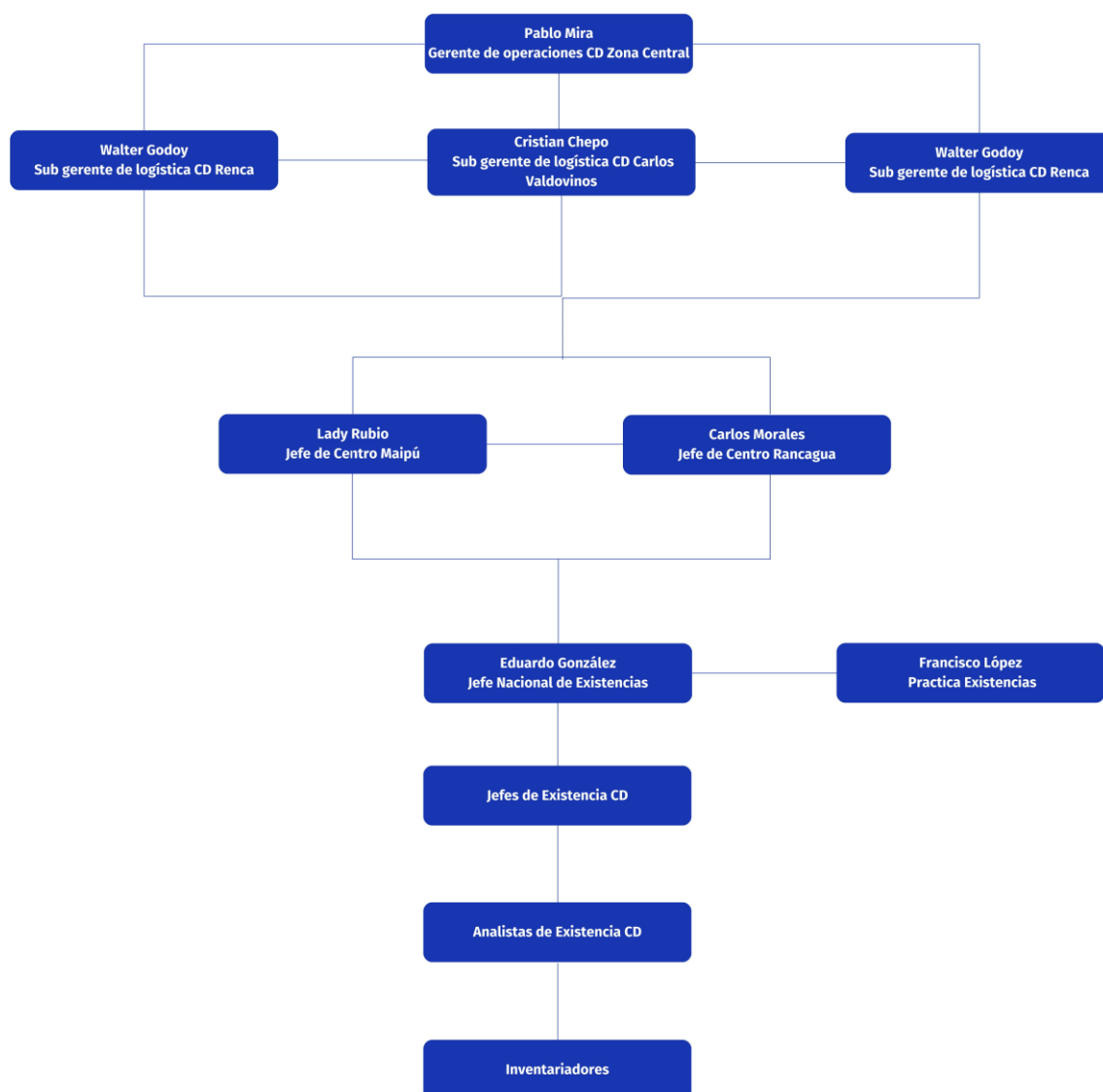
Finalmente, el proyecto no es solo un logro operativo, sino también un testimonio del valor que la colaboración efectiva, el liderazgo sólido y la innovación estratégica pueden aportar a una empresa de renombre como Coca-Cola Andina.

11. Referencias

- Asencio Cristóbal, L., González Ascencio, E., & Lozano Robles, M. (2017). El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas. Revista de Ciencias de la Administración y Economía, 7(13), 123-142. doi:1390-8618
- Espinoza, O. (2011). La administración eficiente de los inventarios. Madrid: La Ensenada.
- Quispe, R., & Ruiz, N. (2022). Gestión de almacenes para mejorar la eficiencia del almacén de insumos en una empresa del rubro de restaurantes
- Ramaa, A., Subramanya, K., & Rangaswamy, T. (2012). Impact of warehouse management system in a supply chain. International Journal of Computer Applications, 54.- López, D., Medina, D., & Novoa, A. (2014). Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S) en las Empresas Colombianas. FCE Econografos.
- ZonaLogística. (15 de julio de 2013). Tecnología WMS aumenta productividad y reduce inventarios en almacén. Zona logística. Recuperado de <http://www.zonalogistica.com/articulos-6681/articulos-mas-leidos/tecnologia-wms-aumenta-productividad-y-reduce-inventarios-en-almacen/>
- Montenegro, G. A. & Marchisín, A. E. (2007). Sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID). Recuperado de https://www.enacom.gob.ar/multimedia/bibliotecas/archivos/biblioteca_16395.pdf
- Sosa, R., Reyes, D., & Perdomo, M. E. (2022). Estudio sobre la implementación de drones en el control de inventario para almacenes en empresas en Honduras. LACCEI 2022. Recuperado de https://laccei.org/LACCEI2022-BocaRaton/work_in_progress/WP50.pdf
- <https://www.koandina.com/>
- Informes FEFO Coca-Cola Andina periodo noviembre 2022- agosto 2023.

12. Anexos

12.1. Anexo A: Organigrama área de existencias



12.2. Anexo B: Código Prueba Shapiro-Wilk

```
from scipy.stats import shapiro
import pandas as pd
excel_file = 'Pruebas normalidad.xlsx'
df = pd.read_excel(excel_file)
data = df['% de Error'].dropna()
stat, p_value = shapiro(data)
print(f'Estadístico de prueba: {stat:.4f}')
print(f'Valor p: {p_value:.4f}')
alpha = 0.05
if p_value > alpha:
    print('No podemos rechazar la hipótesis nula (la muestra parece provenir de una distribución normal).')
else:
    print('La hipótesis nula es rechazada (la muestra no parece provenir de una distribución normal).')
```

12.3. Anexo C: Código Prueba t-Student

```
from scipy.stats import ttest_ind
import numpy as np
datos_antes_limpio = sample1[~np.isnan(sample1)]
datos_despues_limpio = sample2[~np.isnan(sample2)]
resultado = ttest_ind(datos_antes_limpio, datos_despues_limpio)
print(f"Estadística de prueba (t): {resultado.statistic}")
print(f"Valor p: {resultado.pvalue}")
umbral_significancia = 0.05
if resultado.pvalue > umbral_significancia:
    print("No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.")
else:
    print("Se rechaza la hipótesis nula.")
```

12.4. Anexo D: Resultados Porcentaje de Error FEFO

Se adjuntan las mediciones tomadas del porcentaje de error que hubo semana a semana en el informe FEFO de cervezas y el tiempo que demoró el proceso completo de la toma de FEFO de cervezas.

Semana	Tiempo proceso	% error
18	37,45	23,58%
19	34,1	24,23%
20	29,98	22,67%
21	31,78	21,93%
22	28,789	20,54%
23	28,33	14,97%
24	32,6	25,40%
25	43	29,45%
26	38,2	31,90%
27	31,22	17,39%
28	46,32	38,62%

29	45,6	36,78%
30	33,47	27,74%
31	35,6	28,50%
32	38,9	32,99%
33	45,789	38,71%
34	35,3	28,10%
35	36,7	32,80%
36	36,1	31,30%
37	35,1	28,30%
38	31,867	26,90%
39	31,14	25,30%
40	29,908	24,49%
41	36,713	28,94%
42	33,426	25,92%
43	32,183	25,34%
44	31,92	24,75%
45	30,687	23,48%
46	28,853	21,71%
47	26,248	19,82%
48	24,7	17,93%
49	22,8	16,40%
50	23,12	15,73%