



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA



Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Autores:

- BASANTA, Lisandro
- FARA AZCONEGUI, Agustín

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, 16 de septiembre de 2024



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA



Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial

Autores:

- BASANTA, Lisandro
- FARA AZCONEGUI, Agustín

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, 16 de septiembre de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA



Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

Autores

Basanta, Lisandro.

Fara Azconegui, Agustín.

Evaluadores

Esp. Ing. Esteban, Alejandra María. Facultad de Ingeniería UNMdP.

Ing. Bounoure, Jacqueline. Facultad de Ingeniería UNMdP.

Director

Mg. Ing. Nicolao García, Ignacio. Facultad de Ingeniería UNMdP.

Codirector:

Mg. Ing. Morcela, Antonio. Facultad de Ingeniería UNMdP.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
AGRADECIMIENTOS	viii
TABLA DE SIGLAS	ix
RESUMEN	x
PALABRAS CLAVE	x
ABSTRACT	xi
KEY WORDS	xi
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Descripción de la empresa y problemática a tratar.....	12
1.1.1 Situación actual de la empresa.....	12
1.1.2 Estrategia Empresarial.....	13
1.1.3 Estructura organizacional.....	14
1.2 Objetivos del trabajo.....	16
1.3 Alcance.....	16
1.4 Estructura del informe.....	16
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Información para la toma de decisiones: Cuadro de mando integral.....	18
2.2 Diagrama de procesos.....	19
2.3 Sistemas de medición de desempeño.....	20
2.4 Indicadores de desempeño.....	21
2.4.1 Indicadores de la cadena de suministro.....	21
2.5 Proceso analítico de jerarquía.....	24
2.6 Análisis de datos.....	25
2.6.1 Limpieza de datos.....	25
2.6.2 Test de Tukey.....	26
2.6.3 Looker Studio.....	27
2.7 Servitización.....	28
2.8 Inteligencia de negocios.....	30
3. DESARROLLO	31
3.1 Relevamiento de procesos.....	31
3.1.1 Almacén.....	33
3.1.2 Producción.....	34
3.1.3 Logística.....	36
3.2 Análisis, definición de indicadores y propuesta inicial.....	37
3.2.1 Sistemas de información.....	37
3.2.2 Sistemas de medición de desempeño.....	38
3.2.3 Propuesta de indicadores.....	39
3.2.4 Diseño de la maqueta inicial del tablero de control.....	49
3.3 Tablero de control definitivo.....	57
3.3.1 Selección de fuentes de información y base de datos.....	57
3.3.2 Herramienta de inteligencia de negocios.....	62
3.3.3 Diseño del tablero de control.....	65
3.3.4 Cálculo de indicadores (diseño de los parámetros del indicador).....	75
3.3.5 Objetivos de desempeño para los indicadores propuestos.....	83
3.3.6 Publicación del tablero.....	84
3.4 Evaluación del nivel de servitización.....	84
4 CONCLUSIONES	91
5 BIBLIOGRAFÍA	93
6. ANEXOS	96
ANEXO I: Procedimiento del AHP.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores logísticos y de cadena de suministro.....	23
Tabla 2: Indicadores según su función.....	23
Tabla 3: Indicadores de almacén.....	40
Tabla 4: Indicadores de producción.....	43
Tabla 5: Indicadores de logística.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de la empresa.....	15
Figura 2: Representación genérica de un mapa de procesos convencional.....	20
Figura 3: Valor atípico en el diagrama de caja y bigotes.	27
Figura 4: Mapa de procesos del área de operaciones.....	32
Figura 5: Solapa general de la maqueta del tablero.....	50
Figura 6: Solapa de almacén de la maqueta del tablero.	52
Figura 7: Solapa de producción de la maqueta del tablero.....	54
Figura 8: Solapa de logística de la maqueta del tablero.....	55
Figura 9: Estructura de decisión del AHP.	64
Figura 10: Matriz de comparaciones pareadas de la jerarquización (AIJ).	64
Figura 11: Tablero general definitivo.	66
Figura 12: Tablero de almacén definitivo.....	68
Figura 13: Tablero de almacén anual definitivo.	70
Figura 14: Tablero de producción definitivo.	71
Figura 15: Tablero de producción anual definitivo.....	72
Figura 16: Tablero de logística.....	73
Figura 17: Tablero anual de logística.	75
Figura 18: Servitización de la información en el tablero general.....	86
Figura 19: Servitización de la información en el tablero de almacén.....	86
Figura 20: Servitización de la información en el tablero de almacén anual.	87
Figura 21: Servitización de la información en el tablero de producción.....	87
Figura 22: Servitización de la información en el tablero de producción anual.	88
Figura 23: Servitización de la información en el tablero de logística.	88
Figura 24: Servitización de la información en el tablero de logística anual.....	89
Figura 25: Matriz de comparaciones pareadas de criterios según desarrollador 1.	96
Figura 26: Matriz de comparaciones pareadas de representatividad de criterios y relación de consistencia según desarrollador 1.....	96

Figura 27: Matriz de comparaciones pareadas de costos y relación de consistencia según desarrollador 1.....	97
Figura 28: Matriz de comparaciones pareadas de colaboración remota y relación de consistencia según desarrollador 1.	97
Figura 29: Matriz de comparaciones pareadas de compatibilidad y relación de consistencia según desarrollador 1.	98
Figura 30: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia de usuario y relación de consistencia según desarrollador 1.....	98
Figura 31: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia previa y relación de consistencia según desarrollador 1.	99
Figura 32: Matriz de comparaciones pareadas de funcionalidades y relación de consistencia según desarrollador 1.	99
Figura 33: Matriz de comparaciones pareadas de criterios según desarrollador 2.	100
Figura 34: Matriz de comparaciones pareadas de representatividad de criterios y relación de consistencia según desarrollador 2.....	100
Figura 35: Matriz de comparaciones pareadas de costos y relación de consistencia según desarrollador 2.....	101
Figura 36: Matriz de comparaciones pareadas de colaboración remota y relación de consistencia según desarrollador 2.	101
Figura 37: Matriz de comparaciones pareadas de compatibilidad y relación de consistencia según desarrollador 2.	102
Figura 38: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia de usuario y relación de consistencia según desarrollador 2.....	102
Figura 39: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia previa y relación de consistencia según desarrollador 2.	103
Figura 40: Matriz de comparaciones pareadas de funcionalidades y relación de consistencia según desarrollador 2.	103
Figura 41: Matriz de comparaciones pareadas de criterios (AIJ).	104
Figura 42: Matriz de comparaciones pareadas de representatividad de criterios y relación de consistencia (AIJ).....	104
Figura 43: Matriz de comparaciones pareadas de costos y relación de consistencia (AIJ).....	105
Figura 44: Matriz de comparaciones pareadas de colaboración remota y relación de consistencia (AIJ).	105
Figura 45: Matriz de comparaciones pareadas de compatibilidad y relación de consistencia (AIJ).	106

Figura 46: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia de usuario y relación de consistencia (AIJ)..... 106

Figura 47: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia previa y relación de consistencia (AIJ). 107

Figura 48: Matriz de comparaciones pareadas de funcionalidades y relación de consistencia (AIJ). 107

AGRADECIMIENTOS

En esta sección de agradecimientos, queremos expresar nuestra más profunda gratitud a todos los responsables de llevarnos a ser las personas que somos hoy en día.

En primer lugar, agradecemos a la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional de Mar del Plata, por brindarnos la oportunidad de formarnos y de crecer tanto profesional, como personalmente.

En segunda instancia, a los profesores de los distintos departamentos, en especial para los del Departamento de Ingeniería Industrial, por los conocimientos transmitidos en cada materia, y por los valores que nos inculcaron y que llevaremos siempre con nosotros.

No podemos dejar de agradecer a nuestro director José Ignacio Nicolao García, y codirector Antonio Morcela, quienes nos acompañaron y alentaron en el proceso de desarrollo de este trabajo. Su apoyo, predisposición y experiencia fueron fundamentales para lograr este objetivo, haciendo que este camino fuera más accesible y enriquecedor.

También queremos agradecer a nuestros pilares fundamentales. Por un lado, a nuestros padres, gracias por su apoyo incondicional y su sacrificio, han sido trascendentales en cada etapa de este recorrido. Este logro es también de ustedes.

Por otro lado, a nuestros amigos y familiares, a los que están, y a los que ya no están también, por acompañarnos, motivarnos cada día, e impulsarnos a seguir adelante.

Y por último, una mención especial a nuestros compañeros, que sin duda, esto no hubiera sido posible sin ellos.

A todos, nuestro más sincero agradecimiento por ser parte de este hito tan importante en nuestras vidas. Nos enorgullece poder decir que, gracias a cada uno de ustedes, hoy somos Ingenieros Industriales.

TABLA DE SIGLAS

%P.A.P.A.: Porcentaje de precisión de armado de pedidos por armador
AHP: Proceso analítico de jerarquía.
AIJ: Agregación de juicios individuales.
BC: Boleta Chica.
BG: Boleta Grande.
BI: Inteligencia de negocios.
BI&A: Inteligencia de negocios y analítica.
BM: Boleta Mediana.
B.N.E.: Boletas no entregadas.
CMI: Cuadro de mando integral.
CRM: Gestión de relaciones con los clientes.
EDA: Análisis exploratorio de datos.
ERP: Planificación de recursos empresariales.
IQR: Rango intercuartílico.
KPI: Indicador clave de desempeño.
LC: Límite central.
LCI: Límite central inferior.
LCS: Límite central superior.
MCP: Matriz de comparaciones pareadas.
PAJ: Proceso analítico de jerarquía.
PyME: Pequeñas y medianas empresas.
RRHH: Recursos Humanos.
TIC: Tecnologías de la información y la comunicación.
UNMDP: Universidad Nacional de Mar del Plata.

RESUMEN

El trabajo se desarrolla en el marco de una empresa distribuidora de frutos secos, desecados, semillas, especias y legumbres ubicada en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires; la cual ha crecido notablemente desde 2020, incrementando la complejidad de sus procesos logísticos y operativos. Este crecimiento requiere la incorporación de herramientas de inteligencia de negocios para mejorar la toma de decisiones. El objetivo del presente trabajo fue proponer e implementar indicadores de desempeño y un tablero de control para los procesos pertenecientes al área de operaciones, para optimizar la eficiencia de la gestión. Tras relevar y analizar los procesos, se definieron los indicadores adecuados y se diseñó una maqueta del tablero de control, que luego fue presentada ante el jefe de operaciones. A partir de esta reunión, se establecieron los lineamientos para desarrollar el tablero definitivo. Para su desarrollo, en primer lugar, se propusieron herramientas de inteligencia de negocios y se seleccionó la más adecuada mediante un proceso analítico de jerarquía, para monitorear los indicadores propuestos en tiempo real. Finalmente, se diseñó y se puso en funcionamiento un tablero de control. Esto trajo como resultado la posibilidad de optimizar la toma de decisiones por parte del jefe de operaciones, en búsqueda de hacer más eficiente la gestión de la cadena de suministro. Además, al evaluar el nivel de servitización de la información, se concluyó que la empresa optimizó el uso de la información que poseía y estaba inutilizada, mediante una herramienta que facilita la integración y visualización de los datos, apoyando la mejora continua.

PALABRAS CLAVE

Evaluación de desempeño, operaciones, inteligencia de negocios, tablero de control, indicadores, Looker Studio.

ABSTRACT

The work is developed within the framework of a company that distributes dried fruits, seeds, spices, and legumes, located in the southeast of Buenos Aires Province, which has grown significantly since 2020, increasing the complexity of its logistical and operational processes. This growth requires the incorporation of business intelligence tools to improve decision-making. The objective of this study was to propose and implement performance indicators and a dashboard for the processes in the operations area to optimize management efficiency. After assessing and analyzing the processes, the appropriate indicators were defined, and a dashboard prototype was designed, which was then presented to the operations manager. Following this meeting, guidelines were established to develop the final dashboard. For its development, business intelligence tools were initially proposed, and the most suitable one was selected through an analytical hierarchy process to monitor the proposed indicators in real time. Finally, a functional dashboard was designed and implemented. This resulted in enhanced decision-making capabilities for the operations manager, aiming to make supply chain management more efficient. Furthermore, by evaluating the level of information servitization, it was concluded that the company optimized the use of previously unused data through a tool that facilitates data integration and visualization, supporting continuous improvement.

KEY WORDS

Performance evaluation, operations, business intelligence, dashboard, indicators, Looker Studio.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la empresa y problemática a tratar

El trabajo se desarrolla en una empresa distribuidora de frutos secos, desecadas, semillas, especias, legumbres, entre otros. Se encuentra ubicada en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Tuvo sus inicios en el año 2020 y actualmente cuenta con aproximadamente 1200 clientes. La mayoría de estos se ubican en la ciudad de Mar del Plata, aunque también cuenta con clientes en las localidades de Balcarce, Tandil, Miramar, Pinamar, Mar de Ajó, Lobería, Santa Clara, entre otras.

Al ser una empresa que se encuentra en crecimiento, los procesos y las formas de gestión se tornan cada día más complejas, por lo cual es necesaria la implementación de herramientas cuali-cuantitativas de fácil aplicación. Esto permite una rápida conexión con la gestión y la alta gerencia para la correcta toma de decisiones.

Las herramientas de Inteligencia de Negocios contribuyen a que las empresas alcancen sus metas al ofrecer una visión integral de toda la cadena de suministro y optimizar las operaciones de los servicios fundamentales de logística, como el transporte, el almacenamiento y la gestión de inventarios.

La implementación de un sistema de medición del desempeño específico para estos procesos posibilita comprender su funcionamiento, influir en su comportamiento y obtener información detallada sobre su rendimiento.

Si bien la empresa cuenta actualmente con herramientas para registrar y controlar algunas actividades de la cadena de suministro carecen de capacidad para evaluar la eficiencia de los procesos individuales y de su conjunto. Al ser dificultoso identificar las causas que impactan en dicho rendimiento es necesario tomar medidas para lograr una mejora continua.

1.1.1 Situación actual de la empresa

La empresa ha crecido considerablemente en los últimos años, lo que ha generado nuevos desafíos organizacionales. Con la expansión y el aumento de sus operaciones, los procesos, la administración y la gestión de información se han vuelto significativamente más complejos. Como respuesta a esta transformación la empresa procedió a la contratación de personal de alto rango para fortalecer la toma de decisiones estratégicas. Además, se han formalizado los procedimientos internos, desarrollando políticas específicas para cada uno

de los procesos. Estos pasos han permitido a la empresa mantenerse competitiva y adaptarse eficazmente a un entorno empresarial en constante cambio.

Por otra parte, con el aumento de la complejidad en la gestión de la empresa, también se ha vuelto imperativo implementar herramientas que respalden una toma de decisiones de forma efectiva. En la actualidad, la empresa dispone de herramientas que permiten el registro y control de algunas actividades en la cadena de suministro. Aunque se ha identificado una carencia significativa en la capacidad de evaluar la eficiencia de los procesos pertenecientes al área de operaciones. Esta limitación dificulta la identificación de las causas subyacentes que impactan en el rendimiento, lo que a su vez obstaculiza la búsqueda de soluciones efectivas. Por consiguiente, resulta esencial emprender medidas que fomenten la mejora continua y la optimización de los procesos, garantizando un desempeño eficiente en la gestión de la cadena de suministro.

1.1.2 Estrategia Empresarial

A partir de la información obtenida mediante reiteradas entrevistas con el personal jerárquico de la empresa se pudo definir la visión: *“Ser la principal y más confiable distribuidora de frutos secos en la ciudad de Mar del Plata, reconocida por la calidad de los productos y la excelencia en el servicio al cliente. Ser líderes en la satisfacción de las necesidades de los clientes y expandirse en el mercado local y regional”*.

Al enfocarse este trabajo en el área de operaciones, fue necesario obtener información de la misión de dicha área. El jefe de operaciones definió la misión de la siguiente manera: *“Asegurar la eficiencia, calidad y puntualidad en la adquisición, almacenamiento, preparación y distribución de nuestros productos. El objetivo principal es satisfacer la demanda de los clientes de manera confiable, cumpliendo con sus expectativas de calidad y servicio”*.

Como bien se indica en la misión, asegurar la eficiencia, la calidad y la puntualidad son los pilares fundamentales para el correcto funcionamiento del área de operaciones. Es por ello que es imprescindible tenerlos en cuenta a la hora de definir los indicadores de desempeño que mejor se alinean a la estrategia de la empresa.

En el contexto de una preocupación constante por asegurar un servicio confiable y cumplir con la misión, la empresa ha realizado inversiones significativas recientemente. Entre ellas, la adquisición de dos nuevos móviles destinados a ampliar las áreas de reparto y asegurar la puntualidad en las entregas. Asimismo, durante el último año se ha llevado a cabo la integración de cinco nuevos vendedores, fortaleciendo así la capacidad de

expansión y reforzando el compromiso con la satisfacción del cliente. En respuesta a estos avances, surge la iniciativa de desarrollar un tablero de control destinado a medir el desempeño del área de operaciones. Este instrumento debe ser diseñado para garantizar que la empresa continúe su expansión de manera sostenida, manteniendo un servicio confiable y de alta calidad para los clientes, al mismo tiempo que asegure la excelencia en la entrega de los productos.

1.1.3 Estructura organizacional

Actualmente la empresa está formada por 40 empleados. En la figura 1 se muestra su organigrama, el cual presenta una estructura de departamentalización según funciones. En el nivel superior de la estructura organizacional se encuentra el Director. Inmediatamente por debajo del mismo se observa al Gerente General, el cual está al mando de los jefes de los distintos departamentos (Ventas, Administración, Compras, RRHH y Operaciones).

Como se muestra en la figura 1, el área de enfoque de este estudio se resalta con un cuadro rojo, y corresponde al ámbito de operaciones. En esta área, la supervisión recae en el jefe de operaciones. Debajo de él, bajo su mando, se encuentran los coordinadores de almacén, producción y logística.

Al comprender la estructura organizativa y las funciones de cada departamento, es posible diseñar un cuadro de mando integral que brinde al jefe de operaciones la información relevante para la toma de decisiones y la gestión eficiente de sus procesos. Este enfoque personalizado garantiza que el sistema de control sea una herramienta valiosa para todas las partes involucradas, contribuyendo así al éxito global de la empresa.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

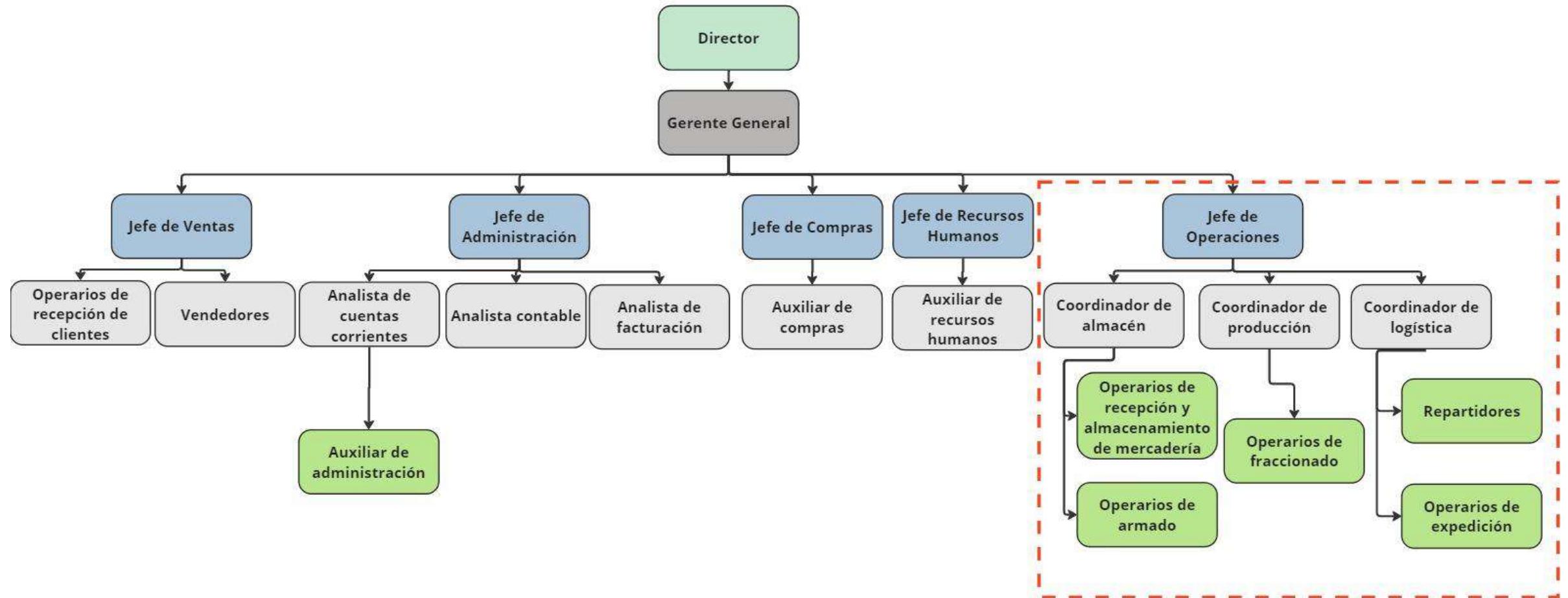


Figura 1: Organigrama de la empresa.
Fuente: Elaboración propia en base a datos brindados por la empresa.

1.2 Objetivos del trabajo

Este trabajo tiene como objetivo general proponer el uso de indicadores de desempeño y tableros de control para los procesos productivos, logísticos de almacenamiento y transporte en la empresa distribuidora mencionada.

Para lograr lo mencionado anteriormente se definieron siguientes objetivos específicos:

- Relevar los procesos en el área de depósito y transporte de la empresa en estudio.
- Analizar y definir los indicadores de desempeño adecuados a la cadena de suministro.
- Proponer herramientas de Inteligencia de Negocios que permitan calcular en tiempo real los indicadores propuestos para futuras tomas de decisiones.
- Fijar los objetivos de desempeño mediante indicadores propuestos.
- Diseñar tableros de control teniendo en cuenta los reportes de las áreas involucradas.
- Evaluar el nivel de servitización de la información disponible, comparando el estado actual con la propuesta de tablero y su impacto en la toma de decisiones.

1.3 Alcance

El alcance de este proyecto se encuentra estratégicamente enfocado en el análisis exhaustivo del área de operaciones de la organización, la cual engloba tres procesos fundamentales: almacén, producción y logística.

A través del relevamiento de información, se realiza un análisis de los datos obtenidos con el objetivo de desarrollar indicadores para evaluar el desempeño en cada proceso. De esta forma se pretende facilitar la posterior toma de decisiones por parte de la gerencia para la implementación de estrategias que maximicen el rendimiento operativo y la satisfacción del cliente.

1.4 Estructura del informe

Este trabajo se estructura con el objetivo de proporcionar una visión organizada de los temas abordados. En primer lugar, la introducción describe detalladamente la situación actual de la empresa, analizando la problemática a tratar, su estrategia empresarial y su estructura organizacional. Esta sección inicial proporciona el contexto necesario para entender el enfoque y los objetivos del trabajo.

En la segunda sección se encuentra el marco teórico. Allí se definen los conceptos teóricos más relevantes que se han utilizado a lo largo del trabajo. Se enfoca en establecer las bases teóricas que sustentan la investigación.

El desarrollo del trabajo corresponde a la tercera sección y se estructura en varios capítulos. En el capítulo uno, se realiza un relevamiento exhaustivo de los procesos de la empresa, con un enfoque específico en el área de operaciones y sus procesos fundamentales. Se detalla el funcionamiento de cada una de estas áreas, proporcionando una visión integral de sus procesos internos.

En el capítulo dos, se lleva a cabo un análisis y relevamiento de los sistemas de información y de medición de desempeño de la empresa. Se realiza una propuesta de indicadores para cada proceso, teniendo en cuenta los recursos de la empresa. Además, se presenta una maqueta inicial del tablero de control, la cual sirve como base para la evaluación y ajuste posteriores.

El capítulo tres se aborda desde la retroalimentación recibida por parte de la empresa sobre la maqueta inicial del tablero de control. Primeramente, se definen las fuentes de información a utilizar y se crean formularios para la recopilación de datos necesarios para la creación de los indicadores del tablero definitivo. Posteriormente, se selecciona la herramienta de inteligencia de negocios más adecuada, a partir de un proceso analítico de jerarquía. Luego se presenta el tablero definitivo, ajustado en base a la retroalimentación recibida y se explica el cálculo de cada indicador. Por último, se establecen los objetivos de desempeño y se publica el tablero.

En el capítulo cuatro, se evalúa el nivel de servitización de la empresa, analizando cómo se ha utilizado información, que antes estaba inutilizada, para optimizar las funciones de la empresa. Además, se ha hecho un análisis de la información que se podría utilizar a futuro.

En la penúltima sección del informe se presentan las conclusiones obtenidas a partir del trabajo realizado. Se resumen los hallazgos claves y se discuten las implicaciones prácticas de los resultados. Finalmente, en la última sección, se incluye la bibliografía detallada que recoge todas las fuentes consultadas y referenciadas a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Información para la toma de decisiones: Cuadro de mando integral

Cáceres (2012) propone que el Cuadro de Mando Integral sintetiza la información más importante de una actividad, con el objetivo de proporcionar a la organización los elementos necesarios para tomar decisiones y acciones adecuadas. Es utilizado como una herramienta de gestión que convierte la estrategia empresarial en una serie de indicadores coherentes. Este método permite evaluar las actividades de una empresa en relación con su visión y estrategia, ofreciendo así a los gerentes una visión general del negocio.

Los objetivos e indicadores del Cuadro de Mando se originan en la visión y estrategia de la organización, y consideran el desempeño de la empresa desde cuatro perspectivas (Kaplan & Norton, 2000):

- Financiera: los indicadores financieros sintetizan las acciones económicas que han sido realizadas.
- Cliente: estos indicadores consideran la satisfacción y retención de los clientes, la adquisición de nuevos clientes, la rentabilidad generada por cada cliente y la cuota de mercado en los segmentos seleccionados.
- Procesos internos: se enfoca en los procesos internos clave mediante métricas, con el objetivo de optimizarlos para facilitar una toma de decisiones adecuada.
- Formación y crecimiento: determina la estructura que la organización necesita desarrollar para lograr mejoras y crecimiento sostenibles a largo plazo.

Por otro lado, los tableros de control facilitan un diagnóstico en tiempo real de las actividades de la organización y alertan sobre el nivel de cumplimiento de las metas a través de indicadores, permitiendo así implementar acciones de mejora. Montico Riesco y Velarde (2014) sostienen que, para construir un tablero de control, es necesario establecer una serie de herramientas o indicadores que evalúen si las acciones emprendidas por la compañía están alineadas con sus metas y objetivos organizacionales.

En el ámbito académico y empresarial, existe confusión sobre el CMI y los tableros de control, lo que lleva a muchas compañías a implementarlas sin comprender claramente sus propósitos y funciones específicas. En resumen, el Tablero de Control se dedica a mejorar el diagnóstico y la toma de decisiones operativas con información precisa y oportuna, resolviendo problemas de datos y monitoreando el desempeño diario. Por su parte, el CMI se enfoca en comunicar e implementar la estrategia organizacional, traduciendo la estrategia en relaciones de causa y efecto y utilizando mediciones para

asegurar que todas las actividades contribuyan a los objetivos estratégicos a largo plazo (Ballvé, 2006).

2.2 Diagrama de procesos

Un mapa de proceso es una herramienta visual que ayuda a visualizar los procesos de una organización mostrando la conexión entre entradas, resultados y tareas (Anjard, 1998). Esta técnica, permite definir, describir, analizar y mejorar los procesos para alcanzar los resultados deseados por los clientes (Aldowaisan et al. 1999). Los mapas de proceso no solo fomentan nuevas ideas, sino que también son una de las formas más efectivas de comprender los procesos existentes.

Pardo Álvarez (2018) destaca con importancia que el mapa de procesos es una representación global de todos los procesos, no de cada uno individualmente (estos pueden representarse mediante flujogramas). Se puede elaborar el mapa de procesos para toda la organización o limitarlo a un área específica, vinculada a un producto, departamento, etc.

Para diagramar los procesos, estos se clasifican en tres tipos (Universidad de Cádiz, 2007):

- **Procesos claves u operativos:** Son aquellos directamente relacionados con los servicios prestados, orientados al cliente o usuario y a sus requisitos. Su resultado es percibido directamente por el cliente, ya que se centran en aportar valor.
- **Procesos estratégicos:** Son aquellos definidos por la Alta Dirección que determinan cómo opera el negocio y cómo se crea valor tanto para el cliente o usuario como para la organización. Estos procesos apoyan la toma de decisiones relacionadas con la planificación, estrategias y mejoras organizacionales.
- **Procesos de apoyo o soporte:** Son aquellos que respaldan a los procesos claves. Sin ellos, ni los procesos claves ni los estratégicos podrían llevarse a cabo. En muchos casos, estos procesos son esenciales para lograr los objetivos de los procesos que buscan satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes o usuarios.

Se utilizará el mapa de procesos convencional, que emplea la clasificación clásica de procesos (estratégicos, operativos y de apoyo) para configurarlo, tal como se observa en la figura 2. Al distribuir los procesos, espacialmente los estratégicos, se colocan en la parte superior del mapa, los de apoyo o de soporte en la parte inferior y los operativos en el centro, donde habitualmente se representa la cadena de valor (Pardo Álvarez, 2018).

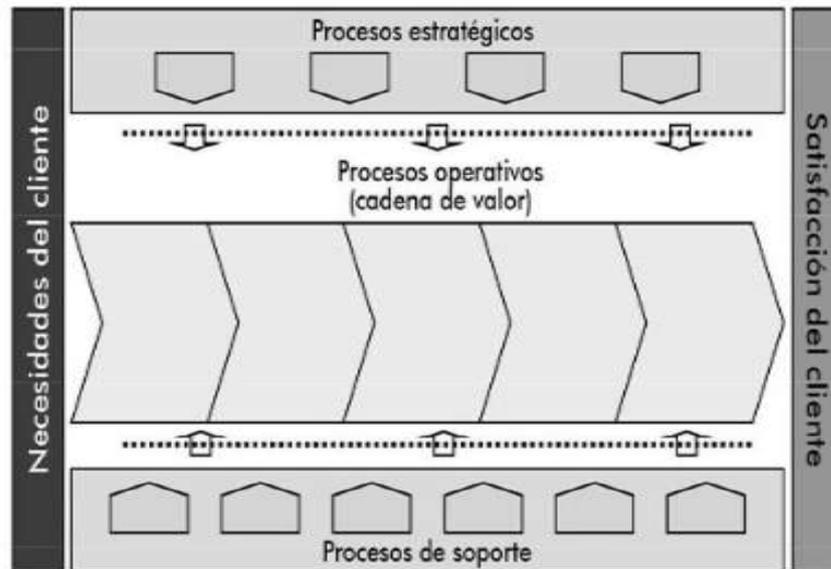


Figura 2: Representación genérica de un mapa de procesos convencional.
Fuente: Configuración y usos de un mapa de procesos - Pardo Álvarez (2018).

2.3 Sistemas de medición de desempeño

Krajewski et al. (2008) destaca la importancia de tener buenas mediciones del desempeño para evaluar y mejorar un proceso. Un sistema de medición incluye evaluaciones del rendimiento para un proceso y sus pasos. Aunque las prioridades competitivas son un buen punto de partida, deben ser específicas. El analista crea diversas mediciones como calidad, satisfacción del cliente, tiempo de ejecución, costo, errores, seguridad, impacto ambiental, entrega a tiempo y flexibilidad. Luego, se recopila información sobre el desempeño actual basado en estas mediciones, que puede obtenerse mediante observación directa, entrevistas con expertos o recopilación de datos a lo largo de semanas, incluyendo datos contables y registros de sistemas de información.

Según Chan (2003), la medición del desempeño proporciona retroalimentación sobre las actividades en relación con las expectativas del cliente y los objetivos estratégicos. Esto pone de manifiesto la necesidad de mejorar en aquellas áreas con un desempeño deficiente, lo que a su vez permite aumentar la eficiencia y la calidad.

Harris (1986) indica que los procedimientos de evaluación se basan en los objetivos y metas previamente establecidos por la empresa para determinar las contribuciones esperadas de cada trabajador a nivel individual. Las metas principales se transforman en estándares de desempeño para cada empleado. El desempeño real del trabajador se compara regularmente con estos estándares para evaluar si sus acciones contribuyen adecuadamente al logro de los objetivos generales.

2.4 Indicadores de desempeño

Kelvin (1889) sostiene que para que algo pueda ser medido, primero debe definirse claramente. Sin medición, es imposible lograr mejoras, y lo que no se mejora tiende inevitablemente a deteriorarse con el tiempo. Por lo tanto, las empresas deben esforzarse en medir el desempeño de sus procesos, para promover la mejora continua.

Mora García (2008) define el término "indicador", en palabras simples, como los datos esencialmente cuantitativos, que permiten identificar cómo se encuentran las cosas en relación con algún aspecto de la realidad que se desea conocer. Los Indicadores pueden ser: medidas, números, hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas.

Según Casas Aznar (1989), "un indicador es un medio para la aprehensión de conocimiento sobre aspectos de la realidad no directamente perceptibles o medibles." Mientras que Marradi et al. (2007) consideran que "el indicador es algo manifiesto o registrable que da información sobre algo que no es manifiesto (o directamente registrable)". Si bien estas definiciones son dadas en un contexto de investigación de ciencias sociales, son perfectamente aplicables al ámbito de las organizaciones, y específicamente a la cadena de suministro. Esto es debido a que los indicadores son fundamentales para traducir aspectos intangibles en datos concretos que guían la toma de decisiones estratégicas y operativas.

Parmenter (2015), por su parte, define a los KPIs como un conjunto de métricas cuantificables que se utilizan para medir el progreso hacia el logro de objetivos estratégicos o de negocio.

2.4.1 Indicadores de la cadena de suministro

Simchi-Levi et al. (2007) definen los KPIs de la cadena de suministro como métricas que evalúan la eficiencia, efectividad y rendimiento de sus procesos, permitiendo a las empresas identificar áreas de mejora y optimizar el flujo de bienes y servicios.

Por su parte, Chopra y Meindl (2016), establecen que los KPIs en la cadena de suministro son métricas críticas que ayudan a medir y evaluar el rendimiento de las diversas actividades y procesos dentro de la cadena de suministro, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones y la mejora continua.

Frazelle (2001) establece que los indicadores de desempeño logístico pueden ser clasificados en ocho procesos que cubren la cadena de suministro los cuales incluyen:

aprovisionamiento/compras, inventarios, gestión de almacenes (recepción, almacenamiento y preparación de pedidos), producción, transporte y distribución, gestión de pedidos, servicio al cliente y procesos de apoyo (recursos humanos y tecnologías de información).

Por otro lado, Gómez (2008) agrega que la elección de algunas de estas categorías de indicadores depende de las necesidades de la empresa y los valores en las cuales se han enfocado para medir el desempeño de su sistema logístico y cadena de suministro. En base a lo mencionado, Zuluaga et al. (2014) proponen los indicadores de la tabla 1.

Área	Indicador
Aprovisionamiento	Costos de compras
	Tiempo de entrega del proveedor por pedido
	(%) de quejas sobre productos adquiridos y entregas perfectas
	Número de compras a proveedores certificados
Indicadores de gestión de inventarios	Rotación de inventarios
	Cobertura de inventario
	Inventario dañado y obsoleto
	Costo del inventario
Gestión de almacenes	Tiempo de ciclo en la recepción
	(%) de utilización de espacio o posiciones de almacenamiento
	Eficiencia de los equipos de manejo de materiales
	Exactitud de la preparación de pedidos
	Nivel de servicio de inventario para pedidos
	Cantidad de productos no despachados
	Promedio de líneas despachadas por hora
	Productividad del almacén y costos
Producción	(%) de cumplimiento del plan maestro
	Tiempo de ciclo de la producción
	Eficiencia de la producción
	Tiempo de preparación
	Costo de producción
	Tamaño de lote
	Cantidad producida
Transporte y distribución	Ciclo de tiempo del transporte
	Confiability en el transporte
	Productividad del volumen del transporte
	Costos de transporte
Servicio al cliente	Confiability de los pedidos para atender al cliente
	Exactitud de documentación enviada al cliente
	Tiempo de respuesta a la solicitud del cliente
	Respuesta a modificaciones de los clientes
	Costo promedio del servicio al cliente

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

Área	Indicador
Procesos de apoyo a la cadena de suministro	(%) de utilización de personal
	(%) de personal con competencias
	(%) de personal accidentado
	(%) de procesos logísticos que utilizan TIC's
	Inversión en TIC's en la cadena de suministro

Tabla 1: Indicadores logísticos y de cadena de suministro.
Fuente: Elaboración propia en base a Zuluaga et al. (2014).

Mora García (2008) por su parte divide los indicadores según su función (de costo, tiempo, calidad, productividad y entrega perfecta) y establece indicadores para cada tipo. En la tabla 2 se detalla cada uno.

Área	Indicador
Costo	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de capital • Costo de la bodega por metro cuadrado • Costo de despacho por unidad • Costo operativo de bodega por empleado • Costo de transporte por camión • Costo de transporte por conductor • Costo de transporte por unidad transportada
Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo total de un pedido • Ciclo de la orden de compra • Ciclo de un pedido en bodega o almacén • Tiempo de tránsito • Horizonte del pronóstico de inventarios
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de pedidos perfectos <ul style="list-style-type: none"> ○ % de pedidos entrados correctamente ○ % de pedidos completos con cantidades exactas ○ % de pedidos recogidos con cantidades exactas ○ % de pedidos empacados de acuerdo con cliente ○ % de pedidos enviados sin daños o averías ○ % de pedidos despachados a tiempo y al lugar indicado ○ % de pedidos documentados perfectamente • Porcentaje de averías <ul style="list-style-type: none"> ○ % de mermas de la mercancía ○ % de averías en el empaque ○ % de averías ocasionadas en el transporte
Productividad	<ul style="list-style-type: none"> • Número de cajas movidas por hombre • Número de pedidos despachados • Número de órdenes recepcionadas • Número de unidades almacenadas por metro cuadrado • Capacidad de almacenamiento en pallets
De entrega perfecta	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de entrega perfecta

Tabla 2: Indicadores según su función.
Fuente elaboración propia en base a Mora García (2008).

2.5 Proceso analítico de jerarquía

El Proceso Analítico de Jerarquía (AHP) es una metodología de toma de decisiones multicriterio desarrollada por Thomas L. Saaty en la década de 1970. Según Saaty (1980), el AHP organiza y analiza decisiones complejas, basadas en matemáticas y psicología, mediante la estructuración de un problema en una jerarquía de criterios y alternativas. Esto permite a los decisores evaluar de manera sistemática y cuantitativa las opciones disponibles. Además, proporciona una estructura comprensible y una escala numérica para evaluar las opciones, lo que ayuda a tomar decisiones racionales y justas.

Forman y Peniwati (1998) determinan que el AHP es una metodología poderosa que permite la agregación de juicios y prioridades individuales, facilitando la toma de decisiones grupales de manera coherente y justificada. Además, aseguran que el AHP ofrece un marco estructurado para agregar juicios y prioridades de múltiples decisores, asegurando que la diversidad de opiniones sea considerada y que las decisiones grupales sean coherentes y transparentes. Este método permite que las diferencias individuales se integren de manera lógica y cuantitativa, facilitando el consenso y mejorando la calidad de las decisiones.

En el contexto del AHP, existen dos métodos principales de agregación de juicios y prioridades: la agregación de juicios y la agregación de resultados. Forman y Peniwati (1998) explican que la agregación de juicios implica combinar las opiniones individuales sobre la importancia relativa de los criterios antes de la síntesis de las prioridades, mientras que la agregación de resultados implica combinar las prioridades individuales después de que cada decisor haya realizado su propia evaluación jerárquica. La primera se enfoca en un consenso a nivel de juicios, y la segunda en un consenso a nivel de decisiones finales.

La agregación de juicios presenta varias ventajas en la toma de decisiones multicriterio. Según R. W. Saaty (1987), la agregación de juicios en el AHP permite capturar la diversidad de opiniones y conocimientos de un grupo de expertos, proporcionando una representación más completa y equilibrada del problema. Esta técnica fomenta el consenso y mejora la validez de las decisiones, ya que las discrepancias y perspectivas individuales se integran en un marco coherente. Además, la agregación de juicios facilita la identificación de áreas de acuerdo y desacuerdo entre los decisores, promoviendo un diálogo constructivo y la resolución de conflictos.

2.6 Análisis de datos

El análisis de datos es un proceso fundamental en la toma de decisiones empresariales. Según Davenport y Harris (2007), el análisis de datos se puede definir como el proceso de inspeccionar, limpiar, transformar y modelar datos con el objetivo de descubrir información útil, informar conclusiones y apoyar la toma de decisiones. Provost y Fawcett (2013) amplían esta definición al señalar que el análisis de datos implica métodos y algoritmos que transforman datos en bruto en información útil, permitiendo decisiones informadas y movimientos estratégicos en los negocios. Por su parte, Cohen y Jensen (2001) subrayan que el análisis de datos abarca las herramientas, técnicas y marcos utilizados para analizar conjuntos de datos y extraer conocimientos e información significativa.

Según Davenport y Kim (2013) el análisis de datos se puede dividir en cuatro categorías principales: descriptivo, diagnóstico, predictivo y prescriptivo. Señalan que el análisis descriptivo se centra en resumir y describir los datos históricos para entender lo que ha sucedido en el pasado. Utiliza herramientas como informes, gráficos y tablas. El análisis diagnóstico va un paso más allá del análisis descriptivo al buscar entender las causas y razones detrás de los eventos pasados. Esto incluye técnicas como análisis de causa raíz y minería de datos. Por su parte, el análisis predictivo, utiliza modelos estadísticos y algoritmos de aprendizaje automático para prever futuros resultados basados en datos históricos. Su objetivo es anticipar lo que podría suceder en el futuro. Por último, el análisis prescriptivo se basa en el análisis predictivo para sugerir acciones y decisiones óptimas. Utiliza técnicas avanzadas como simulación, optimización y experimentación para recomendar la mejor acción a seguir.

A los cuatro tipos de análisis de datos mencionados anteriormente, Tukey (1977) agrega el análisis exploratorio de datos (EDA, por sus siglas en inglés). Establece que se utiliza para resumir las características principales de los conjuntos de datos, a menudo mediante métodos visuales, y descubrir lo que los datos pueden revelar más allá de la modelización formal.

2.6.1 Limpieza de datos

En el contexto de la gestión de datos, la limpieza de datos es un proceso esencial para asegurar la calidad y fiabilidad de los datos utilizados en el análisis y la toma de decisiones. Los problemas de calidad de los datos surgen por diversas razones, incluyendo errores humanos, fallos del sistema e integración de datos de diferentes fuentes. Las

técnicas efectivas de limpieza de datos son esenciales para garantizar la precisión, consistencia y fiabilidad de los datos (Dasu & Johnson, 2003).

Loshin (2011), por su parte, añade que la limpieza de datos implica varias etapas, incluyendo la identificación de errores y anomalías, la corrección de datos incorrectos, y la eliminación de duplicados. Este proceso puede involucrar técnicas como la validación de datos, el uso de algoritmos de limpieza y la integración de datos de múltiples fuentes para asegurar la consistencia y precisión.

2.6.2 Test de Tukey

Según Yepes Piqueras (2022), el *test* de Tukey es un método comúnmente utilizado para la detección de valores atípicos debido a su simplicidad y efectividad. Este *test* se basa en el análisis del rango intercuartílico (IQR), que es la diferencia entre el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3) de un conjunto de datos. Como se muestra en la figura 3 un valor se considera atípico leve si se encuentra a una distancia de 1,5 veces el IQR desde uno de los cuartiles, y atípico extremo si está a una distancia de 3 veces el IQR. Este método es paramétrico y asume que la población de datos sigue una distribución normal.

Además, agrega que un valor atípico, u *outlier*, es una observación que numéricamente difiere significativamente del resto de los elementos de una muestra. Estos valores pueden causar problemas en la interpretación de los datos, ya que pueden distorsionar los resultados del análisis. La identificación y tratamiento de valores atípicos son cruciales, ya que estos pueden ser resultado de errores en la recolección de datos o de un comportamiento válido pero raro de la variable en estudio. Si los valores atípicos son debidos a errores, es apropiado eliminarlos. Sin embargo, si reflejan la aleatoriedad del proceso, deben conservarse. Existen varios métodos para detectar valores atípicos, incluyendo gráficos univariantes como histogramas y diagramas de caja y bigotes, análisis bivariantes con diagramas de dispersión y análisis de residuos, y métodos multivariantes mediante análisis de la matriz de residuos.

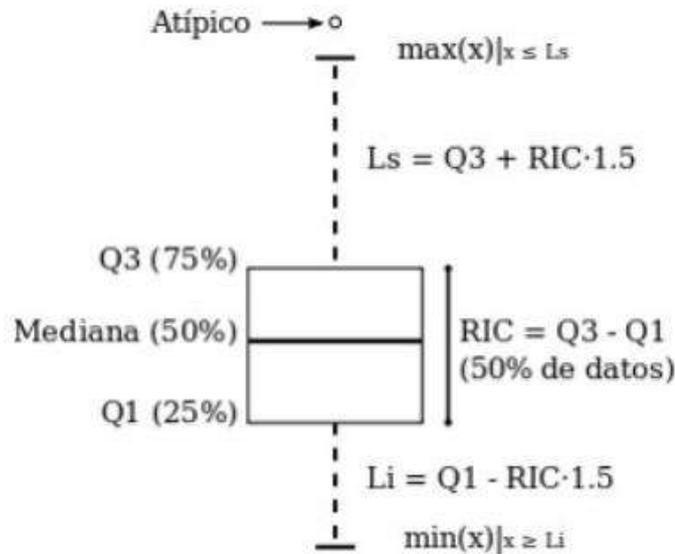


Figura 3: Valor atípico en el diagrama de caja y bigotes.
Fuente: Víctor Yepes Piqueras (2022)

2.6.3 Looker Studio

Looker Studio, anteriormente conocido como Google Data Studio, es una herramienta de visualización de datos que permite a los usuarios crear informes y *dashboards* interactivos y personalizados a partir de diversas fuentes de datos. Sus principales características y funcionalidades se describen a continuación (TechRepublic, 2023; Search Engine Land, 2023):

1. Conexión con múltiples fuentes de datos: Looker Studio puede integrarse con más de 650 fuentes de datos, incluidas plataformas de Google como Google Analytics, Google Ads y Google Sheets, así como con herramientas de terceros como Facebook, Twitter y CRM sistemas como Salesforce y HubSpot.
2. Modelado de datos: Utiliza el lenguaje de modelado LookML, lo que permite a los usuarios definir y organizar sus datos de una manera que facilite el análisis y la visualización. Este enfoque permite una integración más sencilla y eficiente de bases de datos SQL, proporcionando una visualización de datos más rápida y significativa.
3. Plantillas y personalización: Looker Studio ofrece una variedad de plantillas prediseñadas que los usuarios pueden personalizar según sus necesidades. Estas plantillas permiten ajustar colores, fuentes, y disposición de los datos para crear informes que se adapten a diferentes audiencias, desde directivos hasta equipos de marketing.

4. Interactividad y controles: Los informes en Looker Studio pueden incluir elementos interactivos como listas desplegables, controles deslizantes y rangos de fechas, que permiten a los usuarios explorar y filtrar los datos según sus necesidades específicas.
5. Colaboración y compartición: Al igual que con otros productos de Google, Looker Studio permite la colaboración en tiempo real, permitiendo a varios usuarios editar y comentar en los mismos informes. Además, los informes pueden ser compartidos fácilmente mediante enlaces, descargados o incrustados en otros sitios web.

2.7 Servitización

Según Porter (2005), la servitización se refiere al proceso mediante el cual las empresas no solo se dedican a la venta de productos, sino que también incorporan servicios basados en la información obtenida a través de tecnologías digitales. Este enfoque tiene como objetivo agregar valor y mejorar la satisfacción del cliente, convirtiéndose en un vector de innovación y un mecanismo clave para el desarrollo de capacidades organizacionales.

En este sentido, Krajewsky et al. (2008) destaca que la servitización de la información juega un papel fundamental en la capacidad de las empresas para adaptarse a las crecientes exigencias del mercado global, que demanda un mayor compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad social. Las organizaciones que forman parte de las cadenas de valor digitales deben integrar estos servicios basados en la información como un componente esencial de sus estrategias de valor agregado, especialmente en sectores competitivos donde los consumidores buscan no solo productos de alta calidad, sino también experiencias más personalizadas y sostenibles.

Por su parte, la Teoría de Recursos y Capacidades propuesta por Barney (1991) y Grant (1991) subraya la importancia de la servitización como fuente de ventaja competitiva. Según estos autores, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) necesitan combinarse con otros recursos estratégicos, como el capital humano y las relaciones con proveedores, para generar capacidades organizacionales que sean difíciles de imitar. En este contexto, la servitización de la información permite transformar los datos y el conocimiento en servicios que optimizan tanto los procesos internos como la oferta de valor para los clientes, alineándose con las demandas actuales de sostenibilidad y digitalización, tal como lo señala Doost Mohammadian (2022).

En definitiva, la servitización de la información se convierte en una estrategia fundamental para que las empresas, especialmente las PyME, puedan adaptarse a los

cambios tecnológicos y mantener su competitividad en un entorno global cada vez más orientado al servicio y digitalizado.

Según Niño (2017) el análisis de datos tiene un impacto significativo en las empresas al facilitar la servitización. A través de la explotación de los datos generados se pueden desarrollar nuevas competencias en la extracción de valor de dichos datos. Gracias a este conocimiento, las empresas pueden ofrecer servicios de valor añadido más especializados y seguir escalando en la oferta de servicios. La servitización de la información tiene una gran utilidad para la toma de decisiones en las empresas, algunos puntos claves que proporciona la servitización basada en el análisis de datos son:

- **Diferenciación y Competitividad:** La explotación de datos permite a las empresas diferenciarse en un mercado globalizado. Al ofrecer servicios basados en datos, pueden mejorar su competitividad y proporcionar un valor añadido que fortalece la relación con sus clientes.
- **Optimización de Procesos:** Los datos recolectados permiten a las empresas optimizar los procesos industriales donde se utilizan sus productos. Esto incluye asesoría y formación sobre el uso eficiente de los activos, lo generara un aumento en la eficiencia de los procesos.
- **Nuevas Competencias y Conocimiento:** La servitización basada en datos requiere que las empresas desarrollen nuevas competencias en la extracción de valor de datos. Además, les permite adquirir un conocimiento profundo de los procesos industriales de sus clientes y de los mercados en los que operan.
- **Beneficios Mutuos (Escenario *Win-Win*):** La servitización basada en datos crea un escenario de beneficios mutuos (*win-win*) donde las compañías pueden ofrecer servicios que aumentan el valor para los clientes y, al mismo tiempo, mejorar su propuesta de valor y fortalecer su posición en el mercado.
- ***Feedback* y Mejora Continua:** La captura y análisis de datos proporcionan un *feedback* valioso permitiendo a las empresas ajustar y mejorar continuamente el diseño de sus procesos, adaptándose mejor a las necesidades y usos reales de los clientes.

2.8 Inteligencia de negocios

La inteligencia de negocios (BI, por sus siglas en inglés) se define como una categoría amplia de aplicaciones y tecnologías para recolectar, almacenar, analizar y proporcionar acceso a datos con el objetivo de ayudar a los usuarios empresariales a tomar mejores decisiones de negocios (Turban et al. 2011). Por su parte, las herramientas de BI son un conjunto de metodologías, procesos, arquitecturas y tecnologías que transforman datos en bruto en información significativa y útil para fines empresariales (Watson, 2009). La inteligencia de negocios y analítica (BI&A) han emergido como una herramienta estratégica para las organizaciones que buscan aprovechar la toma de decisiones basada en datos y obtener una ventaja competitiva (Chen et al. 2012). El objetivo de la inteligencia de negocios es mejorar la puntualidad y la calidad de la entrada al proceso de decisión al hacer disponible información precisa a los tomadores de decisiones (Lönngqvist & Pirttimäki, 2006). En este sentido, las organizaciones están utilizando cada vez más herramientas de inteligencia de negocios y analítica para transformar datos en bruto en conocimientos que impulsen la estrategia competitiva y mejoren el rendimiento (Davenport & Harris, 2007).

Cordero Guzmán y Rodríguez López (2017) proponen la creación de tableros de control utilizando plataformas de Inteligencia de Negocios, siendo el Cuadro de Mando Integral el vínculo entre la tecnología, los objetivos y la estrategia organizacional. De esta forma es posible soportar las decisiones empresariales con información integral, confiable y segura

3. DESARROLLO

3.1 Relevamiento de procesos

El flujo de los procesos en la empresa distribuidora comienza con la toma de pedidos, que se realiza a través del contacto directo entre los clientes y los vendedores por medio de WhatsApp, cuyo enlace se encuentra disponible en la página web de la empresa. A través de este canal, los clientes pueden comunicarse de manera inmediata para realizar sus solicitudes.

La secuencia de operaciones se inicia en el proceso de almacén, comenzando con la preparación de los pedidos solicitados por los clientes y la recepción de mercancía por parte de los proveedores. El armado de pedidos y su posterior distribución a los domicilios correspondientes se efectúan al día siguiente de su solicitud. Alternativamente, se ofrece al cliente la opción de retirarlos directamente en el almacén.

Con el objetivo de efectuar un análisis y proponer indicadores adecuados, se realizó una evaluación de los procedimientos llevados a cabo en el área de operaciones, así como de los procesos estratégicos y de soporte que inciden en su funcionamiento.

Como se puede observar en la figura 4, el área de operaciones está conformada por 3 procesos principales: Almacén, Producción y Logística. A su vez estos procesos son desarrollados a partir de distintos subprocesos, los cuales se explican más adelante.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

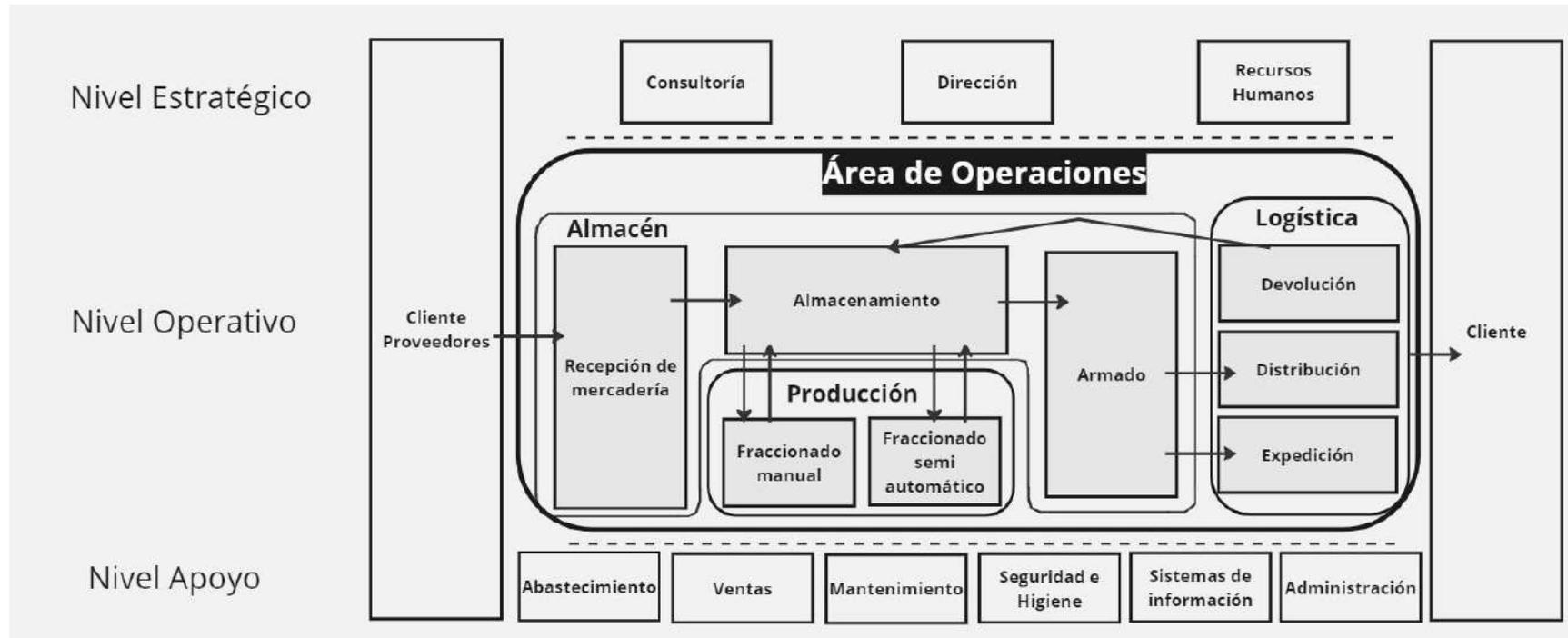


Figura 4: Mapa de procesos del área de operaciones.
Fuente: Elaboración propia

3.1.1 Almacén

El área de operaciones inicia sus procesos en el almacén, el cual está directamente conectado con los procesos de producción y logística. Este se encuentra integrado por tres subprocesos: Recepción de Mercadería, Almacenamiento y Armado.

Recepción de Mercadería

En este subproceso, en el área de recepción, se gestiona la mercadería recibida de los proveedores. El pedido es controlado por el coordinador de Almacén. A partir del remito recibido, se verifica que las cantidades coincidan con las indicadas en dicho documento y con lo solicitado por el área de compras. Asimismo, es responsabilidad del coordinador asegurar que el pedido se encuentre en perfectas condiciones y con la calidad adecuada. En caso de que estos requerimientos no se cumplan, la entrega es rechazada y se comunica al proveedor para que se efectúe el envío de un lote nuevo conforme a lo esperado. Si los requerimientos se cumplen, se procede a almacenar el lote.

Almacenamiento

Este subproceso consiste en gestionar los movimientos de las materias primas en el almacén. El coordinador no sólo es responsable de asegurarse de que se recepcione correctamente la mercadería proveniente de recepción, sino que también debe encargarse de que esta sea almacenada y registrada correctamente detallando su ubicación.

Por otro lado, este subproceso también consta de abastecer de mercadería al proceso de producción y al subproceso de armado. Para el caso de producción, se provee siempre y cuando requiera ser fraccionado un producto en particular. Para el resto de los casos se almacenan los productos en estanterías específicas para que el personal de armado pueda acceder fácilmente.

Armado

El proceso de armado consiste en preparar los pedidos realizados por los clientes en el transcurso del día. Cada pedido es registrado en una nota de pedido, internamente en la empresa llamado boleta, que detalla todos los productos solicitados por el cliente, la información del cliente y del vendedor, el total a pagar y la zona correspondiente (Norte, Sur, Puerto, Centro, Necochea, Tandil, Balcarce, entre otras).

En promedio, se arman aproximadamente 150 boletas por día. Cada boleta se clasifica como “BC” (Boleta Chica: menos de 5 líneas de pedido de artículos en la boleta), “BM” (Boleta Mediana: entre 5 y 15 líneas de pedido de artículos en la boleta) y “BG” (Boleta Grande: más de 15 líneas de pedido de artículos en la boleta).

Las tareas asociadas a este proceso son realizadas por cinco personas fijas encargadas de armar los pedidos, bajo la supervisión de un coordinador que asegura el cumplimiento de las tareas en tiempo y forma. En el caso de ser requerido, el coordinador puede tomar la decisión de asignar más personal al armado de pedidos, utilizando al personal de recepción y almacenamiento de mercadería. Para armar un pedido, cada armador toma una boleta y comienza a recoger los productos requeridos de las estanterías en el sector de *picking*.

Ocasionalmente, puede ocurrir que algunos productos necesarios para completar el pedido no se encuentren en las estanterías. Esta situación puede deberse a dos motivos:

1. La ausencia de materia prima del producto en el almacén.
2. El producto aún no ha sido fraccionado. En cuyo caso, el coordinador de almacén debe notificar al coordinador de producción esta ausencia de producto. Luego, este último es quien da la orden de iniciar la producción y así poder enviar el producto al cliente.

3.1.2 Producción

Gran parte de los productos que comercializa la empresa son: frutos secos y desecados; *mix* de frutos secos; semillas y derivados; legumbres y granos; cereales; harina y avenas; etc. Los cuales son vendidos en distintas presentaciones (1 kg, 3 kg, 5 kg).

Este proceso consiste en fraccionar los productos que requieran presentaciones particulares. Está conformado por dos subprocesos, el fraccionado manual y el semi-automático. Las tareas de este proceso son llevadas a cabo por cinco personas y son supervisadas por un coordinador. Este último debe asegurarse del correcto desempeño de los operarios y de que las tareas se efectúen de forma correcta.

Por otro lado, la planificación diaria de los artículos a fraccionar también es responsabilidad del coordinador de producción. A través de los informes de ventas mensuales, se pronostica la cantidad de unidades que deben ser fraccionadas de cada artículo por semana. Basándose en su experiencia en el área, el coordinador identifica los artículos más demandados durante la semana y analiza la cantidad disponible en el sector

de *picking* para luego indicar qué artículos serán fraccionados. Una vez determinados los productos que se fraccionarán en el día, la planificación se entrega al personal de producción para que proceda con el fraccionamiento de los productos en las cantidades correspondientes. Esta planificación se registra en una planilla denominada "Registro Fraccionado" que incluye la fecha, el código del artículo, la descripción del artículo, las unidades pronosticadas y las unidades producidas. Al final del día, el coordinador se encarga de registrar las unidades que fueron efectivamente producidas, dado que no siempre se cumple con la planificación inicial.

Aunque los operarios trabajan conforme a la planificación diaria, puede surgir la situación en la cual la demanda supere lo previsto, resultando en faltantes de artículos a granel en las estanterías. En estos casos, se da instrucciones al área de producción para fraccionar ciertos artículos no contemplados en la planificación bajo el motivo de "producción por demanda". Además de los motivos de "planificación" y "demanda", existe un tercer motivo denominado "reempaque". Este motivo se aplica a productos fraccionados que presentan defectos en su empaque y deben retornar a la sala de producción para ser reempacados. Cabe destacar, que ninguno de los motivos mencionados queda registrado en algún documento. A continuación, se detallan los dos subprocesos de producción:

Fraccionado Manual

Este subproceso implica únicamente la intervención del personal de forma directa. Lo operarios realizan la tarea de dividir o separar los productos con la utilización de cucharas dosificadoras y balanzas. De esta forma se asegura un mayor control de la calidad y el cumplimiento de los requerimientos de solicitados por la planificación.

Fraccionado Semi-Automático

Este subproceso involucra una combinación de intervención humana y automatización. Es decir, el operario debe introducir grandes cantidades de materia prima dentro de la máquina, y esta se encarga de fraccionarlas. Las ventajas que presenta este subproceso con respecto al manual son: un alto volumen de producción, en un tiempo significativamente menor; y un menor requerimiento de personal.

Es importante aclarar que no todos los artículos producidos por la empresa pueden ser fraccionados de manera semi-automática. En particular, los productos en formato de polvo, o aquellos que contienen sustancias líquidas o viscosas, no pueden ser fraccionados en la máquina. Esto se debe a que dichos productos tienden a adherirse a la maquinaria, ensuciándola y generando grandes desperdicios.

3.1.3 Logística

Este proceso, para la empresa en estudio, hace referencia sólo a la logística de distribución de pedidos. Su función es organizar y optimizar las rutas de transporte, asegurando entregas eficientes y puntuales. Es fundamental que se interrelacionen constantemente con los procesos de almacén y producción, intercambiando información y evitando así silos funcionales. De esta forma la empresa se asegura el cumplimiento de los requisitos y las necesidades de los clientes. El proceso de logística comprende los siguientes subprocesos: expedición, distribución y gestión de devoluciones.

Expedición

Este subproceso depende directamente de armado. Una vez listo el pedido, el personal de expedición se encarga de realizar la entrega a los clientes que hayan optado por retirar el pedido por la empresa. Parte de la tarea del personal de expedición es controlar, junto con el cliente, que el pedido se encuentre bien armado y con la calidad deseada. Una vez finalizado el control, se procede a realizar la carga de la mercadería en el vehículo del cliente. Otra de las funciones de este subproceso es la preparación de toda la documentación necesaria para la entrega de pedidos, asegurando un proceso fluido y sin contratiempos.

Distribución

Al igual que expedición, distribución depende de forma directa del subproceso de armado. Una vez que el pedido se encuentra listo, es cargado en cada uno de los vehículos de reparto para iniciar la ruta de entrega. Además, este subproceso abarca un conjunto de acciones estratégicas y operativas. Se llevan a cabo una minuciosa planificación y coordinación de las rutas de entrega con el objetivo de optimizar la eficiencia logística y cumplir con los plazos establecidos.

Devolución

En este subproceso se gestionan las devoluciones de pedidos por parte de los clientes. Estas se dan en los casos de que el cliente no esté conforme con la calidad del producto, o que el pedido haya sido mal armado (cantidades incorrectas, o productos incorrectos), sin cumplir con lo solicitado por el cliente.

Los repartidores son los encargados de retirar los pedidos que son devueltos, por el local donde fue entregado. Por otro lado, el personal de administración es el responsable de

generar notas de crédito a favor del cliente, otorgándole un saldo positivo para una futura compra.

Con respecto a los productos que reingresan a la empresa, si el motivo fue por pedido mal armado, estos se vuelven a almacenar. Caso contrario, es decir, si el motivo fue una inconformidad con la calidad, los productos en cuestión se desechan.

3.2 Análisis, definición de indicadores y propuesta inicial

Luego de relevar la información de la empresa y de los procesos, se realizó un relevamiento de los sistemas de información y de medición de desempeño. Esto con el fin de luego proponer indicadores que se adecúen a la estrategia organizacional y realizar una propuesta inicial del tablero.

3.2.1 Sistemas de información

La empresa utiliza varios sistemas de información, incluyendo Contagram, WhatsApp, Google Forms y Google Sheets, los cuales recopilan toda la información relacionada con la cadena de suministro.

Han optado por implementar Contagram como su sistema ERP principal. Aunque no aprovechan al máximo su capacidad, ya que no emplean la funcionalidad de gestión de stock, sí utilizan esta plataforma de manera efectiva para llevar a cabo la contabilidad integral de la empresa. Contagram desempeña un papel importante al permitir un seguimiento detallado de los ingresos y egresos, lo que facilita la toma de decisiones informadas y contribuye a una gestión financiera más eficiente. Este sistema funciona como una base de datos para la empresa, ya que cuenta con información detallada de clientes, proveedores, productos, movimientos y operaciones de compra-venta. Además, la utilización de este sistema para el área de operaciones es de gran importancia, ya que a partir de este se realiza la impresión de boletas para su posterior armado.

WhatsApp es el medio por el cual los clientes se comunican con los vendedores para realizar su pedido. A través de este los vendedores se encargan dar conocimiento de las ofertas semanales a los clientes y de tomar sus pedidos. Una vez solicitado el pedido, este es registrado en Contagram confirmando la orden de armado.

Además, la empresa utiliza formularios de Google, donde se registra la información relacionada a las boletas no entregadas, requerimientos de compras en base a las necesidades de cada área, entre otras.

Google Sheets por su parte es utilizado como la base de datos principal de la empresa. En esta herramienta no solo se vuelcan los datos registrados en los formularios, sino que también se documenta información perteneciente de todas las áreas de la empresa. Esto incluye datos de clientes, productos, proveedores, operaciones de compra-venta, contabilidad, recursos humanos, etc. La utilización de esta herramienta permite obtener información de fácil acceso para luego realizar un posterior análisis de datos.

A pesar de contar con sistemas de información previamente mencionados, la empresa enfrenta limitaciones significativas en el seguimiento detallado de las operaciones diarias en el área operativa. Estas restricciones han subrayado la necesidad urgente de implementar un tablero de control específico. Este tablero, que se desarrolla en el presente trabajo, se posiciona como una herramienta clave para agrupar la información y evaluar rigurosamente la eficiencia operativa, proporcionando así una base sólida para mejorar tanto la calidad del servicio como la satisfacción del cliente. Este enfoque estratégico permitirá a la empresa no solo optimizar sus procesos internos, sino también fortalecer su capacidad para cumplir con los estándares de calidad exigidos en un mercado competitivo y dinámico.

3.2.2 Sistemas de medición de desempeño

Como se hizo mención en la introducción, la empresa se encuentra en pleno crecimiento, y a lo largo de su actividad no ha implementado un sistema de medición de desempeño. Dada su rápida expansión en el sector, la complejidad de las operaciones y la necesidad de una mejora continua para satisfacer los requisitos de los clientes, resulta esencial la introducción de un sistema de medición de desempeño que se ajuste a las necesidades específicas de la empresa.

El objetivo de este trabajo consiste en implantar en la empresa un sistema de medición de desempeño a través de un cuadro de mando integral en tiempo real. Para lograrlo, se proponen una serie de indicadores diseñados para reflejar el desarrollo del sector de operaciones.

Mediante la recopilación de datos procedentes de los diversos sistemas de información de la empresa, almacenados en las hojas de cálculo de Google Sheets, se lleva a cabo un análisis exhaustivo. Luego, se realiza una limpieza de datos para calcular métricas y establecer objetivos. Una vez completado este proceso, se propone un tablero de control que permite a la empresa medir y controlar de manera precisa su desempeño en el área de operaciones.

3.2.3 Propuesta de indicadores

Una vez realizado el relevamiento del área de operaciones, de los sistemas de información y de medición de desempeño de la empresa, se identificaron los procesos y subprocesos más relevantes para evaluar su eficiencia. A partir de esta identificación, se diseñan un conjunto de indicadores con el objetivo de evaluar de forma efectiva el rendimiento del área. Estos se crean teniendo en cuenta la información detallada previamente en el marco teórico y asegurando que reflejen las mejores prácticas y estándares del sector. Dentro de estos indicadores, se seleccionan los más representativos e importantes para medir, basándose en las necesidades específicas de la empresa.

Al ser monitoreados regularmente, estos indicadores ofrecen una visión detallada del desempeño operativo, permitiendo controlar de forma más precisa los procesos y facilitando la toma de decisiones para mejorar la eficiencia y competitividad. Esta selección se realiza considerando las limitaciones inherentes a los sistemas de información existentes, asegurando así que puedan ser medidos con la información disponible o mediante la creación de formularios específicos. A continuación, se presentan los indicadores en cuestión, segmentados por cada proceso de operaciones:

Almacén

En la tabla 3 se pueden observar los indicadores correspondientes al proceso de almacén y su fórmula de cálculo. La descripción de cada indicador se detalla al final de la tabla.

KPI	Indicador	Subproceso	Fórmula	Periodo
KPI 1A	Cantidad de reclamos por producto no conforme calidad	Recepción de mercadería	$\sum \text{Reclamos por producto debido a incumplimiento de la calidad}$	Mensual
KPI 2A	Porcentaje de rotación de inventario por producto	Almacenamiento	$\frac{\text{Cantidad de ventas por producto} * 100}{\text{Inventario promedio del producto}}$	Mensual
KPI 3A	Porcentaje de ocupación del depósito	Almacenamiento	$\frac{\text{Espacio de almacenamiento ocupado}}{\text{Espacio de almacenamiento total}} * 100$	Mensual
KPI 4A	Porcentaje de precisión de pedidos armados	Armado	$\frac{\text{Cantidad de boletas armadas} - \text{Cantidad de errores de armado detectados en la empresa}}{\text{Cantidad total de pedidos}} * 100$	Mensual

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

KPI	Indicador	Subproceso	Fórmula	Periodo
KPI 5A	Porcentaje de precisión de armado de pedidos por armador	Armado	$\frac{\text{Cantidad de boletas armadas por armador} - \text{Cantidad de errores de armado por armador detectados en la empresa}}{\text{Cantidad total de pedidos por armador}} * 100$	Mensual
KPI 6A	Rendimiento de armado de pedidos por armador respecto al tiempo objetivo	Armado	$\frac{\text{Tiempo objetivo de armado} - \text{Tiempo real de armado}}{\text{Tiempo objetivo de armado}} * 100$	Mensual
KPI 7A	Cantidad de errores detectados previos a la entrega	Armado	$\sum \text{Errores detectados por el coordinador}$	Mensual
KPI 8A	Cantidad de errores en el armado detectados por el cliente	Armado	$\sum \text{Reclamos del cliente por errores en su pedido}$	Mensual
KPI 9A	Cantidad de boletas armadas	Armado	$\sum \text{Boletas armadas}$	Mensual
KPI 10A	Porcentaje de boletas controladas por el coordinador	Armado	$\frac{\text{Cantidad de boletas armadas registradas por el coordinador}}{\text{Cantidad de boletas armadas totales}} * 100$	Mensual
KPI 11A	Porcentaje de pedidos armados con éxito	Armado	$\frac{\text{Cantidad de boletas armadas} - \text{Cantidad de errores de armado recibidos por el cliente}}{\text{Cantidad de boletas armadas totales}} * 100$	Mensual

Tabla 3: Indicadores de almacén.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

Para una mayor comprensión de estos indicadores, a continuación, se define cada uno y se explica su utilización.

- KPI 1A: Este indicador permite contabilizar la cantidad de reclamos realizados por los clientes debido a problemas de calidad en los productos almacenados en un período determinado. Un alto número de reclamos sugiere que hay un problema significativo con la calidad de los productos. Al analizar la cantidad de reclamos por mala calidad, la empresa puede identificar tendencias que apunten a problemas específicos en el

proceso de producción, almacenamiento, manipulación del producto, o bien problemas con la calidad brindada por cada proveedor. Esto permite tomar acciones correctivas y preventivas para evitar que los productos defectuosos lleguen a manos del cliente, causando insatisfacción o devoluciones.

- KPI 2A: El principal objetivo del indicador de porcentaje de rotación de inventario es proporcionar información sobre la frecuencia con la que un producto se vende y se repone en un período determinado. Es crucial para entender la eficiencia con la que se está gestionando el inventario y puede ayudar a optimizar las decisiones de compra, almacenamiento y ventas.
- KPI 3A: Este porcentaje es un indicador que mide la eficiencia en el uso del espacio disponible en un almacén o depósito. Es importante para evaluar cómo se está utilizando el espacio de almacenamiento en comparación con la capacidad total disponible.
- KPI 4A: El porcentaje de precisión de armado de pedidos refleja la proporción de pedidos que se arman correctamente sin errores en comparación con el total de pedidos procesados. Un pedido armado correctamente incluye la cantidad exacta de los productos solicitados, con los artículos correctos y en las condiciones adecuadas. En este caso, para evaluar el porcentaje de precisión en el armado de pedidos, se consideran aquellos pedidos en los que el coordinador no detectó ningún error. Es decir, se toman en cuenta los pedidos que fueron armados correctamente sin necesidad de realizar ninguna modificación. Este indicador es fundamental para medir la eficiencia y la exactitud del proceso de preparación de pedidos, asegurando que los productos se envían correctamente a los clientes, lo cual minimiza las devoluciones y mejora la satisfacción del cliente.
- KPI 5A: Este indicador, similar al KPI 4A, refleja la proporción de pedidos que se armaron correctamente sin errores en comparación con el total de pedidos procesados, pero con la particularidad de analizar la precisión de pedidos por cada armador en específico. De esta manera, se permite evaluar la precisión individual de cada operario, identificando áreas de mejora y proporcionando información valiosa para la formación y el desarrollo del personal. Esto no solo optimiza el proceso de armado de pedidos, sino que también contribuye a mejorar la satisfacción del cliente al asegurar que los pedidos se cumplen con exactitud.
- KPI 6A: El rendimiento de armado de pedidos por armador respecto a un tiempo objetivo, es un indicador de productividad que mide la eficiencia de los trabajadores encargados de armar pedidos en comparación con un tiempo objetivo preestablecido para completar esa tarea. Este indicador es crucial para evaluar el desempeño

individual, identificar áreas de mejora y optimizar las operaciones de armado de pedidos.

- KPI 7A: El objetivo principal de este indicador es evaluar cuántos errores o defectos en el armado de pedidos fueron identificados por el coordinador y corregidos antes de que los pedidos lleguen a manos del cliente. Este indicador es de gran importancia para medir la efectividad de los controles internos y la capacidad de la empresa para garantizar la calidad y precisión de los pedidos antes de su entrega, minimizando así la insatisfacción del cliente y las devoluciones.
- KPI 8A: Este indicador mide la cantidad de errores o defectos en el armado de pedidos que los clientes han identificado y reportado después de la entrega. Es esencial para evaluar tanto la calidad del servicio percibida por los clientes como el desempeño del coordinador encargado de la detección de errores. Además, permite implementar mejoras en los procesos internos para reducir la ocurrencia de errores, incrementando así la satisfacción del cliente.
- KPI 9A: Este indicador evalúa la cantidad total de boletas preparadas durante un período de tiempo específico. Su utilidad se encuentra en la medición del volumen de preparación de pedidos, lo que permite compararlo con períodos anteriores y estimar la demanda futura.
- KPI 10A: Este indicador mide la proporción de boletas que se han controlado correctamente en comparación con el total de boletas armadas. Además, es relevante para evaluar el desempeño del personal a cargo del registro y control de cada una de las boletas. Un alto porcentaje indica que el coordinador está realizando un trabajo preciso y confiable en el registro y control de las boletas.
- KPI 11A: Es un indicador que evalúa la proporción de pedidos que se han armado y entregado sin errores en relación con el total de pedidos procesados dentro de un periodo de tiempo determinado. Este indicador es fundamental para medir la precisión y eficiencia del proceso de armado de pedidos y para garantizar la satisfacción del cliente. La presencia de un porcentaje inferior al 100% en este indicador se debe a la existencia de errores que no fueron detectados ni por el armador del pedido, ni por el coordinador encargado de supervisar su correcto armado, ni tampoco por el repartidor responsable de realizar un último control del pedido antes de cargarlo en el vehículo de entrega.

Producción

En la tabla 4 se muestran los indicadores correspondientes al proceso de producción y su fórmula de cálculo. Al final de la tabla se detalla la explicación de cada uno.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

KPI	Indicador	Subproceso	Fórmula	Periodo
KPI 1 P	Cantidad de unidades fraccionadas	Fraccionado Manual/ Semi Automático	\sum Unidades fraccionadas	Diario/ Semanal/ Mensual
KPI 2 P	Porcentaje de eficiencia en el fraccionado	Fraccionado Manual	$\frac{\text{Cantidad de kg fraccionados} * 100}{\text{Cantidad estándar de kg fraccionados}}$	Mensual
KPI 3 P	Porcentaje de cumplimiento de planificación	Fraccionado Manual	$\frac{\text{Cantidad de unidades producidas} * 100}{\text{Cantidad de unidades planificadas}}$	Mensual
KPI 4 P	Porcentaje de kg fraccionados reempacados	Fraccionado Manual	$\frac{\text{Cantidad de kg reempacados} * 100}{\text{Cantidad de kg fraccionados totales}}$	Mensual
KPI 5 P	Porcentaje de kg fraccionados a demanda	Fraccionado Manual	$\frac{\text{Cantidad de kg fraccionados a demanda} * 100}{\text{Cantidad total de kg fraccionados}}$	Mensual
KPI 6 P	Porcentaje de kg fraccionadas por planificación	Fraccionado Manual	$\frac{\text{Cantidad de kg fraccionados por planificación} * 100}{\text{Cantidad total de kg fraccionados}}$	Mensual
KPI 7 P	Porcentaje de utilización de la máquina fraccionadora	Fraccionado Semi Automático	$\frac{\text{Cantidad de unidades fraccionadas en la máquina} * 100}{\text{Cantidad total de unidades fraccionadas}}$	Mensual
KPI 8 P	Porcentaje de fraccionado manual	Fraccionado Manual	$\frac{\text{Cantidad de unidades fraccionadas manualmente} * 100}{\text{Cantidad total de unidades fraccionadas}}$	Mensual
KPI 9 P	Cantidad de kg producidos en un período de tiempo	Fraccionado Manual/ Semi - Automático	\sum Kg producidos en un determinado período	Hora/ Día/ Semana/ Mes
KPI 10P	Porcentaje de frecuencia de cumplimiento exitoso de la planificación	Fraccionado Manual/ Semi - Automático	$\frac{\text{Cantidad cumplimientos exitosos de la planificación} * 100}{\text{Cantidad de veces que se fraccionó}}$	Mes
KPI 11P	Porcentaje de frecuencia de sobreproducciones	Fraccionado Manual/ Semi - Automático	$\frac{\text{Cantidad de sobreproducciones} * 100}{\text{Cantidad de veces que se fraccionó}}$	Mes
KPI 12P	Porcentaje de frecuencia de producción insuficiente	Fraccionado Manual/ Semi - Automático	$\frac{\text{Cantidad de producciones insuficientes} * 100}{\text{Cantidad de veces que se fraccionó}}$	Mes

Tabla 4: Indicadores de producción.
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

A continuación, se realiza una descripción de los indicadores mostrados en la tabla 4 para una mejor comprensión de los mismos:

- KPI 1P: Este indicador mide el número total de unidades de productos que han sido fraccionadas en un período determinado. Es importante para evaluar la productividad

del área de fraccionado, planificar la producción futura y asegurar que se cumplen las demandas del mercado. Además, permite realizar comparaciones con períodos anteriores para identificar tendencias y áreas de mejora en el proceso de fraccionado.

- KPI 2P: Mide la relación entre la cantidad de producto fraccionado y la cantidad objetivo de producto a fraccionar en un período específico. Este indicador es de gran importancia para evaluar la precisión y efectividad del proceso de fraccionado.
- KPI 3P: El objetivo principal de este indicador es evaluar el grado de cumplimiento de la planificación de producción. Es decir, se compara la cantidad de unidades producidas en un determinado período, con respecto a las planificadas. Es un indicador clave para evaluar la efectividad y eficiencia del proceso de producción. Mantener un alto porcentaje en este indicador es esencial para asegurar que la producción se alinee con los objetivos estratégicos de la organización y para garantizar la satisfacción del cliente.
- KPI 4P: Es un indicador que evalúa la proporción de unidades que han sido fraccionadas nuevamente debido a algún tipo de defecto o problema durante el proceso inicial de fraccionado. El objetivo de este indicador es medir no solo el desempeño de los operarios dedicados al empaque, sino también a quienes se dedican a la manipulación de los productos terminados. La disminución del número de unidades fraccionadas reempacadas puede llevar a un aumento en la productividad reducción en los costos.
- KPI 5P: Mide la proporción de kilogramos que debieron ser fraccionados fuera del calendario de planificación debido a la falta de stock suficiente para satisfacer la demanda. Este indicador ayuda a evaluar la efectividad de la planificación y la capacidad de respuesta de la producción ante cambios en la demanda. Si el porcentaje de este indicador es alto y el porcentaje de cumplimiento de la planificación también lo es, indica que una gran parte de los productos tuvo que ser fraccionada fuera del horario planificado debido a la falta de disponibilidad en el área de *picking*. Esto sugiere que, aunque la planificación se cumple, hay una falta de previsión adecuada para cubrir picos de demanda o un fallo en la estimación de la cantidad necesaria. Por otra parte, si este indicador es alto y el porcentaje de cumplimiento de la planificación es bajo, la causa de la falta de stock se debería al incumplimiento de la planificación. Mantener este indicador bajo es esencial para garantizar la eficiencia de la planificación y que la producción esté alineada con la demanda real, evitando ineficiencias, problemas de stock y mejorando la capacidad de respuesta al mercado. Un alto valor en este indicador sugiere la necesidad de ajustar la planificación, ya que idealmente, la planificación debe ser precisa y

contemplar la evolución de la demanda para minimizar la necesidad de fraccionado a demanda.

- KPI 6P: Por contraparte de los KPI 4P y 5P, este indicador mide la proporción de kilogramos fraccionados según las órdenes establecidas en el plan de producción. Este indicador permite evaluar cómo el área de fraccionado sigue el plan de producción y su efectividad en cumplir con los requisitos establecidos para satisfacer la demanda semanal. Un alto valor refleja un buen seguimiento del plan de producción, lo cual es fundamental para la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.
- KPI 7P: Mide la cantidad de kilogramos que fueron fraccionados de manera semi-automática utilizando la máquina fraccionadora, sobre el total de kilogramos fraccionados en un período determinado. Este indicador permite analizar el grado de utilización y la eficiencia de la máquina fraccionadora en el proceso de producción.
- KPI 8P: Es un indicador que permite conocer qué parte de los kilogramos fraccionados corresponde al fraccionado realizado manualmente, en comparación con el total de kilogramos fraccionados en un período determinado. Este indicador es esencial para entender la proporción de trabajo manual en el proceso de fraccionado y para identificar oportunidades de mejora en términos de eficiencia y productividad.
- KPI 9P: Este indicador ofrece una visión cuantitativa de la producción durante un mes, desglosando esta cantidad en promedios semanales, diarios y por hora. Esta información es crucial para planificar la capacidad de producción, identificar tendencias de producción y evaluar el rendimiento individual del equipo.
- KPI 10: El objetivo de este indicador es medir la eficacia en el fraccionamiento de productos. Representa el porcentaje de ocasiones en que se logra cumplir con las cantidades planificadas de producción de los diferentes productos, sin excederse ni quedarse por debajo de lo requerido.
- KPI 11P: Por su parte, este indicador cuantifica la proporción de veces en las que se produce una cantidad mayor a la especificada en la planificación, es decir, cuando se fracciona más de lo planificado. Permite medir el nivel de desviación con respecto a las metas establecidas, destacando el porcentaje de artículos que se produjeron por demás en relación con las cantidades planificadas.
- KPI 12P: Por último, dicho indicador cuantifica la proporción de veces en las que se produce una cantidad inferior a la especificada en la planificación, es decir, cuando se fracciona menos de lo requerido. Permite medir el nivel de desviación con respecto a las metas establecidas, resaltando el porcentaje de artículos que se produjeron por debajo de las cantidades planificadas.

Logística

En la tabla 5 se presentan los indicadores correspondientes al proceso de logística y su fórmula de cálculo. Debajo de la tabla se detalla la explicación de cada uno.

KPI	Indicador	Subproceso	Fórmula	Periodo
KPI 1L	Porcentaje de boletas entregadas con éxito	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de boletas entregadas} * 100}{\text{Cantidad de boletas totales}}$	Mensual
KPI 2L	Cantidad de boletas repartidas	Distribución	$\sum \text{Boletas repartidas}$	Mensual
KPI 3L	Cantidad de kilómetros recorridos	Distribución	$\sum \text{Kilómetros recorridos en total}$	Mensual
KPI 4L	Cantidad de kilómetros recorridos por repartidor	Distribución	$\sum \text{Kilómetros recorridos por repartidor}$	Mensual
KPI 5L	Cantidad de kilómetros por boleta	Distribución	$\frac{\text{Cantidad total de kilómetros recorridos}}{\text{Cantidad total de boletas}}$	Mensual
KPI 6L	Cantidad de kilómetros por boleta por repartidor	Distribución	$\frac{\text{Cantidad total de kilómetros recorridos por repartidor}}{\text{Cantidad total de boletas repartidas por repartidor}}$	Mensual
KPI 7L	Porcentaje de boletas no entregadas por cancelación de pedido	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de boletas no entregadas por cancelación de pedido} * 100}{\text{Cantidad total de boletas no entregadas exitosamente}}$	Mensual
KPI 8L	Porcentaje de boletas no entregadas por ausencia del cliente en el horario pactado	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de boletas no entregadas por cliente ausente en horario pactado} * 100}{\text{Cantidad total de boletas no entregadas no exitosamente}}$	Mensual
KPI 9L	Porcentaje de boletas no entregadas por incumplimiento de horario por parte del repartidor	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de boletas no entregadas por local cerrado} * 100}{\text{Cantidad total de boletas no entregadas exitosamente}}$	Mensual
KPI 10L	Porcentaje de boletas no entregadas por falta de pago	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de boletas no entregadas por falta de pago} * 100}{\text{Cantidad total de boletas no entregadas exitosamente}}$	Mensual

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

KPI	Indicador	Subproceso	Fórmula	Periodo
KPI 11L	Porcentaje de boletas no entregadas por error en la facturación	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de boletas no entregadas por error en la facturación}}{\text{Cantidad total de boletas no entregadas exitosamente}} * 100$	Mensual
KPI 12L	Porcentaje de boletas no entregadas por mal armado	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de boletas no entregadas mal armadas}}{\text{Cantidad total de boletas no entregadas exitosamente}} * 100$	Mensual
KPI 13L	Porcentaje de boletas no entregadas por otros motivos	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de boletas no entregadas por otros motivos}}{\text{Cantidad total de boletas no entregadas exitosamente}} * 100$	Mensual
KPI 14L	Porcentaje de km recorridos por zona	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de km recorridos por zona}}{\text{Cantidad total de km recorridos}} * 100$	Mensual
KPI 15L	Porcentaje de utilización de cada móvil respecto a su promedio de uso	Distribución	$\frac{\text{Cantidad de km recorridos por móvil}}{\text{Cantidad promedio de km recorridos por móvil}} * 100$	Mensual
KPI 16L	Porcentaje de devoluciones	Devolución	$\frac{\text{Cantidad de devoluciones de pedidos}}{\text{Cantidad total de pedidos}} * 100$	Mensual

Tabla 5: Indicadores de logística.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

Como se hizo previamente con los indicadores de almacén y producción, a continuación, definen los indicadores de logística para una mayor comprensión:

- KPI 1L: Este indicador mide la proporción de boletas que se han entregado correctamente a los clientes en comparación con el total de boletas generadas. Su propósito es evaluar la efectividad del proceso de entrega de pedidos a los clientes, asegurando que las boletas lleguen a su destino como se esperaba. Además, proporciona información clave para mejorar la logística de entrega y aumentar la satisfacción del cliente.
- KPI 2L: Mide el número total de boletas entregadas a los clientes durante un período de tiempo específico. El objetivo de este indicador es evaluar el volumen de entregas realizadas, proporcionando información clave sobre la eficiencia y capacidad de la operación de distribución. Este indicador es fundamental para entender y para planificar recursos.
- KPI 3L: El objetivo de este indicador es mostrar la distancia total recorrida por todos los vehículos de la empresa durante un período determinado. Proporciona una visión global de la actividad de la flota, permitiendo evaluar el nivel de utilización de los

vehículos y optimizar la eficiencia operativa. Es fundamental para la gestión de la logística, el mantenimiento de la flota y también para la planificación de rutas.

- KPI 4L: Este indicador es un derivado del anterior, enfocado en medir la distancia total que cada repartidor ha recorrido en un período específico. Es fundamental para evaluar la eficiencia y la productividad individual de los repartidores en actividades de entrega y distribución. Proporciona una visión detallada del desempeño de cada miembro del equipo de reparto, permitiendo identificar oportunidades de mejora.
- KPI 5L: Este indicador muestra la distancia promedio recorrida por cada boleta entregada durante un período específico. Proporciona una medida de la eficiencia en la distribución, permitiendo evaluar el costo logístico asociado a cada boleta entregada. Es esencial para optimizar las rutas de entrega, minimizar los costos operativos y mejorar la eficiencia en la distribución de pedidos.
- KPI 6L: A diferencia del KPI 5L, este indicador muestra la distancia promedio recorrida por cada boleta entregada por cada repartidor durante un período específico. Permite evaluar la eficiencia individual de cada repartidor en términos de distancia recorrida por boleta entregada. Al igual que el anterior, es esencial para optimizar las rutas de entrega, minimizar los costos operativos y mejorar la eficiencia en la distribución de pedidos.
- KPI 7L: Su objetivo es medir la proporción de pedidos que no se entregaron al cliente debido a una cancelación. Esta cancelación puede darse por parte del cliente o de la empresa. Este indicador proporciona información valiosa sobre la efectividad del proceso de gestión de pedidos.
- KPI 8L: Este indicador tiene como objetivo evaluar el porcentaje de boletas que no se entregaron dentro del horario de entrega acordado debido a que el local estaba cerrado o el cliente estaba ausente. Es importante para identificar la efectividad de la coordinación entre la empresa y el cliente en cuanto a la programación de entregas.
- KPI 9L: El objetivo de este indicador es medir la proporción de boletas que no se entregaron dentro del horario acordado debido a un incumplimiento por parte del repartidor. Es crucial para evaluar la puntualidad y confiabilidad del equipo de reparto, así como para identificar posibles áreas de mejora en la gestión de rutas y tiempos de entrega. La mejora en este indicador puede conducir a una mayor satisfacción del cliente y a una operación logística más eficiente.
- KPI 10L: Este indicador mide la proporción de pedidos no entregados debido a la falta de pago por parte del cliente en el momento de la entrega.
- KPI 11L: Este indicador mide el porcentaje de boletas no entregadas debido a errores en el proceso de facturación. Estos errores pueden incluir fallos en la emisión

de la factura, discrepancias en los datos del cliente o problemas con la codificación de productos o precios. Al igual que el indicador anterior, aunque las causas de estos errores no dependen directamente del área de operaciones, son importante medirlos para identificar las diferentes causas de las boletas no entregadas.

- KPI 12L: Este indicador mide la proporción de boletas no entregadas debido a errores en el proceso de armado de los pedidos. Es importante para evaluar la precisión y la calidad del proceso de preparación de los pedidos, permitiendo identificar áreas de mejora en la eficiencia y la precisión del proceso de armado.
- KPI 13L: Este indicador mide el porcentaje de boletas no entregadas debido a motivos específicos no abordados anteriormente, en comparación con el total de boletas.
- KPI 14L: Es un indicador que evalúa la distancia total en kilómetros que demanda recorrer una zona geográfica determinada. Es relevante para la gestión logística y de distribución y proporciona información sobre la eficiencia en el uso de recursos, la planificación de rutas y la optimización de la distribución.
- KPI 15L: El objetivo de este indicador es calcular el porcentaje de utilización de un vehículo en un período determinado en comparación con su promedio de uso histórico en el mismo período. Proporciona una medida de la eficiencia en la utilización de cada vehículo, permitiendo identificar si se está utilizando más o menos de lo habitual.
- KPI 16L: Este indicador mide la proporción de pedidos que han sido devueltos en comparación con el total de pedidos entregados. Es de gran importancia en la gestión logística ya que permite evaluar la efectividad del proceso de entrega y la satisfacción del cliente. Un alto porcentaje de devoluciones puede indicar problemas en la calidad del producto, en la gestión de inventario o en el proceso de entrega, lo que requiere acciones correctivas para mejorar la eficiencia y la experiencia del cliente.

3.2.4 Diseño de la maqueta inicial del tablero de control

A continuación, se presenta la maqueta inicial del tablero teniendo en cuenta los indicadores propuestos previamente. El diseño comprende cuatro páginas. La primera corresponde al tablero general, en el cual se muestran los indicadores más relevantes, aquellos que permiten llevar el control sin entrar en detalles. Luego se agrega una página por cada proceso, en donde se puede ver en detalle el desempeño de cada uno. Todas las páginas cuentan con la posibilidad de utilizar el filtro de "Año-Mes", y con la posibilidad de

desplazarse hacia las diferentes páginas, gracias al panel de navegación. En la figura 5 se exhibe la solapa general del tablero:



Figura 5: Solapa general de la maqueta del tablero.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede notar en la figura 5, la estructura de la página general cuenta con el panel de filtros situado en la esquina superior izquierda, y la solapa de navegación en la parte inferior. Dentro se puede observar la distinción de colores para los diferentes indicadores, haciendo referencia al proceso que pertenecen. En color azul se presentan los indicadores correspondientes a almacén, en negro los de producción y en verde los de logística. En esta página se encuentran los siguientes indicadores:

- Para el proceso de Almacén:
 - Cantidad de boletas armadas: Es una tarjeta que refleja el indicador de "Cantidad de boletas armadas" (KPI 9A).
 - Porcentaje de ocupación del depósito (KPI 3A): Muestra el indicador en formato de reloj de control.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

- Porcentaje de pedidos armados con éxito (KPI 11A): Al igual que el anterior, exhibe el indicador en formato de reloj de control, y se lo compara con un valor objetivo.
- Comparativo evolutivo de errores detectados previos a la entrega vs detectados por el cliente: Es un gráfico de barras que muestra la evolución de dos indicadores a lo largo del tiempo: "Cantidad de errores detectados previos a la entrega" (KPI 7A) y "Cantidad de errores detectados por el cliente" (KPI 8A). El gráfico compara ambas barras para ilustrar las tendencias de estos errores. Este gráfico no interactúa con el filtro, para mantener la visualización de la evolución mensual.
- Para el proceso de Producción:
 - Porcentaje de cumplimiento de la planificación (KPI 3P): Se presenta el indicador en formato de reloj de control, comparándolo con un valor objetivo.
 - Porcentaje de eficiencia en el fraccionado (KPI 2P): Al igual que el anterior, también se muestra en formato de reloj de control, comparándolo con un valor objetivo.
- Para el proceso de Logística:
 - Porcentaje de boletas entregadas exitosamente (KPI 1L): Se presenta el indicador en formato de reloj de control, comparado con un valor objetivo.
 - Kilómetros por boleta (KPI 5L): El indicador se muestra en formato de tarjeta.
 - Cantidad de boletas repartidas (KPI 2L): Al igual que el anterior, este indicador también se expone en formato de tarjeta.

El objetivo de la página general es tener un control superficial de los distintos procesos del área de operaciones. Es por ello que se enseñan los indicadores más relevantes.

Para profundizar en los detalles de cada proceso, se incorpora una hoja específica para cada uno, lo que permite al personal jerárquico conocer en detalle su funcionamiento. A continuación, se muestran las páginas correspondientes.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.



Figura 6: Solapa de almacén de la maqueta del tablero.
Fuente: Elaboración propia.

La figura 6 muestra la página correspondiente al proceso de almacén. En cuanto a la estructura general, se mantiene el mismo formato que en la página general, con el filtro situado en la esquina superior izquierda, y el panel de navegación en la parte inferior. En la parte superior se encuentran los KPI's:

- Cantidad de boletas armadas: Es el mismo que se encuentra en el tablero general, y refleja el indicador de "Cantidad de boletas armadas" (KPI 9A) en una tarjeta.
- Porcentaje de ocupación del depósito (KPI 3A): También, el mismo se encuentra en el tablero general, pero aquí se enseña en formato de tarjeta.
- Porcentaje de boletas controladas por el coordinador (KPI 10A): Se exhibe al indicador en formato de tarjeta.
- Porcentaje de precisión de pedidos armados (KPI 4A): refleja el indicador también en formato de tarjeta.
- Porcentaje de pedidos armados con éxito (KPI 11A): Al igual que todos los anteriores, se muestra al indicador en formato de tarjeta.

Debajo de ellos se encuentran visualizaciones que detallan el funcionamiento del área, como lo son:

- Ranking de productos reclamados no conforme calidad (KPI 1A): Es una tabla que utiliza el indicador "Cantidad de reclamos por producto no conforme calidad" (KPI 1A), y exhibe los productos de mayor cantidad de reclamos en formato de ranking.
- Ranking de productos con mayor rotación de inventario (KPI 2A): También es una tabla, pero en este caso se enseñan los productos con mayor porcentaje de rotación de inventario.
- Rendimiento de armado de pedidos por armador respecto al tiempo objetivo (KPI 6A): Gráfico de barras horizontales que muestra el rendimiento de cada armador comparándolo con un valor objetivo.
- Errores detectados previos a la entrega vs detectados por el cliente: Al igual que el que se expone en el tablero general, este es un gráfico de barras que compara los indicadores: "Cantidad de errores detectados previos a la entrega" (KPI 7A) y "Cantidad de errores detectados por el cliente" (KPI 8A), en un mismo gráfico. Pero en este caso con la particularidad que no se muestra fijado en el evolutivo anual, sino que lo hace según el "Año-mes" seleccionado.
- Porcentaje de precisión de armado de pedidos por armador (KPI 5A): También es un gráfico de barras que compara la precisión de armado de pedidos de todos los armadores.

La siguiente página, en orden, corresponde al proceso de producción. En la figura 7 se presenta su diseño:

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

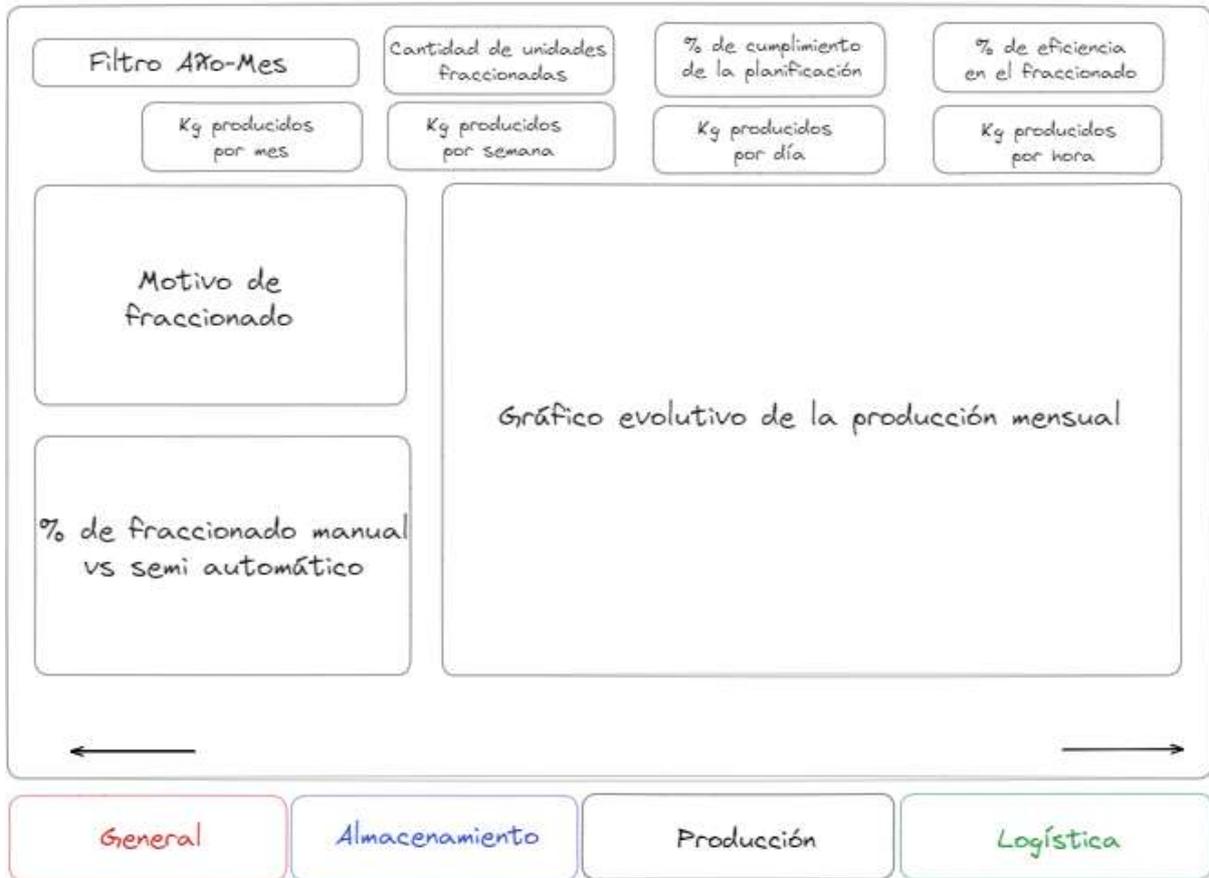


Figura 7: Solapa de producción de la maqueta del tablero.
Fuente: Elaboración propia.

Nuevamente se puede ver que, en cuanto a la estructura general, se mantiene el formato preestablecido en las dos páginas anteriores, el filtro en la esquina superior izquierda y el panel de navegación en la parte inferior. En la parte superior se encuentran en formato tarjeta los siguientes indicadores:

- Cantidad de unidades fraccionadas (KPI 1P).
- Porcentaje de cumplimiento de la planificación (KPI 3P).
- Porcentaje de eficiencia en el fraccionado (KPI 2P).
- Kilogramos producidos por mes (KPI 9P).
- Kilogramos producidos por semana (KPI 9P).
- Kilogramos producidos por día (KPI 9P).
- Kilogramos producidos por hora (KPI 9P).

Luego, inmediatamente debajo, se muestran visualizaciones complementarias que describen también el funcionamiento del proceso. Estos son:

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

- Motivo de fraccionado: Es un gráfico de barras que compara en diferentes barras los indicadores: “Porcentaje de kg fraccionados reempacados” (KPI 4P), “Porcentaje de kg fraccionados a demanda” (KPI 5P), “Porcentaje de kg fraccionados por planificación” (KPI 3P).
- Porcentaje de fraccionado manual versus semiautomático: También es un gráfico de barras, pero en este caso, se comparan los indicadores: “Porcentaje de utilización de la máquina fraccionadora” (KPI 7P) y “Porcentaje de fraccionado manual” (KPI 8P).
- Gráfico evolutivo de unidades fraccionadas: Es un gráfico de líneas que muestra la evolución del indicador “Cantidad de unidades fraccionadas” (KPI 1P) a lo largo del tiempo, independientemente de si se aplique el filtro de período.

La última página del tablero corresponde al proceso de logística. Su diseño se presenta en la figura 8:



Figura 8: Solapa de logística de la maqueta del tablero.
Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que se mantiene la estructura planteada a lo largo de todo el tablero. Con respecto a los indicadores también se sitúan en la parte superior y se muestran en formato de tarjeta. A continuación, se los menciona:

- Porcentaje de boletas entregadas con éxito (KPI 1L).
- Porcentaje de devoluciones (KPI 16L).
- Cantidad de kilómetros recorridos (KPI 3L).
- Cantidad de boletas repartidas (KPI 2L).
- Kilómetros por boleta (KPI 5L).

Debajo de los indicadores se encuentran cinco visualizaciones que ayudan a evaluar el funcionamiento del proceso. Estas son:

- Ranking de repartidores con más kilómetros recorridos: Es un gráfico de barras que compara el indicador "Cantidad de kilómetros recorridos por repartidor" (KPI 4L) entre los distintos repartidores, ordenado de mayor a menor.
- Kilómetros por boleta, segmentado por repartidor: Es otro gráfico de barras que compara a los distintos repartidores a través del indicador: "Cantidad de kilómetros por boleta por repartidor" (KPI 6L).
- Motivos de entregas no exitosas: En esta visualización, se engloban y se comparan, a través de un gráfico de barras los siguientes indicadores: "Porcentaje de boletas no entregadas por cancelación de pedido" (KPI 7L), "Porcentaje de boletas no entregadas por ausencia del cliente en el horario pactado" (KPI 8L), "Porcentaje de boletas no entregadas por incumplimiento de horario por parte del repartidor" (KPI 9L), "Porcentaje de boletas no entregadas por falta de pago" (KPI 10L), "Porcentaje de boletas no entregadas por error en la facturación" (KPI 11L), "Porcentaje de boletas no entregadas por mal armado" (KPI 12L) y "Porcentaje de boletas no entregadas por otros motivos" (KPI 13).
- Porcentaje de zonas con más kilómetros recorridos: Se comparan, a través de un gráfico de barras, las diferentes zonas en base al indicador "Porcentaje de kilómetros recorridos por cada zona" (KPI 14L).
- Porcentaje de utilización de cada móvil respecto a su promedio de uso: Es un gráfico de barras que compara a los diferentes móviles, en base al indicador "Porcentaje de utilización de cada móvil respecto a su promedio de uso" (KPI 15L).

Se puede notar que la variedad de recursos visuales que se utilizan es limitada. Se emplean principalmente gráficos de barra, tarjetas, relojes de control y tablas. Esta elección se realiza con el objetivo de facilitar la experiencia de lectura para el usuario. Al homogeneizar las visualizaciones, se minimiza la necesidad de que el usuario dedique tiempo extra en descifrar y comprender cada elemento visual. En su lugar, se simplifica y hace más accesible la interpretación de la información, lo que contribuye a una experiencia más fluida y agradable para el usuario. Esto con el objetivo de maximizar la eficiencia en la toma de decisiones.

Una vez finalizado el diseño de las maquetas, se pactó una reunión con el jefe de operaciones de la empresa y con el director. Esto con el objetivo de presentar la propuesta de indicadores, junto con el prototipo del tablero y obtener una devolución por parte de la empresa.

3.3 Tablero de control definitivo

Tras recibir la retroalimentación sobre la maqueta inicial del tablero de control y los indicadores propuestos, se consideró la opinión del jefe de operaciones y del director de la empresa acerca de los indicadores que debían ser prioritarios y cuáles no eran de interés para la empresa. En base a esta información, se procede a crear los formularios correspondientes para la recopilación de los datos necesarios para su posterior desarrollo. Luego, se selecciona la herramienta de inteligencia de negocios más adecuada para el proyecto y se diseña el tablero de control definitivo, asegurando así que se alinee con las prioridades y necesidades operativas identificadas.

3.3.1 Selección de fuentes de información y base de datos

El proceso de creación del tablero de control comienza con la selección de fuentes de información que permitan obtener una visión detallada de la cadena de suministro de la empresa. Se destacan Contagram, WhatsApp y Google Forms como elementos clave, aunque su papel es indirecto, ya que la información que recopilan se canaliza hacia Google Sheets, donde se centralizan y gestionan los datos de manera integral. Por lo tanto, esta última herramienta es la que se utiliza como fuente de información principal.

Ya teniendo definidos por la gerencia los indicadores a considerar en el tablero de control, se realiza un análisis de la información necesaria para el desarrollo de cada uno de estos. Al detectar que la empresa no cuenta con toda la información necesaria para el desarrollo de los indicadores, se procede a diseñar e implementar una serie de formularios y planillas que deben ser completados en cada proceso del área de operaciones. Esto tiene

como objetivo recopilar y documentar la información para un posterior análisis y la posibilidad de calcular los KPIs que se visualizan en el tablero de control. A continuación, se mencionan los formularios y planillas:

Proceso de Almacén

Subproceso de Armado: Este formulario, denominado "PR-Armado", genera un registro detallado y permite dar seguimiento al flujo de trabajo e identificar problemas recurrentes. Además, facilita la trazabilidad y el análisis de datos para mejorar la planificación y la precisión en la preparación de pedidos, contribuyendo así a la optimización del proceso de armado. La información que se debe completar es la siguiente:

- Marca temporal: se registra la fecha y hora en que se completa el formulario.
- Id Boleta: se registra el número de identificación de la boleta. Cada boleta tiene un número de identificación único.
- Armador: se registra el nombre del armador de cada boleta.
- Recorrido: en este campo se registra la zona geográfica a la cual es destinado el pedido.
- Hora de entrega: se registra la hora en la que el coordinador le entrega la boleta al armador.
- Hora fin: se registra la hora en la que el armador de la boleta termina de armar el pedido.
- Tipo de boleta: se registra el tipo de boleta de acuerdo con la cantidad de líneas de pedido de artículos en referencia a los artículos requeridos por cada cliente, clasificándolos de la siguiente manera: BC (Boleta Chica), BM (Boleta Mediana), BG (Boleta Grande).
- Error de producto: se registra como error de producto si el armador toma un producto de la estantería que no es el adecuado.
- Error de cantidad: se registra error de cantidad si el armador toma unidades no acordes a las necesarias.

Proceso de producción

Con el propósito de optimizar la planificación de producción, se procede a modificar el método de recolección de datos, obteniendo un cálculo más preciso del pronóstico de unidades a fraccionar, en contraste con el método anteriormente utilizado. Ahora, el pronóstico se basa en las ventas semanales en lugar de las mensuales. Esta actualización permite considerar la evolución de las ventas semanales, especificando así las cantidades

de artículos necesarios en stock para satisfacer la demanda semanal hasta la semana siguiente.

Por otro lado, considerando que la empresa no registra el motivo del fraccionado, el stock disponible y las unidades que deberían producirse según el pronóstico y el stock disponible, se procede a modificar la hoja de cálculo denominada "Registro Fraccionado", añadiendo los siguientes campos:

- Unidades planificadas.
- Stock: se registra el stock disponible de los artículos planificados.
- Origen del producto: se especifica el motivo del fraccionado (a demanda, por planificación, o por reempaque).

Utilizando estos datos, el sistema planifica las unidades a producir de cada artículo para alcanzar los niveles pronosticados, calculando la diferencia entre lo pronosticado y el stock disponible. Esta planificación se imprime y se entrega al personal de producción, donde los operarios se encargan de producir las cantidades planificadas.

Por otro lado, se crea un formulario llamado "PR-Fraccionado" que, al finalizar la jornada, el personal de producción completa para registrar los productos fraccionados durante el día. Esto permite realizar un análisis de la eficiencia de la producción y planificación. Los datos que se ingresan son los siguientes:

- Fecha de Producción.
- Origen del producto: se especifica el motivo del fraccionado (a demanda, por planificación, o por reempaque).
- Modalidad: se especifica si el fraccionado es realizado de forma manual o semiautomática a través de la máquina fraccionadora.
- Código de producto.
- Cantidad de unidades fraccionadas.
- Nombre del operario encargado de cargar la información.

Una vez completado el formulario, los datos se almacenan automáticamente en una hoja de cálculo de Google Sheets. Posteriormente, esta información junto con la del documento "Registro Fraccionado" se utiliza para crear los indicadores del proceso de producción.

Proceso de logística

Subproceso de distribución: Para este subproceso se diseña un formulario, con el nombre de “PR-Logística”, que los repartidores deben completar diariamente. Este permite un posterior análisis del desempeño de los repartidores, teniendo en cuenta aspectos como las zonas de reparto, las distancias recorridas y cantidad de boletas. También permite hacer un seguimiento de la utilización de los móviles de la empresa. La información que se debe completar en la siguiente:

- Marca temporal.
- Nombre del repartidor.
- Unidad móvil asignada: se registra la patente del vehículo.
- Zona.
- Kilometraje inicial.
- Kilometraje final.
- Cantidad de boletas.
- Horario de salida.

Los formularios y planillas mencionados anteriormente se completan de manera diaria. A partir de la información registrada, se procede a documentarla en hojas de cálculo de Google Sheets para la creación de indicadores. De esta manera, se puede medir el desempeño del área de operaciones.

A continuación, se mencionan los sistemas de información con los que la empresa ya contaba y que son utilizados en el análisis de datos. Estas fuentes de información están relacionadas con los pedidos que no pudieron ser entregados por distintos motivos y los reclamos realizados por los clientes. Esta información es de gran importancia, ya que se combina con las fuentes de información creadas para este trabajo y aporta datos que permiten el desarrollo de los KPIs.

- Registro de Boletas no entregadas (B.N.E): Este documento es una planilla de Google Sheets que brinda información sobre los pedidos que no han sido entregados. La información se registra a través de un formulario de Google por el personal de logística. Cada vez que un pedido no es entregado por algún motivo en particular, se debe completar este formulario, y esta información se vuelca de forma automática en una hoja de cálculo de Google Sheets. Cada vendedor tiene acceso a este documento, donde puede visualizar cada pedido no entregado y su motivo, permitiendo así comunicarse con el cliente para pactar un nuevo envío. A

continuación, se menciona la información que es registrada por el personal de logística en el formulario:

- Marca temporal: se registra la fecha y la hora en la que el pedido no es entregado.
- Registrado por: se registra el nombre del personal de logística que completa el formulario.
- Número de boleta: se registra el número correspondiente a la boleta.
- Cliente: se registra el nombre del cliente al cual no es entregado el pedido.
- Motivo: se registran los motivos por los cuales no es entregado el pedido.
- Vendedor: se registra el nombre del vendedor que gestiona ese pedido.
- Registro de Devoluciones: En este documento se registran todas las devoluciones de productos realizadas por los clientes. Estas son registradas en una planilla de Google Sheets por el vendedor a cargo del pedido. Este registra una devolución en la planilla en el momento en que el cliente realiza un reclamo de un producto específico debido a una inconformidad. Este documento está compartido con el área de logística para indicar que se debe pasar por la dirección del cliente para retirar el producto, o bien para informar que el cliente llevará el producto a la empresa para que sea cambiado. Una vez que el pedido es ingresado nuevamente a la empresa, es responsabilidad del coordinador de logística registrar la confirmación de la devolución en este documento. Los campos que deben completarse son los siguientes:
 - Número de boleta: se registra el número correspondiente a la boleta.
 - Cliente: se registra el nombre del cliente que devuelve el pedido.
 - Código: se registra el código del producto, es decir, el número de identificación.
 - Cantidad: se registran las cantidades devueltas.
 - Motivo: se registra el motivo de la devolución.
 - Zona: se registra la zona geográfica a la cual es destinado el pedido.
 - Repartidor: se registra el nombre del personal encargado de traer el pedido a la empresa.
 - Vendedor: se registra el nombre del vendedor que gestiona ese pedido.
 - Fecha: se registra la fecha en la que es devuelto el producto.
 - Devolución: en este campo, el coordinador de logística confirma que la devolución del producto ha sido realizada.

- Registro de Boletas Impresas: Este documento, al igual que los anteriores, es una planilla de Google Sheets en la que se registra la cantidad de pedidos que realizan los clientes cada día, clasificándolos por zona. Esta información la registra el coordinador de almacén mediante un formulario de Google. Diariamente, el coordinador imprime cada boleta, las cuales posteriormente son armadas y clasificadas según las distintas zonas de distribución. Luego, realiza un conteo de la cantidad de boletas destinadas a cada zona y la información es cargada en el formulario para que sea registrada en el documento de Google Sheets. Esta información es de gran utilidad, ya que proporciona datos sobre la cantidad de pedidos solicitados cada día y a qué zona de reparto corresponden.

3.3.2 Herramienta de inteligencia de negocios

Una vez realizada la selección de los indicadores se procede a analizar qué herramienta de inteligencia de negocios es la más adecuada para representarlos. Para la evaluación de las alternativas se utiliza el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), o conocido por sus siglas en inglés AHP. Este método es seleccionado como herramienta de decisión multicriterio debido a las diversas ventajas que ofrece, entre las que se destacan su sólido sustento matemático, la capacidad de desglosar y analizar un problema en partes, y la posibilidad de medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común. Además, permite ser utilizado tanto de manera individual como grupal para generar consenso, verificar el índice de consistencia y realizar las correcciones necesarias. Asimismo, el PAJ genera una síntesis y brinda la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad, siendo de fácil uso.

Las alternativas seleccionadas para el análisis son: Power BI, perteneciente a la plataforma de Microsoft, Looker Studio, perteneciente a la plataforma de Google y Tableau. Para esta elección se tiene en cuenta su amplio reconocimiento en el mercado y su uso frecuente en la creación de tableros de control para la toma de decisiones. Además, se tiene en consideración el conocimiento previo y la amplia utilización que tienen, lo que las posiciona como opciones viables y relevantes para el contexto empresarial considerado.

Por otra parte, los criterios elegidos para llevar a cabo el análisis de la mejor herramienta comprenden: el costo, la colaboración remota, la compatibilidad, la experiencia de usuario, la experiencia previa y las funcionalidades. Para la elección de estos criterios se tienen en cuenta no solo los requerimientos de la empresa, sino también de los desarrolladores. A continuación, se detalla cada uno:

- Costo: el criterio de costo considera el gasto monetario asociado a la adquisición de la licencia y las funcionalidades disponibles de manera gratuita. Para el análisis, se tiene en cuenta que la empresa no planea invertir dinero en la implementación de una herramienta de inteligencia de negocios, ya que existen otras áreas prioritarias donde se necesita invertir.
- Colaboración remota: este criterio evalúa la capacidad de cada alternativa para facilitar el trabajo colaborativo a distancia. Se considera necesario que, para la elaboración del tablero, se permita el acceso remoto simultáneo de dos desarrolladores.
- Compatibilidad: mide la adecuación de la herramienta de inteligencia de negocios con la base de datos utilizada por la empresa. En este caso, se evalúa la capacidad de cada herramienta para integrarse y trabajar eficientemente con Google Sheets, que es la base de datos principal de la empresa. La selección de este criterio radica en que si una herramienta que no se integra bien con la base de datos existente puede generar problemas de sincronización, pérdida de datos o procesos ineficientes. Por lo tanto, se prioriza la selección de una herramienta que ofrezca una compatibilidad óptima con Google Sheets, asegurando así una transferencia y manipulación de datos fluida y sin contratiempos.
- Experiencia de usuario: dado que para la realización del tablero se debe aprender a utilizar una herramienta de inteligencia de negocios, se tiene en cuenta la experiencia de usuario. Este criterio compara la intuitividad y la facilidad de uso de cada alternativa. Además, en él se tienen en cuenta aspectos como la facilidad de aprendizaje, la eficiencia en la realización de tareas, la satisfacción general del usuario y la accesibilidad de las funciones clave.
- Experiencia previa: se refiere al nivel de familiaridad de los desarrolladores con cada una de las herramientas que se están evaluando. Este criterio tiene en cuenta la curva de aprendizaje y en la rapidez con la que los usuarios pueden empezar a trabajar de manera eficiente con la nueva herramienta. Si los desarrolladores ya tienen experiencia previa con una herramienta específica, la transición es más sencilla y requiere menos adaptación. Esto puede resultar en una implementación más rápida y en una adopción más efectiva, reduciendo el tiempo.
- Funcionalidades: se refiere a la variedad y complejidad de los tableros y análisis que una herramienta de inteligencia de negocios puede realizar.

Este criterio evalúa qué tan avanzada y versátil es la herramienta en términos de las capacidades analíticas que ofrece, incluyendo la creación de tableros interactivos, la capacidad de realizar análisis profundos y detallados, y la facilidad para generar informes personalizados. Al evaluar este criterio, se busca asegurar que la herramienta seleccionada no solo cumpla con las necesidades actuales de la empresa, sino que también pueda adaptarse a futuros requerimientos.

Estos criterios se seleccionaron con el objetivo de proporcionar una evaluación integral y pertinente para determinar la herramienta de inteligencia de negocios más adecuada para la empresa. A continuación, en la figura 9 se detalla la estructura de decisión:

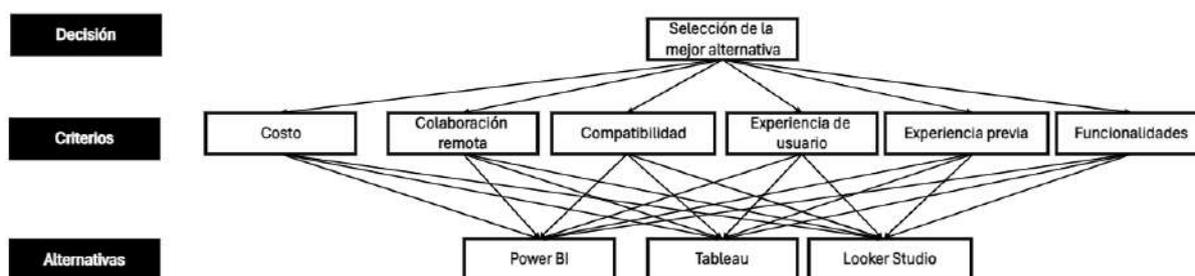


Figura 9: Estructura de decisión del AHP.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez establecidos los criterios y las alternativas, se lleva a cabo el proceso de jerarquización analítica. La decisión multicriterio considera las opiniones de los dos desarrolladores: Agustín y Lisandro. El método elegido es el de agregación de juicios, ya que promueve el consenso entre los decisores al combinar sus juicios en una sola matriz desde el principio, lo que facilita la toma de decisiones colectivas. Este enfoque también permite manejar discrepancias menores entre los decisores, al aplicar la media geométrica entre los juicios y reducir la variabilidad. Además, en caso de que un decisor tenga un juicio extremo, su impacto se atenúa al ponderarlo con el juicio del otro, lo que disminuye el riesgo de sesgos extremos. El resultado obtenido se muestra en la figura 10, y en el anexo I se detallan todos los cálculos realizados en el Proceso Analítico de Jerarquía.

MCP Jerarquización (AIJ)	Costo	Colaboración remota	Compatibilidad	Experiencia de usuario	Experiencia previa	Funcionalidades	Total
Looker Studio	0,373	0,135	0,111	0,038	0,005	0,005	0,667
Tableau	0,033	0,016	0,045	0,004	0,009	0,040	0,147
Power BI	0,074	0,036	0,024	0,013	0,021	0,017	0,186

Figura 10: Matriz de comparaciones pareadas de la jerarquización (AIJ).
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el análisis final muestra a Looker Studio como la herramienta más adecuada para desarrollar el tablero, obteniendo un puntaje de aproximadamente 67%, superando ampliamente a las otras plataformas (Power BI y Tableau). Esto se debe a que, al establecer las prioridades de los criterios, los más relevantes son el costo y la colaboración remota. En ambos aspectos, Looker Studio aventaja considerablemente a sus competidores. En cuanto al costo, Looker Studio permite el diseño, la carga y el uso de los tableros de forma completamente gratuita, mientras que las otras dos alternativas requieren el pago de una licencia para su uso completo. Respecto a la colaboración remota, Looker ofrece su uso de forma totalmente gratuita y accesible, lo cual constituye una ventaja fundamental frente a sus competidores.

Otro aspecto clave que contribuye al resultado es la compatibilidad. La empresa tiene su base de datos principal alojada en Google Sheets, por lo que Looker Studio, al ser una herramienta de Google, presenta la mejor sincronización con dicha plataforma. Finalmente, los criterios de "Experiencia Previa", "Experiencia de Usuario" y "Funcionalidades" también influyen en los valores finales del análisis, aunque su impacto no es tan significativo en el resultado global.

3.3.3 Diseño del tablero de control

Una vez definida la herramienta de inteligencia de negocios a utilizar, en este apartado se explica el diseño definitivo del tablero de control, y las modificaciones realizadas con respecto a la maqueta inicial.

Tablero General

En la solapa principal se excluyen los gráficos por petición del jefe de operaciones, dejando únicamente relojes o tarjetas. Además, se agrupan los indicadores de cada proceso de forma horizontal para mejorar la visualización. Su diseño se presenta en la figura 11:

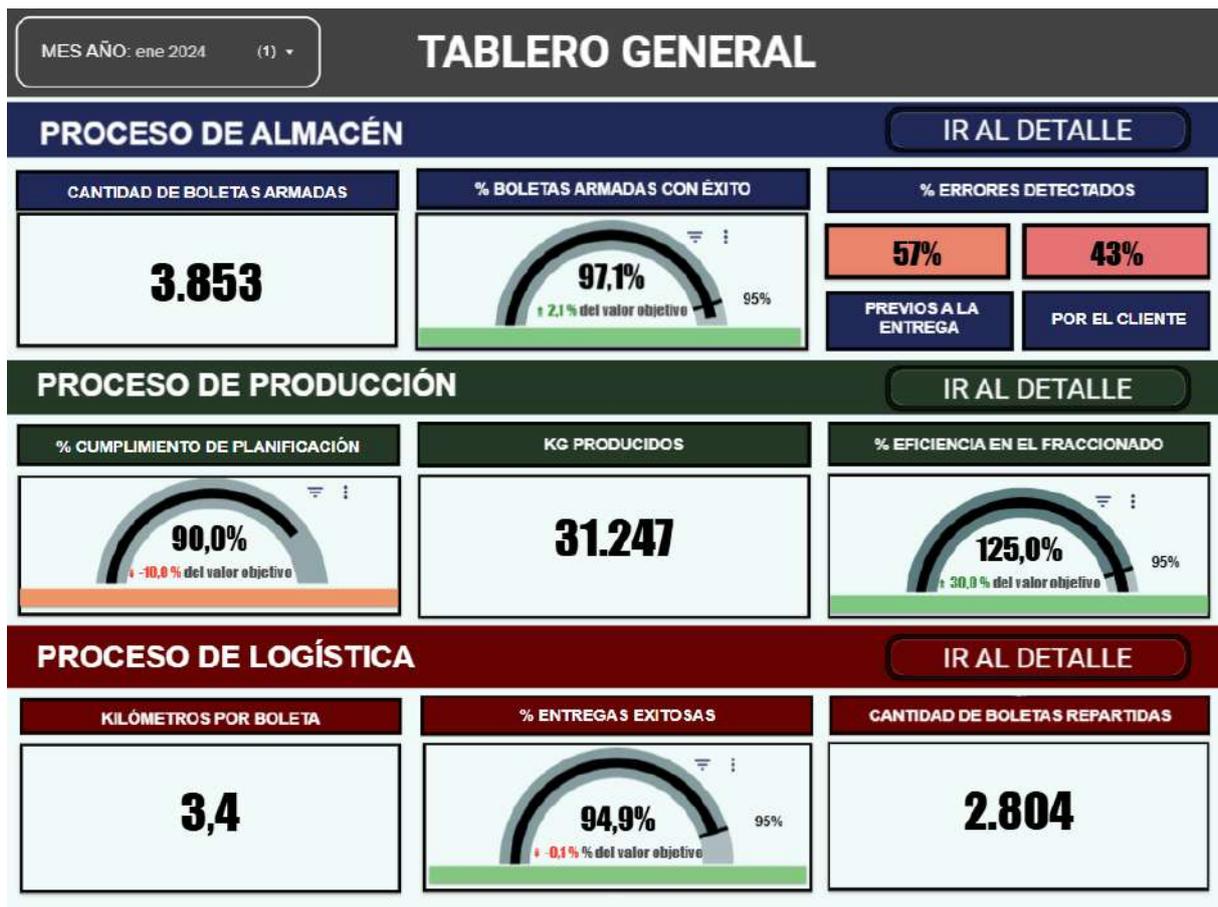


Figura 11: Tablero general definitivo.
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el filtro mantiene su ubicación respecto a la maqueta inicial, pero se reordena la visualización de los indicadores, segmentando cada área de forma horizontal. Además, se definen los colores: azul para almacén, verde para producción y rojo para logística. Dentro de cada segmentación, se añade un botón de navegación en cada proceso para acceder directamente a la información detallada correspondiente.

En el segmento de indicadores de almacén, se elimina el indicador de “Porcentaje de ocupación del depósito” ya que no se considera prioritario por el momento, por parte del jefe de operaciones. Por otro lado, se mantienen los indicadores de “Cantidad de boletas armadas” y “Porcentaje de boletas armadas con éxito”. Para este último, se define un formato de control donde, si el porcentaje es igual o superior al objetivo establecido por la empresa (95%), la barra inferior se muestra en color verde. De lo contrario, si el porcentaje es inferior, la barra se muestra amarilla cuando está próxima al valor objetivo, y a medida que se aleja, se torna cada vez más roja.

El gráfico evolutivo que comparaba los errores detectados previos a la entrega con los errores detectados por los clientes se transforma en una tarjeta que exhibe, para el mes seleccionado, qué porcentaje de los errores totales corresponde a cada uno. Esto tiene como objetivo medir de forma rápida y eficiente las tareas de control del coordinador. Para ello, también se define un formato de control: la empresa establece un objetivo de 95% de errores detectados previos a la entrega y 5% de errores detectados por el cliente. La tarjeta correspondiente a los errores detectados previos a la entrega se muestra en verde siempre y cuando el valor en el mes seleccionado sea igual o mayor al objetivo. De lo contrario, se exhibe en una escala que va de amarillo a rojo, dependiendo de lo alejado que esté el valor del objetivo. La misma regla se aplica a la tarjeta correspondiente a los errores detectados por el cliente, pero de forma contraria; aparece en verde siempre y cuando el valor del mes seleccionado no supere el objetivo.

En el segmento del proceso de producción, se mantienen los dos indicadores planteados en la maqueta inicial: "Porcentaje de cumplimiento de la planificación" y "Porcentaje de eficiencia en el fraccionado", ambos en formato de reloj de control. Además, se añade una tarjeta que muestra la cantidad de kilogramos fraccionados en el mes seleccionado.

A los relojes mencionados en el párrafo anterior también se les aplica el mismo formato de control utilizado en el área de almacén. La barra situada en la parte inferior de cada reloj cambia de color dependiendo de si el valor está por encima o por debajo de los valores objetivos. Para el caso del cumplimiento de la planificación, el objetivo establecido por la empresa es 100%, por lo que se exhibe en verde siempre y cuando se cumpla con el total de la planificación. Para la eficiencia en el fraccionado, el objetivo establecido por la empresa es 95%, por lo que a partir de este valor se muestra en verde. Para valores que se encuentran por debajo de los objetivos en ambos casos, se presenta en amarillo para valores próximos al objetivo y se va tornando roja a medida que los valores se alejan.

Por último, en el segmento correspondiente a logística, se mantienen los tres indicadores mencionados en la maqueta inicial. Para el reloj de control correspondiente al porcentaje de entregas exitosas, se aplica el mismo formato de control mencionado en los segmentos de almacén y producción, siendo el valor objetivo establecido por la empresa del 95%.

Almacén

Dentro del tablero correspondiente al proceso de almacén, se retiran, por solicitud del jefe de operaciones, los indicadores "porcentaje de ocupación del depósito" y "porcentaje

de precisión de pedidos armados". Además, se elimina, también por pedido del jefe de operaciones, el ranking de productos con mayor rotación de inventario. En la figura 12 se presenta el diseño definitivo de la solapa correspondiente al almacén:

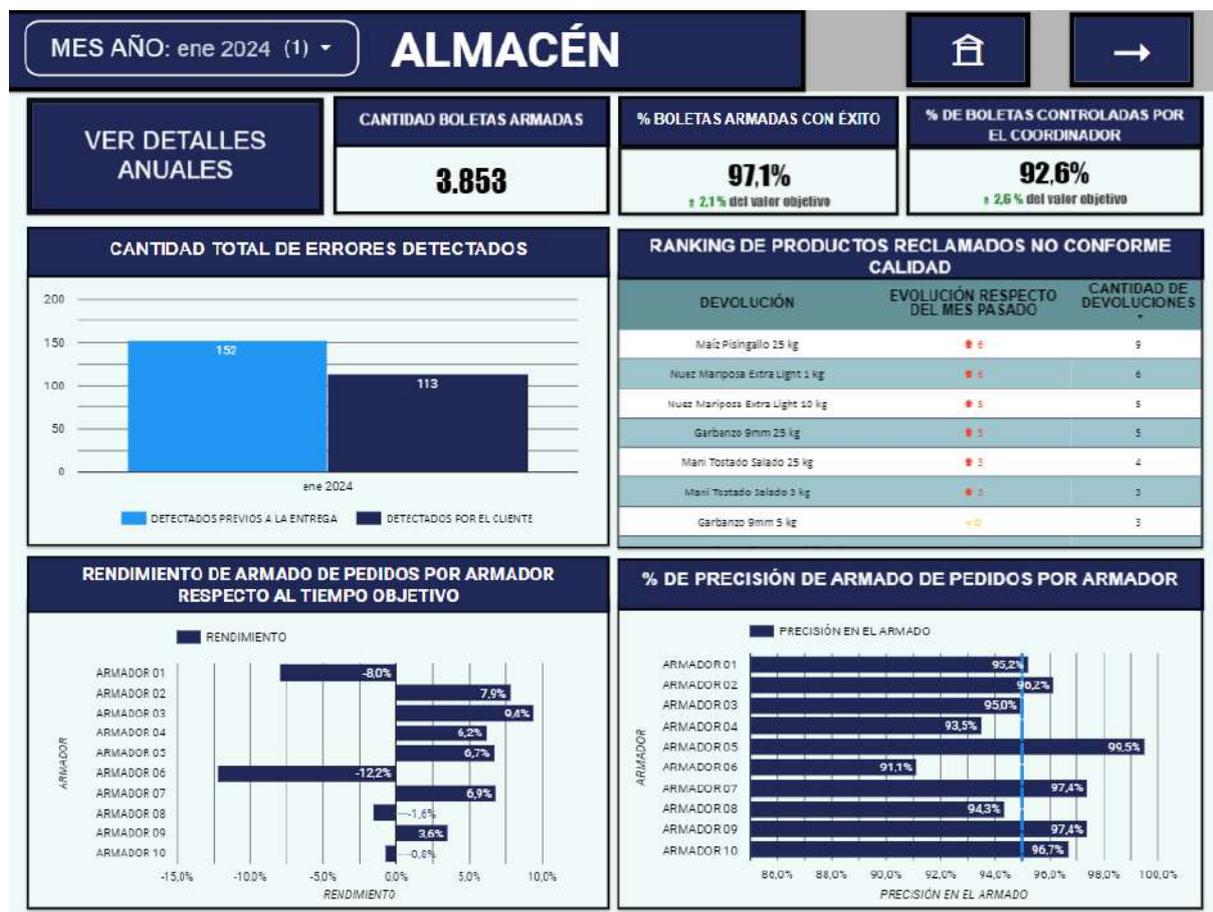


Figura 12: Tablero de almacén definitivo.
Fuente: Elaboración propia.

A nivel estético, se observa que el diseño es color azul, siguiendo el patrón de colores marcado en el tablero general. El panel de filtros se mantiene en el mismo lugar con respecto a la maqueta inicial, y los botones de navegación se sitúan en la esquina superior derecha. A través de estos botones, se puede acceder al menú principal o desplazarse a la siguiente sección (Producción). Además, se incluye el botón de "ver detalles anuales", el cual permite acceder a una solapa donde se presenta la información a lo largo del año; esta se explica más adelante.

En la parte superior se exhiben tres tarjetas. La primera de ellas muestra la cantidad de boletas armadas en el período seleccionado. A la derecha, se sitúan dos indicadores: "porcentaje de boletas armadas con éxito" y "porcentaje de boletas controladas por el coordinador". Ambos indicadores se comparan con el valor objetivo establecido por el

jefe de operaciones. En caso de ser superior al valor objetivo, debajo se muestra de manera porcentual, la diferencia en color verde; de lo contrario, se presenta en color rojo.

Siguiendo con el análisis, debajo se encuentran cuatro visualizaciones que se mantienen con respecto a la maqueta inicial. La primera de ellas es un gráfico de barras que compara la cantidad de errores detectados previos a la entrega con los que detecta el cliente. Este gráfico tiene relación directa con el indicador "Porcentaje de errores detectados" perteneciente al tablero general, pero en contraparte, se muestra en cantidades. A la derecha de este se encuentra el ranking de productos reclamados por no conformidad de la calidad, al cual se le agrega una columna que compara la variación de cada producto del ranking con respecto al mes anterior. A esta columna se le añade un formato de control para la variación: en caso de que la variación aumente con respecto al mes anterior, el valor excedente se exhibe en rojo con una flecha hacia arriba. Si el valor es menor que el del mes anterior, la reducción de la no conformidad se presenta en verde, con una flecha hacia abajo. Por último, si el valor se mantiene igual, se muestra en amarillo con un símbolo "=".

Los dos gráficos situados en la parte inferior evalúan la eficiencia de cada armador. El gráfico "Rendimiento de armado de pedidos por armador respecto al tiempo objetivo" es un gráfico de barras horizontal en el cual se puede observar la desviación porcentual de rendimiento respecto al valor objetivo (eje central 0%). Este tiene en cuenta el tiempo empleado por cada armador en el armado de pedidos y se lo compara con el tiempo objetivo. Por otra parte, el gráfico "Porcentaje de precisión de armado de pedidos por armador" muestra, en un gráfico de barras horizontal, la precisión en el armado de cada armador comparándola con el valor objetivo establecido por la empresa (95%). Este tiene en cuenta los errores de armado de cada armador.

Teniendo en cuenta las solicitudes del jefe de operaciones y con el objetivo de evaluar el desempeño de cada armador a lo largo de los meses, se crea de una solapa donde se detallan las estadísticas anuales de los armadores. A continuación, en la figura 13 se presenta la solapa correspondiente a los detalles anuales de almacén, a la cual se accede a través del botón "ver detalles anuales":

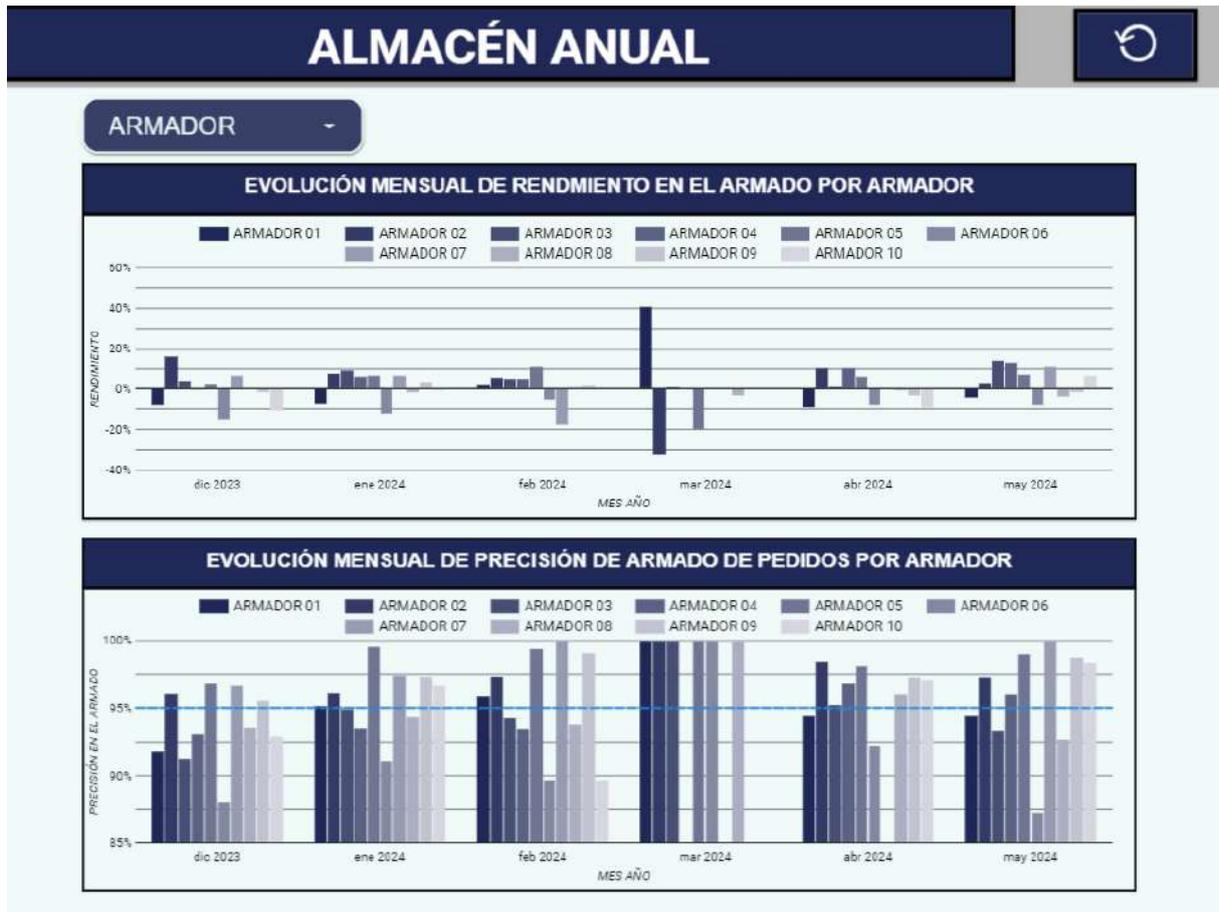


Figura 13: Tablero de almacén anual definitivo.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la estética, se mantiene el color azul correspondiente al almacén. En la parte superior derecha, se incorpora un botón de navegación para retornar a la página de almacén, y por encima de los gráficos se incluye un filtro para seleccionar un armador específico, en caso de querer realizar un análisis puntual.

Los gráficos son una extensión de los indicadores mostrados en la solapa de almacén denominados: "Rendimiento de armado de pedidos por armador respecto al tiempo objetivo" y "Porcentaje de precisión de armado de pedidos por armador". Con la diferencia de que aquí se muestran de forma vertical para comparar el progreso a través de los meses.

Producción

La versión definitiva de la solapa de producción no presenta grandes cambios con respecto a la presentada en la maqueta inicial. En la figura 14 se presenta su diseño:

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

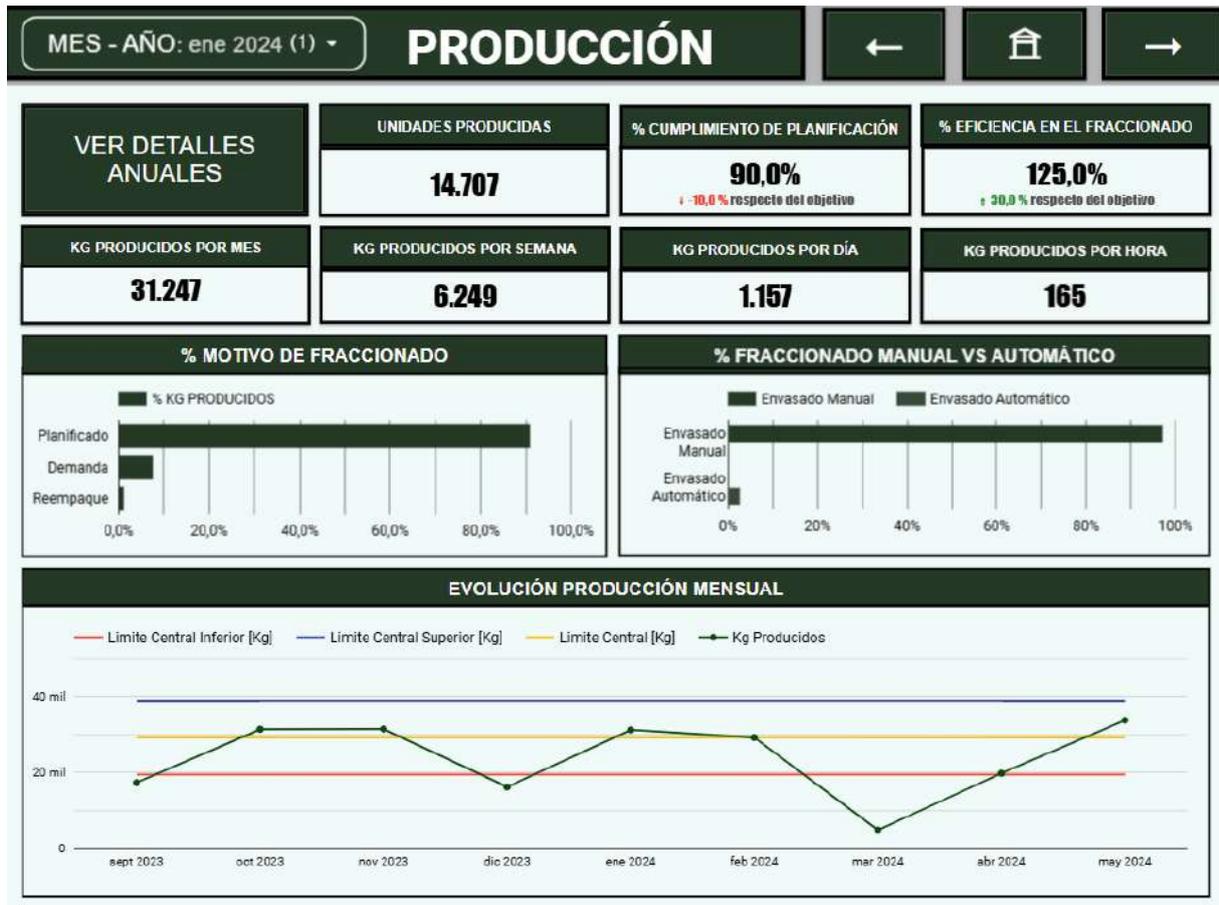


Figura 14: Tablero de producción definitivo.
Fuente: Elaboración propia.

A nivel estético, se observa un reordenamiento de los gráficos con respecto a la presentada al jefe de operaciones. Se mantiene el panel de filtros en la esquina superior izquierda y se agregan botones de navegación en la esquina superior derecha, que permiten desplazarse a la página anterior (Almacén), al tablero general y a la página siguiente (Logística). También se inserta un botón "ver detalles anuales" que lleva a otra solapa donde se muestran detalles de la producción a lo largo del año; esta es explicada más adelante. Por último, se mantiene el color verde, siguiendo el patrón de colores establecido en el tablero general.

En cuanto a las tarjetas, en la parte superior se mantienen las presentadas en la maqueta inicial, respetando también su orden. Para los casos de "Porcentaje de cumplimiento de la planificación" y "Porcentaje de eficiencia en el fraccionado", se añade la comparación con respecto al valor objetivo establecido por la empresa. Si este es mayor se muestra en color verde; de lo contrario, en color rojo.

Por debajo de las tarjetas se encuentran los gráficos "Porcentaje de motivo de fraccionado", "Porcentaje de fraccionado manual vs semi-automático", "Evolución de la

producción mensual". Los dos primeros mantienen el formato planteado en la maqueta inicial, mientras que el gráfico de control de unidades fraccionadas pasa a llamarse "Evolución de la producción mensual". En este ahora se muestra la evolución de la producción a lo largo de los meses en kilogramos, debido a que es una medida más representativa para evaluar la producción. Esto se compara con un límite superior, uno inferior y uno central. Cabe destacar que este es el único gráfico de la solapa que no interactúa con el filtro, ya que la intención de este es analizar la evolución de los últimos nueve meses, mientras se está aplicando un filtro.

El botón mencionado anteriormente ("ver detalles anuales"), navega hacia la solapa que se enseña en la figura 15. Esta surge de la solicitud del jefe de operaciones.

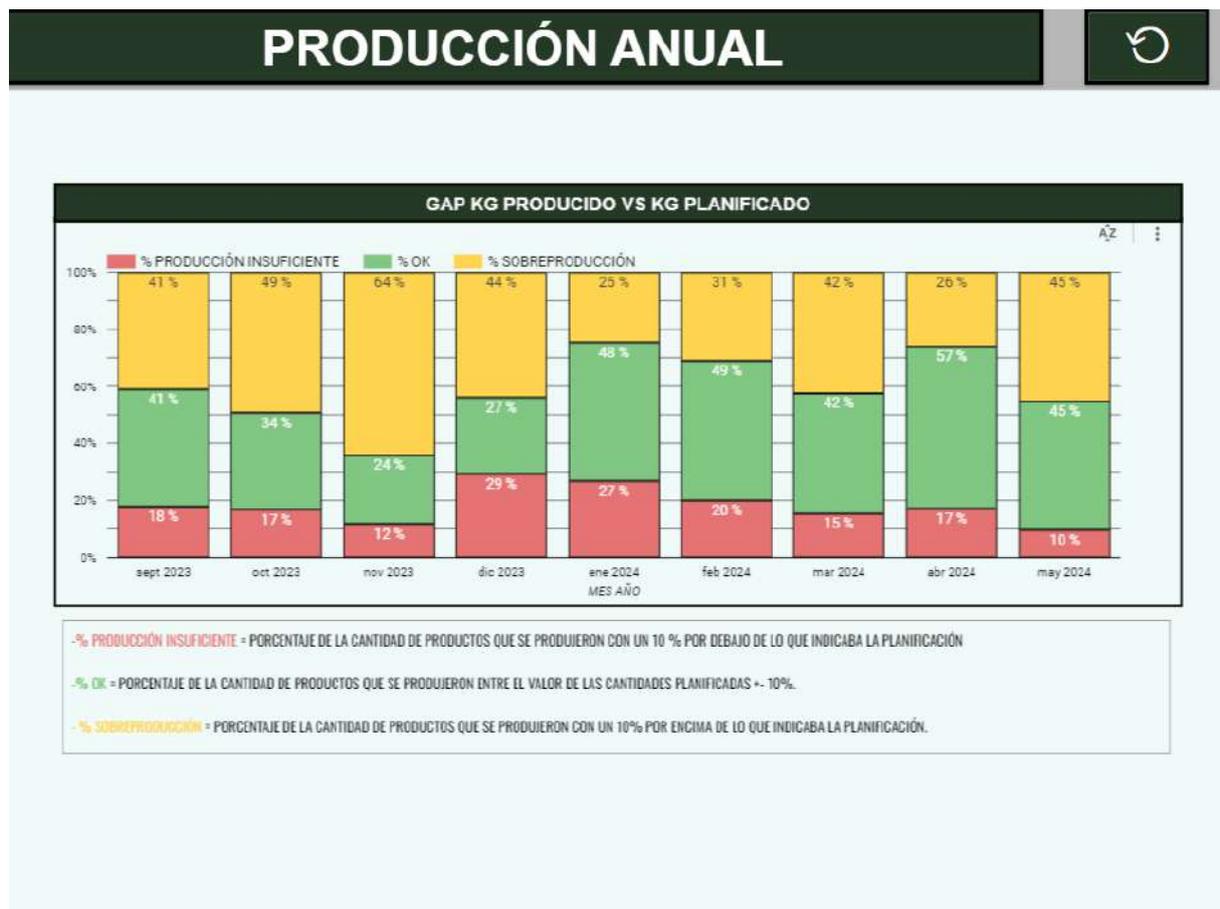


Figura 15: Tablero de producción anual definitivo.
Fuente: Elaboración propia.

En esta solapa se mantiene el formato planteado anteriormente, conservando el color verde correspondiente a producción. En la esquina superior derecha, se agrega un botón de navegación para volver a la solapa de producción.

Con respecto al gráfico, muestra el porcentaje de la cantidad de productos que se produjeron de forma insuficiente, correcta y con sobreproducción, en comparación a la planificación de cada mes, y permite visualizar su evolución a lo largo del año. Se utiliza el color rojo para indicar el porcentaje de producción insuficiente, el verde para la producción correcta y el amarillo para la sobreproducción. Debajo del gráfico se incluye una breve explicación sobre cómo analizarlo.

Logística

En la solapa de logística, teniendo en cuenta las solicitudes del jefe de operaciones, se eliminan las tarjetas de "Porcentaje de devoluciones" y "Cantidad de kilómetros recorridos". Además, se elimina el ranking de repartidores con más kilómetros recorridos, ya que a su criterio no se considera una métrica primordial para tener en cuenta. En la figura 16, se presenta el diseño definitivo:

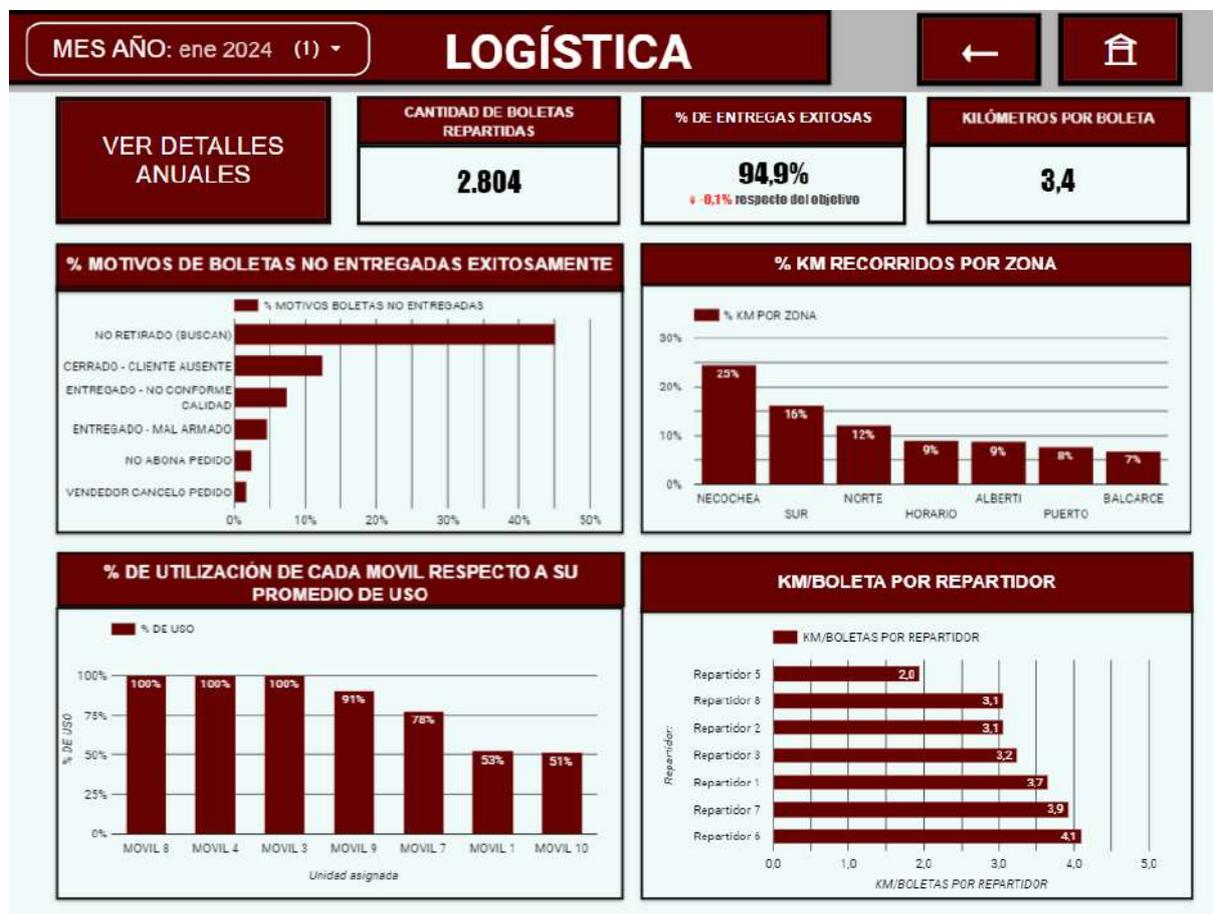


Figura 16: Tablero de logística.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la estética, se mantiene el formato planteado a lo largo de todo el tablero, siendo el diseño de esta solapa de color rojo. El panel de filtros se sitúa en la esquina superior izquierda y los botones de navegación en la esquina superior derecha. A través de estos botones, se puede navegar hacia el tablero general y hacia la página anterior (producción). Además, al igual que en los anteriores, se incluye el botón "ver detalles anuales", el cual permite navegar hacia una página donde se muestra información más detallada del rendimiento de los repartidores a lo largo de los meses. Esta se explica con más detalle posteriormente.

En la parte superior se encuentran tres tarjetas, que exhiben la cantidad de boletas repartidas, el porcentaje de entregas exitosas y la cantidad de kilómetros por boleta. En cuanto al porcentaje de entregas exitosas, este se compara con el valor objetivo propuesto por la empresa, que es del 95%. Debajo se muestra la diferencia con el valor objetivo: si el valor está por encima del objetivo, se ve en color verde; de lo contrario, en rojo.

En cuanto a los gráficos, se mantiene el formato del gráfico de motivos de entregas no exitosas con respecto la maqueta inicial. Además, se enseñan solo los seis motivos más reiterados, con el fin de mejorar la visualización. El mismo criterio se tiene en cuenta con el gráfico de "porcentaje de kilómetros por zona", donde se exhiben las siete zonas con más kilómetros recorridos. Los dos gráficos de barras que se encuentran en la parte inferior muestran: el porcentaje de utilización de cada móvil respecto a su promedio de uso y los kilómetros recorridos por boleta en referencia a cada repartidor.

Por último, luego de revisar las maquetas, a la empresa le pareció interesante el hecho de medir el desempeño individual de los armadores, como se observa en la maqueta inicial del proceso de almacén (figura 6). Por lo tanto, se solicitó replicar esto para el proceso de logística, para medir el desempeño individual de los repartidores.

Para cumplir con la petición, se agrega una solapa con detalles anuales de los repartidores. A la misma se puede acceder a través del botón "ver detalles anuales" mencionado anteriormente. En la figura 17 se presenta el diseño de la solapa:

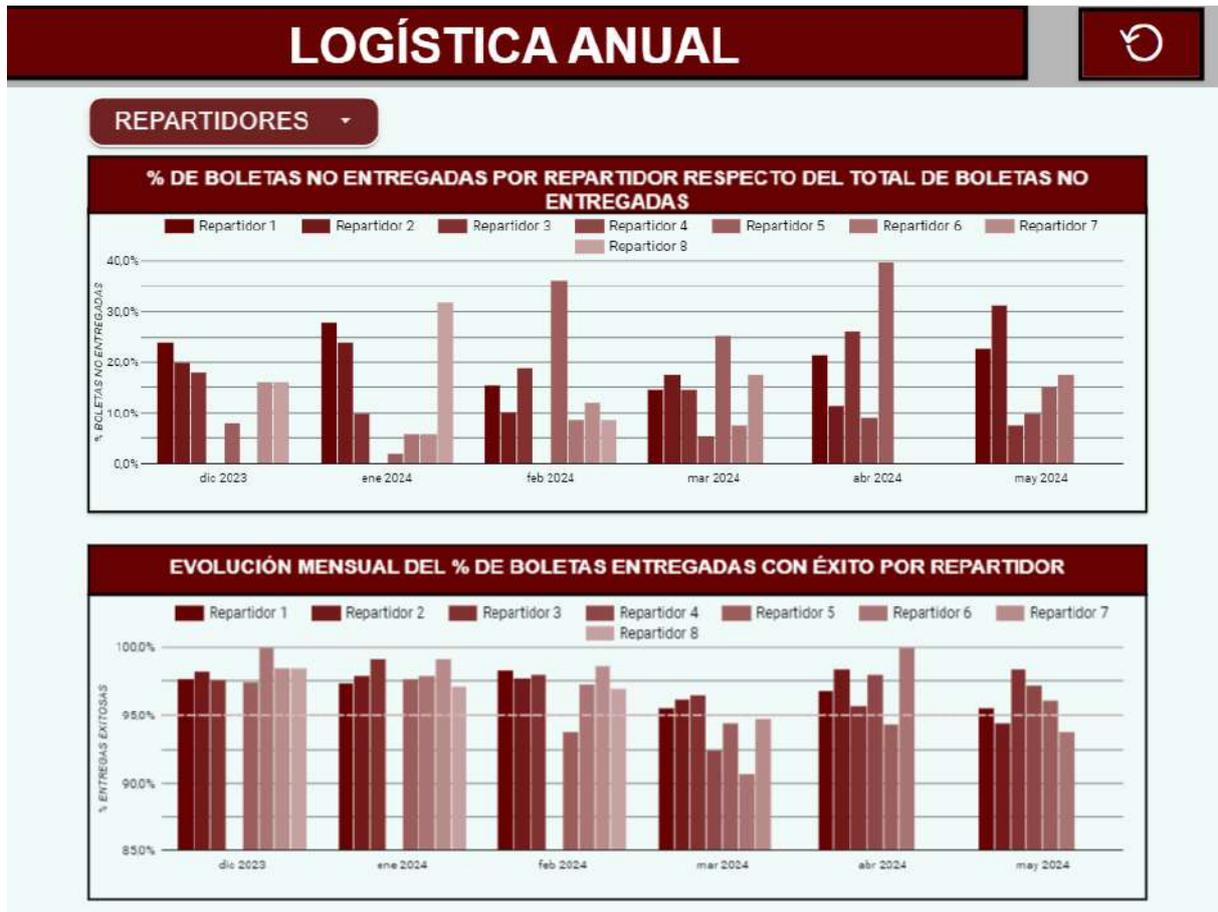


Figura 17: Tablero anual de logística.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la estética, se puede observar que se mantiene el color rojo correspondiente a logística. Se incorpora un botón de retroceso en la esquina superior derecha para navegar nuevamente hacia la solapa de logística. También se añade un filtro de repartidores para analizar detalladamente el rendimiento de cada uno, en caso de ser necesario.

Los gráficos que se encuentran en esta solapa describen la efectividad de los repartidores. Por un lado, se muestra la evolución mensual del porcentaje de boletas no entregadas por cada repartidor respecto del total de boletas no entregadas por la empresa. Por otro lado, se presenta la evolución mensual del porcentaje de boletas entregadas con éxito por cada repartidor.

3.3.4 Cálculo de indicadores (diseño de los parámetros del indicador)

Una vez configurado el Cuadro de Mando Integral (CMI), se procede a describir el proceso de cálculo de cada indicador mediante el empleo de fuentes de información específicas. Para la transformación y modelado de datos, se opta por crear una nueva base

de datos exclusiva para este propósito. La información necesaria se extrae de la base de datos de Google Sheets de la empresa mediante la función de importación y se transfiere a la nueva base de datos exclusiva, también creada en Google Sheets. La creación de este espacio tiene el propósito de facilitar la realización de los cálculos y transformaciones de datos necesarios para adaptarlos específicamente al diseño del tablero de control, permitiendo una presentación clara y efectiva de la información. La separación de la manipulación de los datos del proceso de diseño del tablero facilita su actualización y mantenimiento a medida que evolucionan las necesidades y requerimientos de la empresa.

El desarrollo de cada indicador se realiza con las bases de datos mencionadas en el apartado 3.1 "Relevamiento de Procesos". A continuación, se detalla cómo se realiza el análisis de la información para la elaboración de los KPIs de cada área:

Almacén

- Cantidad de boletas armadas: para el cálculo de este indicador se realiza una sumatoria de la cantidad de pedidos solicitados por los clientes que son distribuidos a cada una de las zonas de reparto, incluyendo los que son retirados en la empresa.
- Porcentaje de boletas con éxito: Para calcular este indicador, se procede inicialmente a analizar los reclamos y devoluciones de mercadería registrados por los clientes. Esta información se obtiene de las hojas de cálculo "Registro de Boletas No Entregadas" y "Registro de Devoluciones". Además, para el cálculo, se consideran los motivos de devolución relacionados con "Mal Armado", "Error en Cantidad" y "Faltante", los cuales señalan errores en el proceso de armado de los pedidos. Para evaluar el porcentaje de pedidos armados con éxito, se realiza la suma del total de pedidos armados en un periodo determinado, de la cual se resta la sumatoria de la cantidad de errores mencionados. Luego, este valor se divide por el total de pedidos armados en ese mismo periodo. Finalmente, el resultado se multiplica por 100 para obtener el valor en porcentaje.
- Porcentaje de boletas controladas por el coordinador: este indicador deriva de la información recopilada por el coordinador en el formulario "PR-Armado", para detallar las boletas que ha supervisado. Para calcular este indicador, se suma la cantidad de boletas supervisadas por el coordinador y se divide esta suma por el total de boletas armadas durante el período especificado. Posteriormente, el resultado se multiplica por 100 para expresarlo como un valor porcentual.

- Cantidad total de errores detectados: Como se ha mencionado, existen dos formas de evaluar los errores en el proceso de armado de pedidos. La primera consiste en detectar los errores internamente dentro de la empresa, lo que permite corregirlos una vez identificados y evitar que lleguen al cliente. La segunda forma de evaluar los errores ocurre cuando no los detecta el armador del pedido, su coordinador, ni el repartidor, resultando en que el error lo perciba el cliente. Para calcular este indicador se realizó una sumatoria de la cantidad de errores detectados previos a la entrega del pedido en cada periodo. De forma análoga, se realizó una sumatoria de la cantidad de errores detectados por los clientes en cada periodo. A partir de estos dos valores se puede realizar la comparativa entre ambos que da sentido al indicador definido.
- Porcentaje de errores detectados previos a la entrega y porcentaje de errores detectados por los clientes: A diferencia del indicador anterior, estos dos indicadores presentes en el tablero general están diseñados para evaluar qué porcentaje del total de errores de armado corresponde a los detectados en la empresa, los cuales pueden ser corregidos, y qué porcentaje corresponde a los errores recibidos por los clientes. Para calcular el porcentaje de errores detectados en la empresa, se realiza una sumatoria de dichos errores y se divide por el total de errores (la suma de errores detectados en la empresa y los errores recibidos por los clientes). Posteriormente, el resultado se multiplica por 100 para expresarlo en valor porcentual. De manera análoga, para calcular el porcentaje de errores recibidos por los clientes, se sigue el mismo procedimiento, pero considerando la sumatoria de los errores recibidos por los clientes.
- Ranking de productos no conformes en calidad: para el desarrollo de este indicador, se comienza analizando los reclamos realizados por los clientes debido a productos que no cumplen con la calidad requerida. Esta información es registrada por los vendedores, quienes notifican la devolución del producto y posteriormente generan una nota de crédito. Para crear este indicador, se considera el periodo de tiempo determinado y se suma la cantidad de veces que cada producto es objeto de reclamos por incumplimiento de la calidad requerida en ese periodo.
- Rendimiento de armado de pedidos por armador respecto de un tiempo objetivo: este indicador pretende mostrar el rendimiento basado en el tiempo que desempeña cada operario en el armado de pedidos. Por lo tanto, para llevarlo a cabo, se toma como referencia un periodo en el cual fue

supervisado por el jefe de operaciones. Se define que el tiempo objetivo de armado para cada tipo de boleta (BC, BM y BG) corresponde al promedio de ese periodo. Posteriormente, se calcula el tiempo objetivo de armado de pedidos por armador en cada periodo mensual, mediante la suma producto de la cantidad de boletas de cada tipo, armadas con su tiempo objetivo promedio. Este tiempo objetivo se compara con el tiempo real que cada armador emplea en armar cada boleta, información que es registrada por el coordinador encargado de controlar el armado de pedidos. En la siguiente ecuación (1) se muestra el cálculo del indicador de rendimiento:

$$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{Tiempo objetivo} - \text{Tiempo real de armado})}{\text{Tiempo objetivo}} * 100 \quad (1)$$

Se observó que algunos tiempos de armado se registraron incorrectamente, encontrándose fuera de los parámetros normales y alterando el cálculo del rendimiento. Por este motivo, se procede a realizar un análisis multivariante para evaluar las interacciones entre las diferentes variables y detectar a partir de qué rango se generan valores atípicos. Para esto se hace uso del test de Tukey, que toma como referencia la diferencia entre el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3), o rango intercuartílico. Mediante un diagrama de caja y bigotes, se consideran los valores que se encuentran entre $Q1$ y $Q3+1.5 \times (Q3-Q1)$. Una vez detectados los valores atípicos, estos se excluyen del cálculo del rendimiento.

- Porcentaje de precisión de armado de pedidos por armador: para el cálculo de este indicador se considera la cantidad de pedidos armados por cada armador en cada periodo, y la cantidad de boletas mal armadas que el coordinador detecta y registra. Basado en estos dos parámetros, en la siguiente ecuación (2) se puede observar el cálculo de este indicador:

$$\%P.A.P.A. = \frac{(\sum \text{total de boletas armadas} - \sum \text{boletas con errores})}{\sum \text{total de boletas armadas}} \quad (2)$$

Este indicador proporciona una medida de la precisión con la que cada armador realiza su trabajo, reflejando el porcentaje de pedidos correctamente armados respecto al total de pedidos procesados.

Producción

- Unidades producidas: para el cálculo de este indicador se realiza una sumatoria de las unidades producidas en cada periodo.
- Kg producidos por mes: para este indicador, primeramente se calcula la cantidad de kilos fraccionados de cada producto. Para obtener este dato, se multiplican las cantidades fraccionadas de cada producto por los dos últimos números de su código, los cuales proporcionan información sobre la presentación en kilos del artículo. Una vez calculados los kilos fraccionados de cada producto, se realiza una sumatoria de estos en cada periodo, obteniendo de esta forma los kilogramos producidos por mes.
- Promedio Kg producidos por semana: para calcular este indicador, se utilizan los datos que se obtienen de los kilogramos producidos por mes, dividiendo esta cantidad por el número de semanas trabajadas en el mes. El resultado proporciona los kilogramos producidos por semana.
- Promedio Kg producidos por día: al igual que el indicador semanal, este indicador se calcula tomando la sumatoria de kilogramos producidos en un mes y dividiéndola por la cantidad de días trabajados en dicho mes.
- Promedio Kg producidos por hora: para calcular este indicador, se utiliza el dato del promedio de kilogramos producidos por día, dividiéndolo por la cantidad de horas que el área de fraccionado trabaja diariamente. El resultado que se obtiene representa el promedio de kilogramos producidos en una hora.
- Porcentaje de cumplimiento de la planificación: Para calcular este indicador, se realiza una comparación por producto entre las unidades producidas y las unidades planificadas, dividiendo la primera cifra por la segunda. Si el resultado es mayor o igual a 1, significa que se ha cumplido con la planificación, ya que este indicador busca asegurar que se alcancen al menos las cantidades solicitadas. En estos casos, el valor obtenido es 1. Si el resultado es menor a 1, el valor de la división representa un porcentaje que indica la proporción de lo fraccionado respecto a lo planificado. Posteriormente, para calcular el porcentaje de cumplimiento de la planificación, se promedian todos estos valores mensualmente, obteniendo así el valor final del indicador.
- Porcentaje de eficiencia en el fraccionado: a partir del historial de producción mensual, se puede determinar que en la empresa se fraccionan aproximadamente 25.000 kg por mes. Por lo tanto, este valor se utiliza como

base para calcular el indicador, considerando que la producción mensual debe aproximarse a esta cifra. Cabe destacar que este valor se modifica con el correr de los meses, agregando al promedio histórico la producción de cada mes. Para calcular el porcentaje de eficiencia en el fraccionado, se suman los kilogramos producidos en un periodo mensual y se divide esta cantidad por el valor estándar. Luego, el resultado se multiplica por 100 para expresarlo como un porcentaje, obteniendo así el porcentaje de eficiencia en el fraccionado.

- Porcentaje del motivo fraccionado: Utilizando el dato "origen de la producción" que registran los operarios de fraccionado, el cual indica el motivo por el cual un artículo es fraccionado (planificado, demanda o reempaque), se crea este indicador. Este permite especificar las unidades fraccionadas según cada motivo de producción. Para calcularlo, se realiza una sumatoria de las unidades fraccionadas para cada motivo en un periodo mensual. Luego, cada uno de estos totales se divide por el total producido en ese mismo periodo, y el resultado se multiplica por 100 para obtener el valor en porcentaje. Esto permite visualizar la proporción fraccionado que representa cada motivo de producción.
- Porcentaje de fraccionado manual vs semi-automático: Este indicador se desarrolla utilizando el dato "modalidad", que registran los operarios de fraccionado. Indica si el envasado de la producción se realiza manualmente o mediante la máquina fraccionadora. Para crear este indicador, se suman los kilogramos envasados manualmente y, de igual manera, los kilogramos envasados automáticamente. Posteriormente, cada una de estas sumas se divide por el total de kilogramos producidos en ese periodo, y el resultado se multiplica por 100. De esta forma, se puede visualizar la proporción de la producción que corresponde a cada modalidad de fraccionado.
- Evolución producción mensual: para la creación del gráfico de evolución de producción mensual, se utiliza principalmente el historial de producción en kilogramos por mes. Este gráfico incluye diferentes tipos de líneas para visualizar la evolución de la producción y determinar si se mantiene dentro de los parámetros normales o si hay variaciones atípicas.
 - La línea azul representa el límite central superior (LCS), que se calcula como la mediana de los kilogramos que se producen a lo largo de los meses más una desviación estándar.
 - La línea amarilla indica el límite central (LC), que corresponde a la mediana de los kilogramos que se producen mensualmente.

- La línea roja muestra el límite central inferior (LCI), que se calcula como la mediana de la producción mensual menos una desviación estándar.
- La línea verde refleja la evolución mensual de los kilogramos que se producen, permitiendo observar el desempeño de la producción mes a mes.

Se utiliza la mediana en estos cálculos debido a la variabilidad significativa en la producción mensual, que puede deberse a la falta de información o a la ausencia de personal. La mediana es más representativa del punto central de la distribución en presencia de valores extremos, ya que, a diferencia de la media, no se ve tan afectada por estos valores.

- **Gap Kg producidos vs planificados:** Este indicador se representa mediante un gráfico apilado al 100%, donde cada porción de la barra indica el cumplimiento de la planificación. La porción de color roja corresponde al porcentaje de producción insuficiente en el mes, en relación con el total producido. La porción amarilla representa una sobreproducción, es decir, producir más de lo planificado. La porción verde indica un cumplimiento óptimo de la planificación. Para elaborar estos indicadores, se comparan los kilogramos producidos con los kilogramos planificados de cada artículo. Se considera una tolerancia del 10%: si el resultado de la relación está entre 0.9 y 1.1, la producción del artículo se clasifica como "OK". Si la relación es inferior a 0.9, la producción del artículo se etiqueta como "Producción Insuficiente". Finalmente, si la relación es superior a 1.1, la producción del artículo se denomina "Sobreproducción".

Logística

- **Cantidad de boletas repartidas:** para calcular este indicador, se utiliza la información registrada por los repartidores mediante el formulario "PR - Logística" que deben completar al regresar a la empresa después de realizar todos los repartos. Se toma el dato de "Cantidad de boletas" y se realiza una sumatoria para evaluar la cantidad total de boletas repartidas en cada periodo mensual.
- **Porcentaje de entregas exitosas:** Para calcular este indicador, se considera la cantidad de boletas repartidas y la cantidad de boletas no entregadas. La información sobre las boletas no entregadas se obtiene a través del registro

en el formulario B.N.E. (Boletas No Entregadas), el cual detalla todas las boletas que no son entregadas por diversos motivos o que son entregadas de manera parcial. En este indicador, las boletas entregadas parcialmente se consideran como no entregadas debido a que su entrega no fue 100% exitosa. Para calcular el porcentaje de entregas exitosas, se suma la cantidad de boletas repartidas y se resta la cantidad de boletas no entregadas, en un periodo mensual, obteniendo así la cantidad de boletas que son repartidas con éxito total. Este resultado se divide por la cantidad total de boletas repartidas y el valor obtenido se multiplica por 100 para expresarlo como un porcentaje, obteniendo así el porcentaje de entregas exitosas en un periodo mensual.

- Km/Boleta: El indicador Km/Boleta tiene como objetivo evaluar el promedio de kilómetros recorridos para entregar cada boleta. Para calcular este KPI, se realiza una sumatoria de los kilómetros recorridos en un periodo mensual y el resultado se divide por la cantidad de boletas repartidas en ese mismo periodo.
- Porcentaje de motivos de boletas no entregadas exitosamente: Este indicador se enfoca en analizar los motivos por los cuales los pedidos no son recibidos por los clientes, utilizando la información registrada en el formulario de boletas no entregadas. Para este análisis, se realiza una sumatoria de cada uno de los motivos que causan la no entrega de los pedidos y se divide por el total de boletas no entregadas. El resultado se multiplica por 100 para expresarlo como porcentaje, obteniendo así el porcentaje correspondiente a cada motivo de no entrega.
- Porcentaje Km recorridos por zona: Para calcular este indicador, se realiza una sumatoria de los kilómetros recorridos en cada zona de reparto durante un periodo mensual. Luego, este resultado se divide por la sumatoria total de kilómetros recorridos en ese mismo periodo y se multiplica por 100 para expresarlo como porcentaje. De esta manera, se obtiene el porcentaje de kilómetros recorridos que representa cada zona de reparto.
- Porcentaje de utilización de cada móvil respecto a su promedio de uso: Para calcular el porcentaje de utilización de cada móvil respecto a su promedio de uso, se lleva a cabo un análisis detallado de los kilómetros recorridos por cada móvil a lo largo de cada mes. Este promedio mensual de kilómetros recorridos se utiliza como una medida objetivo para evaluar el porcentaje de uso de cada móvil. El proceso de cálculo se desarrolla de la siguiente manera: Primeramente, se determina el promedio mensual de kilómetros

recorridos por cada móvil. Luego se crea una tabla dinámica que detalla los kilómetros recorridos mensualmente por cada móvil. Finalmente, para calcular el KPI del porcentaje de utilización de cada móvil respecto a su promedio de uso, se divide el total de kilómetros recorridos por cada móvil en un mes por su promedio de kilómetros recorridos. Luego, este resultado se multiplica por 100 para expresarlo como porcentaje.

- Km/Boleta por repartidos: Para calcular este indicador, primero se suman los kilómetros recorridos por cada repartidor de forma individual para cada periodo mensual. Luego, se contabiliza la cantidad de boletas repartidas por cada repartidor durante el mismo periodo. Finalmente, se divide la sumatoria de kilómetros recorridos por cada repartidor entre la cantidad de boletas que reparte en ese periodo.
- Porcentaje de boletas no entregadas por repartidor respecto al total de boletas no entregadas: Para el cálculo de este indicador, se realiza la sumatoria de la cantidad de boletas no entregadas por repartidor en cada periodo mensual, utilizando los datos registrados en el documento Registro B.N.E. (Boletas No Entregadas). Posteriormente, el resultado es dividido entre la cantidad total de boletas no entregadas en el mismo periodo. El valor obtenido se multiplica por 100 con el fin de expresarlo como un porcentaje, obteniéndose así el porcentaje de boletas no entregadas por repartidor en relación con el total de boletas no entregadas.
- Evolución mensual del porcentaje de boletas entregadas con éxito por repartidor: para calcular este indicador, se realiza una sumatoria de la cantidad de boletas repartidas por cada repartidor en cada periodo mensual. A este resultado se le resta la cantidad de boletas no entregadas, según la información extraída del documento "Registro B.N.E. (Boletas No Entregadas)". La diferencia obtenida se divide entre la cantidad de boletas repartidas en el mismo periodo mensual. Finalmente, el valor resultante se multiplica por 100 para expresarlo en porcentaje, lo que permite determinar la evolución mensual del porcentaje de boletas entregadas con éxito por repartidor.

3.3.5 Objetivos de desempeño para los indicadores propuestos

Para evaluar el desempeño de las áreas, es de gran importancia definir indicadores y establecer un valor objetivo para cada uno, lo que permite determinar si los resultados obtenidos son aceptables. Para esto, se consultó a los responsables sobre los objetivos

actuales de la empresa. Estos se mencionan y se muestran en el apartado “Diseño del tablero de control”. Aunque la mayoría de estos objetivos se mantienen constantes a lo largo del tiempo, algunos pueden cambiar por diversas razones. Es por ello que se decide crear una tabla en Google Sheets para estos objetivos, de modo que el jefe de operaciones pueda actualizarla cuando sea necesario y visualizar tanto los objetivos mensuales como el progreso de los indicadores en relación con ellos, en el tablero de control.

3.3.6 Publicación del tablero

La publicación del tablero de datos en Looker Studio se realiza mediante la generación de un enlace de visualización. Este enlace se configura para proporcionar acceso de solo lectura, garantizando que los usuarios puedan revisar los datos sin posibilidad de modificar el contenido. Una vez generado, el enlace se entrega al jefe de operaciones de la empresa, permitiendo un acceso sencillo y seguro a la información crítica. La distribución del enlace asegura que el personal autorizado puede acceder a los datos actualizados en tiempo real, facilitando la toma de decisiones informadas y la supervisión eficiente de las operaciones de la empresa.

3.4 Evaluación del nivel de servitización

La servitización implica una utilización estratégica y eficiente de la información disponible dentro de la empresa. En este contexto, al evaluar el nivel de servitización, se analiza cómo la información existente puede ser aprovechada para mejorar tanto la eficiencia operativa como la calidad del producto y servicio ofrecidos, con el objetivo de alcanzar una mayor satisfacción del cliente. Se identifican dos aspectos clave en este análisis: la información que la empresa tenía pero no estaba utilizando, y la información que actualmente posee pero que aún no está siendo aprovechada.

Tal como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, la empresa inicialmente contaba con algunas fuentes de información que no eran aprovechadas de manera eficaz para la toma de decisiones. Sin embargo, estas fuentes han resultado de gran utilidad para el desarrollo del tablero de control. Además, como resultado de este trabajo, se implementan nuevas fuentes de información mediante la creación de formularios específicos para la recolección de datos adicionales, y se realizan mejoras a las fuentes existentes. En total, se integran tres nuevas fuentes de información, las cuales complementan las ya existentes y permiten desarrollar los indicadores clave de desempeño (KPIs) adicionales que la empresa requiere para evaluar de manera más completa el rendimiento del área de operaciones.

En este apartado se procede a evaluar el nivel de servitización de la información. Para el análisis, se tienen en cuenta las fuentes de datos con las que contaba la empresa previamente, las fuentes adicionales implementadas durante este trabajo, y los indicadores desarrollados a partir de cada una. Para llevar a cabo esta evaluación, los indicadores se segmentan en tres categorías:

1. Indicadores con información servitizada: Estos indicadores se desarrollan a partir de las fuentes de información con las que la empresa ya contaba, pero que no estaban siendo utilizadas para la toma de decisiones. Por lo tanto, la servitización de la información en estos casos es del 100%, ya que se aprovecha la totalidad de la información disponible previamente.
2. Indicadores con información parcialmente servitizada: En esta categoría se agrupan los indicadores que se desarrollan mediante la combinación de las fuentes de información preexistentes y las fuentes creadas a partir del desarrollo de este trabajo. Al depender tanto de información previamente disponible como de nueva, estos indicadores no alcanzan un nivel completo de servitización.
3. Indicadores que no implican servitización de información previamente disponible: Esta categoría incluye los indicadores que la empresa ya utilizaba previamente, así como aquellos que se desarrollan exclusivamente a partir de las nuevas fuentes de información introducidas en el transcurso de este trabajo. En este caso, la servitización no se aplica, ya que o bien la información ya era empleada, o bien es completamente nueva para la empresa.

Para facilitar la visualización y clasificación de los indicadores en el tablero de control, se implementa una codificación por colores. Como se observa en las figuras 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24: los indicadores con información servitizada se destacan en color verde, los indicadores con información parcialmente servitizada se resaltan en color amarillo, y los indicadores que no implican servitización de la información previamente disponible aparecen en color rojo. Esta metodología permite identificar claramente la fuente de información y el nivel de utilización de cada indicador. Además, se especifica que los indicadores codificados en color gris corresponden a aquellos que se repiten más de una vez en el tablero, y por lo tanto, estos se consideran de manera única en el análisis final.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.



Figura 18: Servitización de la información en el tablero general.
Fuente: Elaboración propia.

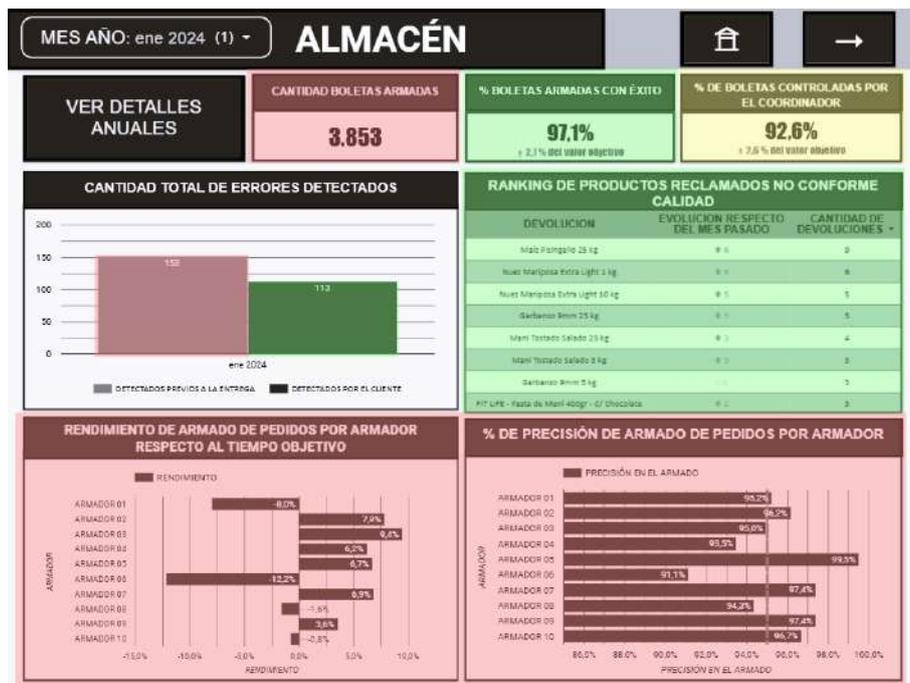


Figura 19: Servitización de la información en el tablero de almacén.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

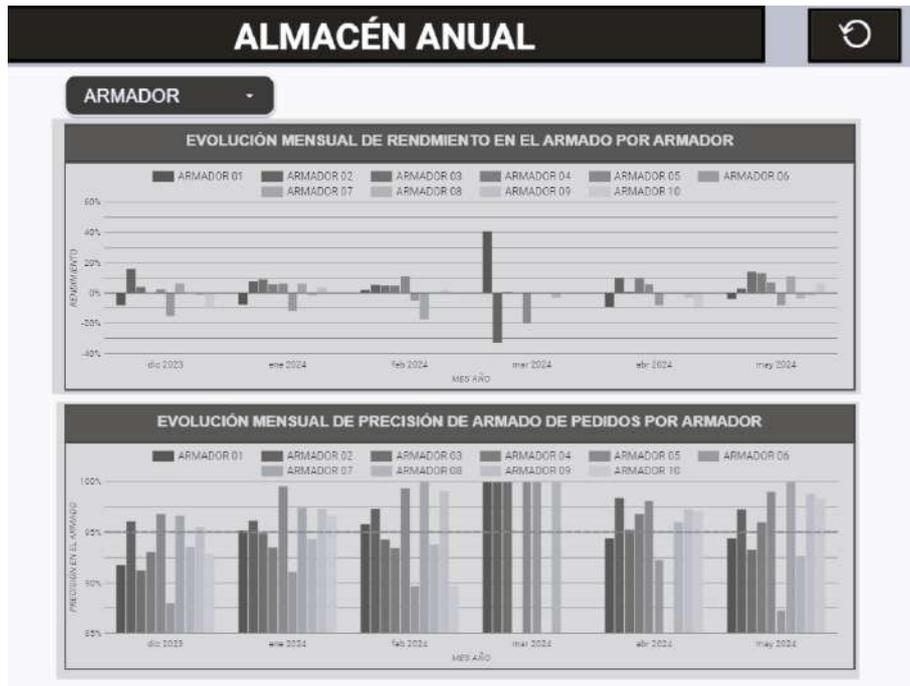


Figura 20: Servitización de la información en el tablero de almacén anual.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 21: Servitización de la información en el tablero de producción.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.



Figura 22: Servitización de la información en el tablero de producción anual.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 23: Servitización de la información en el tablero de logística.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

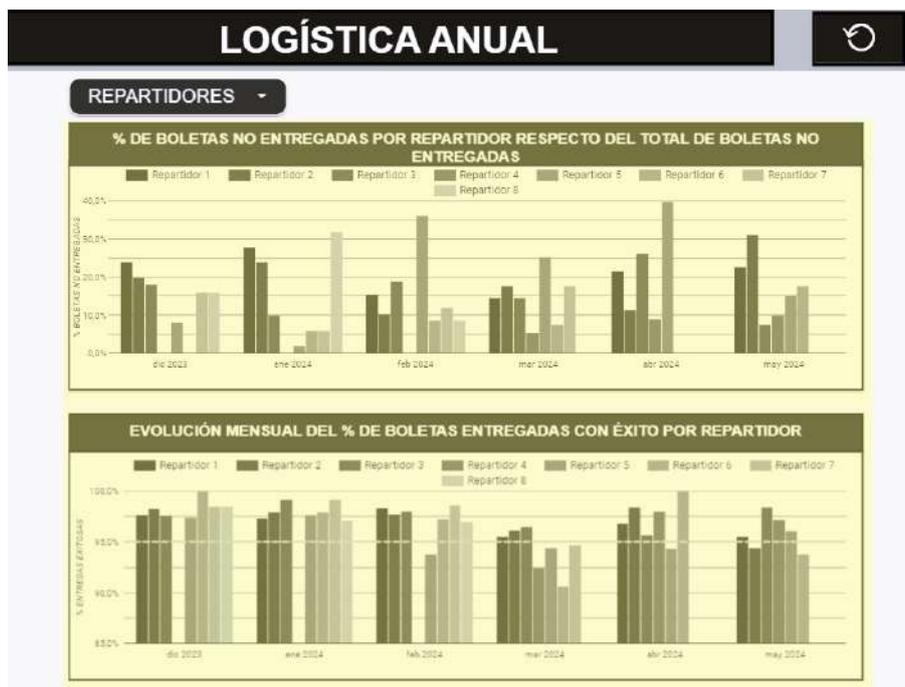


Figura 24: Servitización de la información en el tablero de logística anual.
Fuente: Elaboración propia.

El tablero de control desarrollado para el área de operaciones incluye un total de 41 indicadores clave de desempeño (KPIs). De estos, 11 son indicadores con información servitizada, de los cuales 3 corresponden al proceso de almacén y 8 al proceso logístico. Esto evidencia que, aunque la empresa disponía de información relevante, esta no se estaba utilizando de manera plena para optimizar sus procesos operativos. Asimismo, se identifican 5 indicadores con información parcialmente servitizada, lo que significa que estos fueron creados a partir de la combinación de fuentes de información ya existentes y las nuevas implementadas en el marco de este trabajo, implicando un aprovechamiento parcial de la información disponible.

Dicho esto, se observa que el nivel de servitización de la información en la empresa ha aumentado aproximadamente en un 40%. Esto refleja un uso más efectivo de la información para la toma de decisiones y una mejora en la capacidad de la empresa para gestionar sus operaciones de manera más eficiente.

Este análisis permite concluir que la incorporación de nuevas fuentes de información, junto con la integración de datos previamente no utilizados, ha incrementado de manera significativa el nivel de servitización de la información en la empresa. Además, la combinación de estas fuentes de información ha permitido crear 31 nuevos indicadores, permitiendo un control más efectivo del desempeño, lo que fortalece la toma de decisiones

basada en datos. Esto no solo mejora la eficiencia operativa y la calidad de los servicios, sino que también contribuye a la optimización de los procesos, lo que impulsa una mayor satisfacción del cliente.

Por otra parte, además de la información que ya se está utilizando, la empresa posee datos que aún no han sido aprovechados, pero que ofrecen potencial para mejorar los procesos y servicios.

Por ejemplo, el registro de devoluciones puede ser una fuente valiosa de información para la implementación de un área de calidad. Esta área podría evaluar el nivel de producto y servicio que ofrece la empresa, identificando problemas recurrentes y proponiendo mejoras. Incluso, un análisis detallado de las devoluciones puede revelar patrones y tendencias que ayuden a mejorar la calidad de los productos y servicios.

Para el área de compras, se podría realizar una exploración y evaluación de proveedores, utilizando información sobre la calidad de la materia prima. Esto permitiría seleccionar proveedores que ofrezcan productos de mayor calidad, mejorando así el producto final. Además, un control más riguroso de la calidad de los insumos puede contribuir a reducir los problemas de calidad y las devoluciones.

La implementación de estas medidas no solo mejoraría la eficiencia interna y la calidad del producto, sino que también aumentaría la satisfacción del cliente, al ofrecer un servicio más confiable y de mayor calidad.

4 CONCLUSIONES

Con el fin de cumplir con el objetivo general, en el capítulo 3.1 del presente trabajo, se ha llevado a cabo un relevamiento del servicio ofrecido, los sistemas de información y los procesos más relevantes del área de operaciones. Esto dejó en evidencia que la empresa no contaba con suficiente información para evaluar el desempeño del área, debido a que no se registraba de manera completa el desarrollo de cada uno de los procesos.

Luego de este diagnóstico, en el capítulo 3.2, se analizaron y se definieron los indicadores que se consideraron adecuados para medir el desempeño del área de operaciones, y facilitar la tomar decisiones orientadas a la eficiencia operativa. Para este análisis, se tuvieron en cuenta las limitaciones inherentes a los sistemas de información existentes, asegurando así que los indicadores definidos pudieran ser medidos con la información disponible o mediante la creación de formularios específicos. Posteriormente, se presentó ante el jefe de operaciones y el personal jerárquico, un prototipo del tablero de control a desarrollar, con el objetivo de recibir un *feedback*.

A partir de esta reunión, se terminaron de definir los KPIs que debía contener el tablero definitivo. Se pudo identificar que la empresa no contaba con la información necesaria para el desarrollo de cada uno de los indicadores requeridos. Por lo tanto, se optó por la creación de distintos formularios con el objetivo de generar nuevas fuentes de información y que las mismas puedan complementarse con las ya existentes.

Para calcular en tiempo real y visualizar los indicadores definidos para una futura toma de decisiones, en el capítulo 3.3.2 se realizó la selección de la herramienta de inteligencia de negocios más adecuada. La utilización del Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) permitió seleccionar la herramienta que más se adaptaba a los requerimientos de la empresa y a las fuentes de información disponibles. Los resultados del análisis mostraron a Looker Studio como la herramienta más adecuada, superando a Power BI y Tableau principalmente en los criterios de costo y colaboración remota.

La selección de Looker Studio como herramienta de inteligencia de negocios fue fundamental para el desarrollo del proyecto. A diferencia de las otras alternativas, Looker Studio permitió una integración más fluida con las fuentes de datos existentes, lo que facilitó la creación del tablero de control. Además, su capacidad de personalización y colaboración en línea resultó de gran importancia para ajustar el diseño del tablero a las necesidades operativas de la empresa.

Finalmente, con la utilización de esta herramienta, en el capítulo 3.3.3 se diseñó el tablero de control definitivo. Esto permitió visualizar en tiempo real los indicadores definidos, cumpliendo de esta manera con el objetivo general del trabajo. Además, como se menciona en el capítulo 3.3.5, la empresa fijó los objetivos a alcanzar en cada uno de los indicadores, para evaluar de manera eficiente el desempeño del área de operaciones.

Por otro lado, en el capítulo 3.4 se evaluó el notable incremento en el nivel de servitización de la empresa. A raíz de la implementación del tablero y la utilización de información previamente inutilizada, se ha registrado un aumento significativo de aproximadamente un 40% en el nivel de servitización de la información. Este importante crecimiento evidencia un uso mucho más efectivo de los datos disponibles para la toma de decisiones estratégicas, lo que ha permitido mejorar considerablemente la capacidad de la empresa para gestionar sus operaciones de manera más eficiente y con un enfoque claramente orientado hacia la optimización y el valor agregado.

Por último, se concluye que los objetivos establecidos al inicio del trabajo fueron alcanzados de manera satisfactoria. La implementación de este tablero permitió unificar las distintas fuentes de información que involucraban de manera directa e indirecta al área de operaciones. De este modo, se posibilita la mejora en la toma de decisiones por parte del jefe de operaciones, con el fin de optimizar la eficiencia en la gestión de la cadena de suministro y en la búsqueda de la mejora continua.

5 BIBLIOGRAFÍA

1. AITECO CONSULTORES. (2015, junio 7). Lo que no se mide no se puede mejorar. Aiteco Consultores. <https://www.aiteco.com/lo-que-no-se-mide/>
2. ALDOWAISAN, T. A., & GAAFAR, L. K. (1999). Business process reengineering: An approach for process mapping. *Omega International Journal of Management Science*.
3. ANJARD, R. P. (1998). Process mapping: A valuable tool for construction management and other professionals. *MCB University Press*, 16(3/4), 79-81.
4. BALLVÉ, A. M. (2006). CMI y Tablero: Creando conocimiento en las organizaciones con el Cuadro de Mando Integral y el Tablero de Control. https://accid.org/wp-content/uploads/2018/09/tendencias_castellano_013-038.pdf
5. CÁCERES, V. E. (2012). Cuadro de mando integral y su aplicación en una empresa del rubro plástico: ITAM-PLAS. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/4820/cacerescetrabajo-de-investigacion.pdf
6. CASAS AZNAR (1989). *Técnicas de Investigación Social: los indicadores sociales y psicosociales*. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias.
7. CHAN, F. T. S. (2003). Performance measurement in a supply chain. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*.
8. CHEN, H., CHIANG, R. H. L., & STOREY, V. C. (2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165-1188.
9. CHOPRA, S., & MEINDL, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. Pearson.
10. COHEN, W. W., & JENSEN, D. (2001). Data mining and knowledge discovery. En *Encyclopedia of Physical Science and Technology* (Vol. 4, pp. 573-588). Academic Press.
11. CORDERO GUZMÁN, D., & RODRÍGUEZ LÓPEZ, G. (2017). La inteligencia de negocios: una estrategia para la gestión de las empresas productivas. *Revista Ciencia UNEMI*, Vol. 10, No 23, agosto 2017, Pp. 40 - 48, 10(23), 40-48.
12. DASU, T., & JOHNSON, T. (2003). *Exploratory Data Mining and Data Cleaning*. John Wiley & Sons.
13. DAVENPORT, T. H., & HARRIS, J. G. (2007). *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Harvard Business Review Press.
14. DAVENPORT, T. H., & KIM, J. (2013). *Keeping Up with the Quants: Your Guide to Understanding and Using Analytics*. Harvard Business Review Press.

15. FRAZELLE, E. H. (2001). Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management. The United States: McGraw-Hill Professional.
16. HARRIS, O. (1986). Administración de recursos humanos: Conceptos de conducta interpersonal y casos.
17. JOTHIMANI, D. y SARMAH, S. P. (2014). Supply chain performance measurement for third party logistics. Benchmarking, 21(6), 944–963. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2012-0064>
18. KAPLAN, R. S., & NORTON, D. P. (2000). Cuadro de mando integral (The Balanced Scorecard). Gestión 2000. <https://administracionpersonal3.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/23/2020/06/balance-scorecard-CAP-1-Y-2-NORTON-Y-KAPLAN.pdf>
19. KAPLAN, R. y NORTON, D. (2004). Focusing your organization on Strategy – with Balanced Score Cards. Harvard Business School Publishing Corporation. 2nd Edition.
20. KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. y MALHOTRA, M. (2008). Administración de operaciones. Procesos y cadenas de valor. Octava Edición. México: Prentice Hall.
21. LÖNNQVIST, A., & PIRTTIMÄKI, V. (2006). The Measurement of Business Intelligence. Information Systems Management, 23(1), 32-40.
22. MARRADI, A., ARCHENTI, N., & PIOVANI, J. I. (2007). Metodología de las ciencias sociales. Buenos Aires: Emecé.
23. MONTICO-RIESCO, E., & VELARDE, M. (2014). Formulación de un tablero de comando para el análisis de la productividad y la gestión competitiva en el sector salud. <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuacont/article/view/12872/10326>
24. MORA GARCÍA, L. A. (2008). Indicadores de gestión logística. In Logística comercial internacional.
25. NIÑO, MIKEL. (2018). a. El impulso a la servitización basada en datos en la Industria 4.0. Extraído el 17 de agosto de 2024 de <https://www.mikelnino.com/2018/04/impulso-servitizacion-datos-industria-40.html>
26. NIÑO, MIKEL. (2018). b. La cadena de valor extendida como foco de actuación dentro del modelo de Industria 4.0. Extraído el 17 de agosto de 2024 de <https://www.mikelnino.com/2018/02/cadena-valor-extendida-supply-logistica-servitizacion-modelo-industria-40.html>
27. NIÑO, MIKEL. (2018). c. Servitización basada en datos: escenarios B2B en la Industria 4.0. Extraído el 17 de agosto de 2024 de

<https://www.mikelnino.com/2018/04/servitizacion-datos-escenarios-b2b-industria-40.html>

28. PARDO ÁLVAREZ, J. M. (2018). Configuración y usos de un mapa de procesos. <https://www.collegesidekick.com/study-docs/7221437>
29. PARMENTER, D. (2015). Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs (3rd ed.). John Wiley & Sons.
30. PROVOST, F., & FAWCETT, T. (2013). Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking. O'Reilly Media.
31. SEARCH ENGINE LAND. (2023). What is Google's Looker Studio and how you can use it. Recuperado de <https://www.searchengineland.com>
32. SIMCHI-LEVI, D., KAMINSKY, P., & SIMCHI-LEVI, E. (2007). Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies (3rd ed.). McGraw-Hill.
33. TECHREPUBLIC. (2023). Looker Studio: Beginner Guide With Examples. Recuperado de <https://www.techrepublic.com>
34. TURBAN, E., SHARDA, R., DELEN, D., & KING, D. (2011). Business Intelligence: A Managerial Approach. Pearson.
35. TUKEY, J. W. (1977). Exploratory data analysis. Addison-Wesley.
36. UNIVERSIDAD DE CÁDIZ. (2007). Gestión de procesos en la UCA: Guía para la identificación y análisis. https://personal.uca.es/wp-content/uploads/2018/03/1237151097_652011132928.pdf?u
37. WATSON, H. J. (2009). Tutorial: Business Intelligence – Past, Present, and Future. Communications of the Association for Information Systems, 25(1), 39.
38. KELVIN, W. T. (1889). Popular lectures and addresses, Volume 1. Macmillan and Co.
39. YEPES PIQUERAS, V. (2022). ¿Qué hacemos con los valores atípicos (outliers)?. Extraído el 17 de julio de 2024, de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/02/21/que-hacemos-con-los-valores-atipicos-outliers/>
40. ZULUAGA, M. A., GÓMEZ, M. R., & FERNÁNDEZ, H. S. (2014). Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo SCOR.

6. ANEXOS

ANEXO I: Procedimiento del AHP

MCP Criterios (Agustín)	Costo	Colaboración remota	Compatibilidad	Experiencia de usuario	Experiencia previa	Funcionalidades
Costo	1,000	5,000	3,000	7,000	9,000	7,000
Colaboración remota	0,200	1,000	0,333	5,000	7,000	5,000
Compatibilidad	0,333	3,000	1,000	5,000	7,000	7,000
Experiencia del usuario	0,143	0,200	0,200	1,000	3,000	3,000
Experiencia previa	0,111	0,143	0,143	0,333	1,000	0,333
Funcionalidades	0,143	0,200	0,143	0,333	3,000	1,000
Suma	1,930	9,543	4,819	18,667	30,000	23,333

Figura 25: Matriz de comparaciones pareadas de criterios según desarrollador 1.
Fuente: Elaboración propia.

MCP Representatividad de Criterios (Agustín)	Costo	Colaboración remota	Compatibilidad	Experiencia de usuario	Experiencia previa	Funcionalidades	Promedio
Costo	0,518	0,524	0,623	0,375	0,300	0,300	0,440
Colaboración remota	0,104	0,105	0,069	0,268	0,233	0,214	0,166
Compatibilidad	0,173	0,314	0,208	0,268	0,233	0,300	0,249
Experiencia del usuario	0,074	0,021	0,042	0,054	0,100	0,129	0,070
Experiencia previa	0,058	0,015	0,030	0,018	0,033	0,014	0,028
Funcionalidades	0,074	0,021	0,030	0,018	0,100	0,043	0,048

Relación de Consistencia	
IC=	0,12
IA=	1,32
RC=	0,09

A	A/Promedio
3,088	7,020
1,119	6,760
1,770	7,099
0,442	6,336
0,175	6,270
0,286	6,018
	6,584

Figura 26: Matriz de comparaciones pareadas de representatividad de criterios y relación de consistencia según desarrollador 1.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando de tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Costos (Agustin)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	9,000	7,000	0,797	0,692	0,840	0,777
Tableau	0,111	1,000	0,333	0,089	0,077	0,040	0,069
Power BI	0,143	3,000	1,000	0,114	0,231	0,120	0,155
Total	1,254	13,000	8,333				

Relación de Consistencia	
IC=	0,04
IA=	0,66
RC=	0,06

A	A/Promedio
2,477	3,190
0,206	3,013
0,471	3,043
	3,082

Figura 27: Matriz de comparaciones pareadas de costos y relación de consistencia según desarrollador 1.
Fuente: Elaboración propia.

MCP Colaboración Remota (Agustin)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	7,000	5,000	0,745	0,636	0,789	0,724
Tableau	0,143	1,000	0,333	0,106	0,091	0,053	0,083
Power BI	0,200	3,000	1,000	0,149	0,273	0,158	0,193
Total	1,343	11,000	6,333				

Relación de Consistencia	
IC=	0,03
IA=	0,66
RC=	0,05

A	A/Promedio
2,273	3,141
0,251	3,014
0,588	3,043
	3,066

Figura 28: Matriz de comparaciones pareadas de colaboración remota y relación de consistencia según desarrollador 1.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando de tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Compatibilidad (Agustín)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	3,000	5,000	0,652	0,714	0,455	0,607
Tableau	0,333	1,000	5,000	0,217	0,238	0,455	0,303
Power BI	0,200	0,200	1,000	0,130	0,048	0,091	0,090
Total	1,533	4,200	11,000				

Relación de Consistencia	
IC=	0,07
IA=	0,66
RC=	0,10

A	A/Promedio
1,965	3,238
0,954	3,145
0,272	3,031
	3,138

Figura 29: Matriz de comparaciones pareadas de compatibilidad y relación de consistencia según desarrollador 1.
Fuente: Elaboración propia.

MCP Experiencia del usuario (Agustín)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	9,000	5,000	0,763	0,600	0,806	0,723
Tableau	0,111	1,000	0,200	0,085	0,067	0,032	0,061
Power BI	0,200	5,000	1,000	0,153	0,333	0,161	0,216
Total	1,311	15,000	6,200				

Relación de Consistencia	
IC=	0,06
IA=	0,66
RC=	0,09

A	A/Promedio
2,353	3,254
0,185	3,017
0,666	3,089
	3,120

Figura 30: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia de usuario y relación de consistencia según desarrollador 1.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando de tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Experiencia previa (Agustin)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	0,333	0,333	0,143	0,143	0,143	0,143
Tableau	3,000	1,000	1,000	0,429	0,429	0,429	0,429
Power BI	3,000	1,000	1,000	0,429	0,429	0,429	0,429
Total	7,000	2,333	2,333				

Relación de Consistencia	
IC=	0,00
IA=	0,66
RC=	0,00

A	A/Promedio
0,429	3,000
1,286	3,000
1,286	3,000
	3,000

Figura 31: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia previa y relación de consistencia según desarrollador 1.
Fuente: Elaboración propia.

MCP Funcionalidades (Agustin)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	0,143	0,200	0,077	0,097	0,048	0,074
Tableau	7,000	1,000	3,000	0,538	0,677	0,714	0,643
Power BI	5,000	0,333	1,000	0,385	0,226	0,238	0,283
Total	13,000	1,476	4,200				

Relación de Consistencia	
IC=	0,03
IA=	0,66
RC=	0,05

A	A/Promedio
0,222	3,013
2,008	3,121
0,866	3,062
	3,066

Figura 32: Matriz de comparaciones pareadas de funcionalidades y relación de consistencia según desarrollador 1.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando de tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Criterios (Lisandro)	Costo	Colaboración remota	Compatibilidad	Experiencia de usuario	Experiencia previa	Funcionalidades
Costo	1,000	5,000	5,000	7,000	7,000	7,000
Colaboración remota	0,200	1,000	3,000	3,000	5,000	5,000
Compatibilidad	0,200	0,333	1,000	3,000	3,000	3,000
Experiencia del usuario	0,143	0,333	0,333	1,000	1,000	0,333
Experiencia previa	0,143	0,200	0,333	1,000	1,000	0,333
Funcionalidades	0,143	0,200	0,333	3,000	3,000	1,000
Suma	1,829	7,067	10,000	18,000	20,000	16,667

Figura 33: Matriz de comparaciones pareadas de criterios según desarrollador 2.
Fuente: Elaboración propia.

MCP Representatividad de Criterios (Lisandro)	Costo	Colaboración remota	Compatibilidad	Experiencia de usuario	Experiencia previa	Funcionalidades	Promedio
Costo	0,547	0,708	0,500	0,389	0,350	0,420	0,486
Colaboración remota	0,109	0,142	0,300	0,167	0,250	0,300	0,211
Compatibilidad	0,109	0,047	0,100	0,167	0,150	0,180	0,126
Experiencia del usuario	0,078	0,047	0,033	0,056	0,050	0,020	0,047
Experiencia previa	0,078	0,028	0,033	0,056	0,050	0,020	0,044
Funcionalidades	0,078	0,028	0,033	0,167	0,150	0,060	0,086

Relación de Consistencia	
IC=	0,10
IA=	1,32
RC=	0,08

A	A/Promedio
3,413	7,029
1,479	6,999
0,826	6,580
0,302	6,374
0,274	6,190
0,514	5,975
	6,525

Figura 34: Matriz de comparaciones pareadas de representatividad de criterios y relación de consistencia según desarrollador 2.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando de tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Costos (Lisandro)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	9,000	7,000	0,797	0,692	0,840	0,777
Tableau	0,111	1,000	0,333	0,089	0,077	0,040	0,069
Power BI	0,143	3,000	1,000	0,114	0,231	0,120	0,155
Total	1,254	13,000	8,333				

Relación de Consistencia	
IC=	0,04
IA=	0,66
RC=	0,06

A	A/Promedio
2,477	3,190
0,206	3,013
0,471	3,043
	3,082

Figura 35: Matriz de comparaciones pareadas de costos y relación de consistencia según desarrollador 2.
Fuente: Elaboración propia.

MCP Colaboración Remota (Lisandro)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	7,000	5,000	0,745	0,636	0,789	0,724
Tableau	0,143	1,000	0,333	0,106	0,091	0,053	0,083
Power BI	0,200	3,000	1,000	0,149	0,273	0,158	0,193
Total	1,343	11,000	6,333				

Relación de Consistencia	
IC=	0,03
IA=	0,66
RC=	0,05

A	A/Promedio
2,273	3,141
0,251	3,014
0,588	3,043
	3,066

Figura 36: Matriz de comparaciones pareadas de colaboración remota y relación de consistencia según desarrollador 2.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando de tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Compatibilidad (Lisandro)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	3,000	3,000	0,600	0,600	0,600	0,600
Tableau	0,333	1,000	1,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Power BI	0,333	1,000	1,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Total	1,667	5,000	5,000				

Relación de Consistencia	
IC=	0,00
IA=	0,66
RC=	0,00

A	A/Promedio
1,800	3,000
0,600	3,000
0,600	3,000
	3,000

Figura 37: Matriz de comparaciones pareadas de compatibilidad y relación de consistencia según desarrollador 2.
Fuente: Elaboración propia.

MCP Experiencia del usuario (Lisandro)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	5,000	3,000	0,652	0,556	0,692	0,633
Tableau	0,200	1,000	0,333	0,130	0,111	0,077	0,106
Power BI	0,333	3,000	1,000	0,217	0,333	0,231	0,260
Total	1,533	9,000	4,333				

Relación de Consistencia	
IC=	0,02
IA=	0,66
RC=	0,03

A	A/Promedio
1,946	3,072
0,320	3,011
0,790	3,033
	3,039

Figura 38: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia de usuario y relación de consistencia según desarrollador 2.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Experiencia previa (Lisandro)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	1,000	0,200	0,143	0,143	0,143	0,143
Tableau	1,000	1,000	0,200	0,143	0,143	0,143	0,143
Power BI	5,000	5,000	1,000	0,714	0,714	0,714	0,714
Total	7,000	7,000	1,400				

Relación de Consistencia	
IC=	0,00
IA=	0,66
RC=	0,00

A	A/Promedio
0,429	3,000
0,429	3,000
2,143	3,000
	3,000

Figura 39: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia previa y relación de consistencia según desarrollador 2.
Fuente: Elaboración propia.

MCP Funcionalidades (Lisandro)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	0,143	0,200	0,077	0,097	0,048	0,074
Tableau	7,000	1,000	3,000	0,538	0,677	0,714	0,643
Power BI	5,000	0,333	1,000	0,385	0,226	0,238	0,283
Total	13,000	1,476	4,200				

Relación de Consistencia	
IC=	0,03
IA=	0,66
RC=	0,05

A	A/Promedio
0,222	3,013
2,008	3,121
0,866	3,062
	3,066

Figura 40: Matriz de comparaciones pareadas de funcionalidades y relación de consistencia según desarrollador 2.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Criterios (AIJ)	Costo	Colaboración remota	Compatibilidad	Experiencia de usuario	Experiencia previa	Funcionalidades
Costo	1,000	5,000	3,873	7,000	7,937	7,000
Colaboración remota	0,200	1,000	1,000	3,873	5,916	5,000
Compatibilidad	0,258	1,000	1,000	3,873	4,583	4,583
Experiencia del usuario	0,143	0,258	0,258	1,000	1,732	1,000
Experiencia previa	0,126	0,169	0,218	0,577	1,000	0,333
Funcionalidades	0,143	0,200	0,218	1,000	3,000	1,000
Suma	1,870	7,627	6,568	17,323	24,168	18,916

Figura 41: Matriz de comparaciones pareadas de criterios (AIJ).
Fuente: Elaboración propia.

MCP Criterios (AIJ)	Costo	Colaboración remota	Compatibilidad	Experiencia de usuario	Experiencia previa	Funcionalidades	Promedio
Costo	0,535	0,656	0,590	0,404	0,328	0,370	0,480
Colaboración remota	0,107	0,131	0,152	0,224	0,245	0,264	0,187
Compatibilidad	0,138	0,131	0,152	0,224	0,190	0,242	0,179
Experiencia del usuario	0,076	0,034	0,039	0,058	0,072	0,053	0,055
Experiencia previa	0,067	0,022	0,033	0,033	0,041	0,018	0,036
Funcionalidades	0,076	0,026	0,033	0,058	0,124	0,053	0,062

Relación de Consistencia	
IC=	0,06
IA=	1,32
RC=	0,05

A	A/Promedio
3,215	6,693
1,198	6,400
1,152	6,420
0,342	6,192
0,220	6,129
0,370	5,988
	6,304

Figura 42: Matriz de comparaciones pareadas de representatividad de criterios y relación de consistencia (AIJ).
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Costos (AIJ)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	9,000	7,000	0,797	0,692	0,840	0,777
Tableau	0,111	1,000	0,333	0,089	0,077	0,040	0,069
Power BI	0,143	3,000	1,000	0,114	0,231	0,120	0,155
Total	1,254	13,000	8,333				

Relación de Consistencia	
IC=	0,04
IA=	0,66
RC=	0,06

A	A/Promedio
2,477	3,190
0,206	3,013
0,471	3,043
	3,082

Figura 43: Matriz de comparaciones pareadas de costos y relación de consistencia (AIJ).
Fuente: Elaboración propia.

MCP Colaboración remota (AIJ)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	7,000	5,000	0,745	0,636	0,789	0,724
Tableau	0,143	1,000	0,333	0,106	0,091	0,053	0,083
Power BI	0,200	3,000	1,000	0,149	0,273	0,158	0,193
Total	1,343	11,000	6,333				

Relación de Consistencia	
IC=	0,03
IA=	0,66
RC=	0,05

A	A/Promedio
2,273	3,141
0,251	3,014
0,588	3,043
	3,066

Figura 44: Matriz de comparaciones pareadas de colaboración remota y relación de consistencia (AIJ).
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Compatibilidad (AIJ)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	3,000	3,873	0,628	0,675	0,545	0,616
Tableau	0,333	1,000	2,236	0,209	0,225	0,315	0,250
Power BI	0,258	0,447	1,000	0,162	0,101	0,141	0,134
Total	1,592	4,447	7,109				

Relación de Consistencia	
IC=	0,02
IA=	0,66
RC=	0,03

A	A/Promedio
1,886	3,062
0,756	3,027
0,405	3,013
	3,034

Figura 45: Matriz de comparaciones pareadas de compatibilidad y relación de consistencia (AIJ).
Fuente: Elaboración propia.

MCP Experiencia de usuario (AIJ)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	6,708	3,873	0,711	0,579	0,755	0,682
Tableau	0,149	1,000	0,258	0,106	0,086	0,050	0,081
Power BI	0,258	3,873	1,000	0,183	0,334	0,195	0,238
Total	1,407	11,581	5,131				

Relación de Consistencia	
IC=	0,04
IA=	0,66
RC=	0,06

A	A/Promedio
2,144	3,146
0,244	3,015
0,727	3,059
	3,073

Figura 46: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia de usuario y relación de consistencia (AIJ).
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de un cuadro de mando a tiempo real para el sector logístico-operativo de una empresa distribuidora.

MCP Experiencia previa (AIJ)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	0,577	0,258	0,151	0,151	0,151	0,151
Tableau	1,732	1,000	0,447	0,262	0,262	0,262	0,262
Power BI	3,873	2,236	1,000	0,586	0,586	0,586	0,586
Total	6,605	3,813	1,705				

Relación de Consistencia	
IC=	0,00
IA=	0,66
RC=	0,00

A	A/Promedio
0,454	3,000
0,787	3,000
1,759	3,000
	3,000

Figura 47: Matriz de comparaciones pareadas de experiencia previa y relación de consistencia (AIJ).
Fuente: Elaboración propia.

MCP Funcionalidades (AIJ)	Looker Studio	Tableau	Power BI	Representatividad			Promedio
Looker Studio	1,000	0,143	0,200	0,077	0,097	0,048	0,074
Tableau	7,000	1,000	3,000	0,538	0,677	0,714	0,643
Power BI	5,000	0,333	1,000	0,385	0,226	0,238	0,283
Total	13,000	1,476	4,200				

Relación de Consistencia	
IC=	0,03
IA=	0,66
RC=	0,05

A	A/Promedio
0,222	3,013
2,008	3,121
0,866	3,062
	3,066

Figura 48: Matriz de comparaciones pareadas de funcionalidades y relación de consistencia (AIJ).
Fuente: Elaboración propia.