

MEJORA CONTINUA EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA MEDIANTE LA DEFINICIÓN DE KPIS Y LA IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DE CONTROL OPERATIVO

*Werner, Diego A. **

* *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.*

* diegowerner1994@gmail.com

RESUMEN: Con el objetivo de promover la mejora continua en la industria de mecanizado de transmisiones, este proyecto de graduación aborda la definición de KPIS y la posterior elaboración de un tablero de control operativo para el área de Logística. Este sector tiene un papel fundamental en la gestión de la cadena de suministro y en la coordinación de las diferentes actividades relacionadas con el transporte, almacenamiento y distribución de los componentes que conforman los vehículos, por lo que resulta esencial disponer de una metodología o herramienta que permita monitorear fácilmente los parámetros más relevantes. Para ello, en primer lugar, se determinan los aspectos de la organización que sean de mayor importancia para el sector, luego se seleccionan los indicadores claves de desempeño dentro de cada una de las temáticas y, a continuación, se definen los procedimientos adecuados para obtener y recolectar los diferentes datos. Finalmente, se procede al diseño y desarrollo del tablero de control. La aplicación de esta herramienta resulta trascendental para conseguir una mejor gestión, ya que permite tener una visión clara y en tiempo real del desempeño de los diferentes procesos y actividades relacionados con la cadena de suministro.

Palabras claves: Mejora continua, KPI, Poka-Yoke, Tablero de control operativo.

ABSTRACT: In order to promote continuous improvement in the transmission machining industry, this graduation project addresses the definition of KPIs and the subsequent development of an operational dashboard for the logistics area. This sector plays a fundamental role in supply chain management and in the coordination of the different activities related to the transport, storage and distribution of vehicle components, so it is essential to have a methodology or tool that allows easy monitoring of the most relevant parameters.

To achieve this, the most important aspects of the organization for the sector are first determined, then the key performance indicators are selected within each theme, and afterwards, the appropriate procedures are defined to obtain and collect the different data. Finally, the dashboard is designed and developed. The application of this tool is essential to achieve better management, as it provides a clear and real-time view of the performance of the different processes and activities related to the supply chain.

Keywords: Continuous improvement – KPI – Poka-Yoke – Operational dashboard.

INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

La planta donde se desarrolló el proyecto es una fábrica de mecanizado de componentes para vehículos, ubicada en Colombres, Cruz Alta, Tucumán. Esta planta es fundamental en la cadena de suministro global de la compañía, ya que sus productos son enviados a unidades de montaje en Brasil y Suecia.

Las piezas mecanizadas incluyen piñones, coronas, ejes, engranajes de cajas de cambio, carcasas, sincronizados, mitad de porta corona y palieres.

El flujo de trabajo comienza con la recepción de materia prima (“artículos brutos”) de proveedores de Argentina, Brasil y Europa. Estas piezas son almacenadas en un depósito central utilizando estanterías y apilamiento libre.

El proceso de mecanizado se divide en tres etapas que se desarrollan de forma secuencial:

- **Mecanizado en blando:** Incluye las operaciones de centrado, torneado y creación. Durante esta etapa es fundamental manipular las piezas con cuidado para evitar daños.
- **Tratamiento térmico:** Comprende los procesos de cementación y temple y revenido. La cementación enriquece la superficie de las piezas con carbono para aumentar la dureza superficial sin modificar el núcleo. El temple y revenido asegura que cada región de la pieza adquiera las propiedades adecuadas según su porcentaje de carbono.
- **Mecanizado en duro:** Abarca las operaciones de afilado y honing. Las directas, contraejes y engranajes pasan por un proceso adicional llamado shotpeening para mejorar su terminación superficial.

Entre cada una de estas etapas se utilizan “buffers” o áreas de almacenamiento intermedio.

Las piezas destinadas a la exportación a Suecia pasan a través de una cabina de deshumidificación

para prevenir la oxidación.

La producción se realiza en lotes, utilizando el método FIFO (First Input First Output) para el abastecimiento del material bruto a las líneas de blando.

El producto terminado se guarda en el almacén de producto listo para entrega (también denominado RTS, por sus siglas en inglés: Ready to ship) y posteriormente se lo exporta en su totalidad. Brasil es el destino que recibe la mayor parte de la producción (un 80% aproximadamente). El proceso total puede verse esquematizado en la Fig. 1.

1.2 Organigrama de la empresa

La estructura jerárquica de la organización consta de un director y 8 departamentos principales:

- Producción de Diferenciales
- Producción de Cajas de Cambio
- Logística y Calidad
- Ingeniería
- Mantenimiento
- Recursos Humanos
- Economía y IT
- Compras

Cada departamento está liderado por su respectivo gerente y se subdivide en áreas específicas.

El proyecto descrito en este documento fue desarrollado en el sector de Desarrollo Logístico e implementado en el área de Movimiento de Materiales, ambos pertenecientes al departamento de Logística y Calidad. Este departamento también incluye las áreas de Planeamiento y el Equipo de Calidad y Auditorías.

1.3 Funciones de las áreas logísticas

El sector logístico de la planta industrial es el

responsable de establecer la integración entre áreas y procesos para aumentar la eficiencia y el logro de objetivos de la empresa, además de crear y operar flujos conectados y sostenibles en una red logística global.

Las áreas que lo componen cumplen las siguientes funciones:

- Planeamiento: Se encarga de la planificación de toda la cadena de valor:
 - » Recepción de órdenes del cliente.
 - » Programación de materia prima, su transporte y documentación.
 - » Programación de todo el flujo de producción.
 - » Coordinación de exportación, su transporte y documentación.
- Movimiento de Materiales: Posee los equipos responsables del centro logístico, cubriendo las áreas de operación, control de embalajes y cumplimiento.

El enfoque del área es el mantenimiento de la operación de los diferentes almacenes (almacén central, plataforma logística y almacén RTS), así como su mejora continua.

Dado que es el sector responsable de la carga y descarga de camiones y de abastecer el material bruto a las líneas de blando, busca asegurar que el material será almacenado y enviado a sus clientes de manera organizada, ágil, segura y eficiente.

Se encarga además de la gestión y lavado de los embalajes, de las tareas de reenvasado y de la operación de la cabina de deshumidificación.

- Desarrollo Logístico: Busca la eliminación de desperdicios en las diferentes actividades logísticas a través de la mejora continua. Desarrolla proyectos que se enfocan en tres temáticas principales:

- » Disminuir el uso de autoelevadores en el interior de la fábrica, con el fin de reducir el riesgo de accidentes, simplificar los flujos, evitar demoras

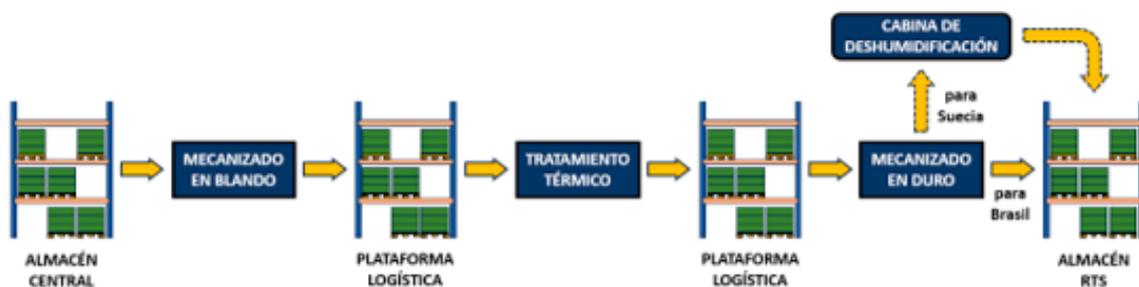


Figura 1: Proceso de mecanizado

en la producción y disminuir las emisiones de CO₂.

- » Optimizar el uso y distribución de los diferentes almacenes, para conseguir el máximo aprovechamiento del espacio de almacenamiento y facilitar la búsqueda y ubicación de cajones, además de fomentar y respetar la aplicación del método FIFO.
- » Mejorar la circulación de camiones, con el objetivo de optimizar la eficiencia en la recepción de materia prima y entrega de productos terminados, reduciendo la congestión vehicular en las áreas de carga, descarga y en las zonas de espera.

1.4 Situación actual del sector

En la actualidad, el área de Movimiento de Materiales enfrenta un desafío significativo debido a la falta de indicadores clave de desempeño (KPIs) claramente definidos. Esto se traduce en una carencia de sistemas y metodologías digitales establecidas que permitan la recopilación efectiva de información relevante para el sector.

Las consecuencias más notables de esto son:

- Dificultad en el seguimiento de operaciones y procesos: La falta de KPIs impide un análisis preciso y basado en datos reales sobre la trazabilidad de los productos, especialmente cuando surgen problemas de calidad.
- Toma de decisiones obstaculizada: La ausencia de información exacta y actualizada limita la capacidad de fundamentar las acciones necesarias para mejorar la gestión.
- Impacto en la efectividad de las reuniones RTM: Las reuniones diarias con los operarios de Logística, destinadas a compartir y discutir información importante para minimizar errores futuros y mejorar la calidad del servicio, se ven afectadas por la falta de datos concretos.

1.5 Objetivos del Proyecto

Con el propósito de promover la mejora continua en la gestión logística, los objetivos del proyecto son definir indicadores clave de desempeño y desarrollar e implementar un tablero de control operativo para el área de Movimiento de Materiales. Además, esto permitirá:

- Lograr mayor eficiencia en los procesos.
- Disminuir los desperdicios asociados a las diferentes actividades del sector.
- Mejorar la calidad del servicio en la cadena de suministro.

- Conseguir una supervisión en tiempo real de las distintas tareas, lo que proporcionará una visión clara del desempeño de los procesos, abordando así las deficiencias actuales y sentando las bases para una gestión más eficiente y basada en datos sólidos.

MARCO TEÓRICO

2.1 Mejora continua

La mejora continua es un enfoque metodológico que busca el perfeccionamiento constante de los procesos y actividades de una organización. Su objetivo principal es identificar y eliminar de manera progresiva los desperdicios, ineficiencias y obstáculos que puedan existir en la operación de una empresa.

Se apoya en la idea de que siempre hay margen para hacer las cosas mejor y que la evolución constante es esencial para mantener la competitividad en el mercado. Requiere la participación activa de todos los miembros de la organización en la identificación y solución de problemas.

2.2 KPI (Indicadores clave de desempeño)

Los Indicadores Clave de Desempeño, o KPIs por sus siglas en inglés (Key Performance Indicators), son métricas o medidas cuantitativas que se utilizan para evaluar el rendimiento y el logro de objetivos específicos en una organización. Proporcionan información relevante y objetiva sobre el desempeño de procesos, áreas o departamentos, permitiendo tomar decisiones basadas en datos concretos.

Los KPI tienen como objetivos principales medir el nivel de servicio, realizar un diagnóstico de la situación, comunicar e informar sobre la situación y los objetivos, motivar a los equipos responsables del cumplimiento de los objetivos reflejados en el KPI y, en general, evaluar cualquier progreso de manera constante.

2.3 Poka-Yoke

Poka-Yoke es un concepto japonés que significa “a prueba de errores” o “a prueba de fallos”. Se refiere a la implementación de mecanismos o dispositivos diseñados para prevenir errores humanos o problemas en los procesos. Estos mecanismos son diseñados de manera que, si se comete un error o una acción incorrecta, se detecta inmediatamente y se evita que el error se propague o cause un problema mayor.

Los Poka-Yokes son una forma efectiva de garantizar la calidad y la prevención de errores en la fabricación y los procesos de servicio, lo que permite mejorar la eficiencia al minimizar el retrabajo. Pueden ser dispositivos físicos, como sensores, o procedimientos específicos que guían a los trabajadores para evitar acciones incorrectas.

2.4 RTM (Gestión en tiempo real)

La Gestión en Tiempo Real, o RTM por sus siglas en inglés (Real Time Management), se refiere a la capacidad de monitorear y tomar decisiones inmediatas basadas en datos y eventos en tiempo real. Permite seguir y controlar los procesos en curso, identificar problemas en su fase inicial y responder de manera inmediata para minimizar el impacto negativo.

Se basa en la disponibilidad de datos precisos y actualizados, así como en sistemas de información que permiten la toma de decisiones ágil y eficaz. Esto implica el uso de tecnologías como sensores y sistemas de seguimiento en tiempo real.

2.5 Tablero de control operativo

Un tablero de control es una herramienta visual cuyo objetivo y utilidad básica es diagnosticar adecuadamente la situación de una organización. Ballvé (2001) lo define como “el conjunto de KPIs cuyo seguimiento periódico permitirá contar con un mayor conocimiento de la situación de su empresa o sector apoyándose en nuevas tecnologías informáticas”.

El tablero suele presentar KPIs de manera clara y concisa utilizando el color de las luces, gráficos y métricas clave para permitir a los responsables tomar decisiones informadas de manera rápida y efectiva.

Según Ballvé, existen cuatro tipos de tableros de control:

- Operativo: Sirve para que en un simple golpe de vista podamos evaluar diariamente los indicadores operativos más relevantes. Permite monitorear el estado de sectores o procesos específicos, facilitando la acción inmediata y contribuyendo a la mejora continua de los procesos.
- Directivo: Permite monitorear los resultados internos de la empresa en el corto plazo (mensual).
- Estratégico: Proporciona información interna y externa para conocer el posicionamiento estratégico y a largo plazo de la empresa.

- Integral: Ofrece a la alta dirección una visión integral de la situación de la empresa, englobando las perspectivas operativa, directiva y estratégica.

DESARROLLO DEL TABLERO DE CONTROL OPERATIVO

3.1 Identificación de los objetivos estratégicos

Se parte de un diagrama previamente definido por la empresa que refleja su modelo de pensamiento. Este diagrama incluye los principios y valores fundamentales, y en su centro se encuentran las cuatro prioridades clave que guían todas las decisiones y acciones de la compañía:

- Seguridad: Considerada la máxima prioridad. Garantizar la seguridad de los empleados y la protección de los recursos es un compromiso inquebrantable. Constantemente se investigan formas de mejorar la seguridad en el lugar de trabajo y minimizar riesgos.
- Calidad: Se busca mantener estándares de calidad excepcionales en productos y servicios, asegurando que cumplan con las expectativas de los clientes y se adhieran a las normas más exigentes de la industria.
- Entrega: La puntualidad y eficiencia en la entrega son fundamentales para la satisfacción del cliente y el funcionamiento sin problemas de la cadena de suministro. La empresa se compromete a cumplir con los plazos de entrega establecidos.
- Costos: La gestión eficiente de costos es esencial. Se busca optimizar procesos y reducir costos sin comprometer la seguridad, calidad o entrega, alineándose con la búsqueda de eficiencia en todas las áreas.

Cada una de estas prioridades desempeña un papel crítico en la estrategia de la empresa y son esenciales para el éxito continuo de sus operaciones.

3.2 Selección de KPIs

Se realiza teniendo en cuenta las prioridades estratégicas de la organización, asegurando que los indicadores elegidos para el área de Movimiento de Materiales se alineen con los valores y objetivos fundamentales de la empresa.

Dentro de la temática de seguridad, se identifican dos puntos esenciales con sus respectivos KPIs:

- 1) Incidentes: Son eventos inesperados o no deseados que ocurren en el entorno laboral y que podrían haber causado daños, pero no lo hicieron.

Su registro proporciona una oportunidad para identificar riesgos y prevenir accidentes futuros.

- N.º de incidentes por sector.
- N.º de incidentes abiertos.
- N.º de incidentes por turnos.
- N.º de incidentes por importancia.
- Tasa de incidentes por riesgo.

1) Accidentes: Son eventos no deseados que ocurren en el lugar de trabajo y resultan en lesiones personales, daños materiales o ambas cosas. Su registro es esencial ya que requieren una investigación para determinar las causas subyacentes y tomar medidas correctivas para prevenir su recurrencia.

- N.º de accidentes por sector.
- N.º de accidentes por turno.
- Tasa de accidentes por categoría.
- Tasa de accidentes por lugar.

En relación a la calidad, se reconocen cuatro puntos de interés con sus correspondientes KPIs:

2) Cajones retornados por desvíos de calidad: Son cajones de materia prima que se devuelven al almacén central luego de ser enviados a las líneas de producción debido a desviaciones de calidad en el material bruto. Su registro permite analizar la trazabilidad de los artículos y detectar si los cajones permanecieron demasiado tiempo almacenados, si los métodos de embalaje preestablecidos no son adecuados o si los proveedores incumplieron con los estándares de calidad.

- N.º de cajones retornados por desvíos de calidad.
- N.º de cajones retornados por desvíos de calidad por artículo.

3) Cajones mal identificados: Son cajones de materia prima que cuentan con errores en el registro y etiquetado, como números de artículo o colada incorrectos. Registrarlos ayuda a prevenir el abastecimiento de líneas de producción con material bruto equivocado, lo que podría provocar averías en las máquinas industriales ya que cada una es configurada de forma específica (se les realiza un set up distinto) según el artículo y colada.

- N.º de cajones mal identificados.
- N.º de cajones mal identificados corregidos.

4) Cajones a retornar de almacén RTS: Son cajones de producto terminado guardados en el almacén RTS que se devuelven a las líneas de producción por diversas razones, como desviaciones de calidad detectadas en el laboratorio. Registrar estos hechos posibilita conocer los movimientos del almacén y evitar las posibles diferencias de stock que puedan surgir.

- N.º de cajones a retornar de RTS.
- N.º de cajones a retornar de RTS por artículo.

5) Cajones procesados en la cabina de deshumidificación: Son cajones de producto intermedio que pasan por la cabina de deshumidificación. Su registro fortalece la trazabilidad y ayuda a identificar si las desviaciones de calidad detectadas posteriormente son causadas por la incorrecta permanencia o las inadecuadas condiciones de temperatura (T) y humedad (H) en la cabina.

- Tiempo transcurrido.
- N.º de cajones procesados.
- N.º de cajones procesados por estatus.
- Promedio de T y H.
- N.º de mediciones erróneas de T y H.
- N.º de paradas de operación por tipo.

En cuanto a la entrega, se establecen cuatro temas importantes, con sus respectivos KPIs:

1) Camiones descargados: Comprende a los camiones con material bruto que arriban de distintos proveedores nacionales y extranjeros y a los camiones con embalaje provenientes de Brasil, que son descargados en la planta industrial. Registrarlos permite un seguimiento más preciso de las fechas de llegada y ayuda a identificar posibles demoras y sus causas.

- N.º planificado de camiones a descargar.
- Tasa de camiones descargados.

2) Facturas ingresadas y cerradas: Tras descargar los camiones con materia prima, las facturas de los artículos enviadas por los proveedores deben ser ingresadas y cerradas en el sistema correspondiente. Esto permite que los cajones con brutos asociados a esas facturas estén disponibles en el sistema de la compañía, es decir, se sumen al stock del almacén.

- N.º de facturas ingresadas y cerradas.

3) Camiones exportados y despachos: Son aquellos camiones cargados con cajones de producto terminado, destinados a transportar el material a Brasil o al puerto desde donde partirá en barco rumbo a Suecia. Los despachos son los camiones cargados con materia prima que viajan desde la planta industrial hasta los almacenes tercerizados, utilizados para guardar material bruto cuando la capacidad del almacén central se encuentra cubierta completamente. Registrarlos ayuda a conocer si se satisface la demanda de los clientes en tiempo y forma, si las empresas transportistas cumplen con la planificación establecida, y permite estar al tanto de las posibles demoras (y sus motivos).

- N.º planificado de camiones a exportar y despachar.

• Tasa de camiones exportados y despachados.
4) Flujos parados por falta de materia prima: La fabricación de piezas en las distintas líneas productivas se ve interrumpida en ocasiones por la falta de materia prima. Registrar estas ocurrencias ayuda a analizar si existe un faltante de material bruto en el almacén central, provocado por una incorrecta planificación, o si las frecuencias de abastecimiento de los operarios desde el almacén hacia las líneas son inadecuadas.

- N.º de paradas.
- Tiempo perdido.
- N.º de paradas por línea.
- N.º de paradas por artículo.

En este proyecto no se incluye la selección de los KPIs relacionados con los costos. Para los líderes del sector resulta preferible analizar y dar seguimiento a los indicadores relacionados con las restantes temáticas en las reuniones RTM, donde se utilizará principalmente esta herramienta. Si bien los costos son un aspecto relevante en todas las áreas de la organización, se considera que esta división facilita un análisis más profundo de los KPIs que tienen mayor influencia en el día a día operativo, evitando la sobrecarga de información en el tablero, lo que podría dificultar su uso efectivo.

3.3 Definición de criterios de medición

Se establecen las reglas y estándares para evaluar y medir el desempeño de cada métrica. A continuación, se detallan los criterios de medición para cada temática:

Seguridad:

- Indicadores de incidentes:
 - » N.º de incidentes por sector: Evaluación diaria y mensual en cada sector y en toda la planta. Considerado fuera de situación normal si hay al menos un incidente.
 - » N.º de incidentes abiertos: Solo se consideran los incidentes en estado abierto, es decir, aquellos cuyas causas aún no han sido tratadas para evitar que vuelvan a ocurrir.
 - » N.º de incidentes por turnos: Clasificación según turno de trabajo.
 - » N.º de incidentes por importancia: Clasificación según importancia del incidente (importante, moderado, trivial).
 - » Tasa de incidentes por riesgo: Porcentaje de incidentes por riesgo con respecto al total.
- Indicadores de accidentes:
 - » N.º de accidentes por sector: Evaluación diaria y mensual en cada sector y en toda la planta. Considerado fuera de situación normal si hay al menos un accidente.

- » N.º de accidentes por turno: Clasificación según turno de trabajo.
- » Tasa de accidentes por categoría: Porcentaje de accidentes por categoría con respecto al total.
- » Tasa de accidentes por lugar: Porcentaje de accidentes por lugar (zona del sector) con respecto al total.

Calidad:

- Indicadores de cajones retornados por desvíos de calidad:
 - » N.º de cajones retornados por desvíos de calidad: Evaluación diaria y semanal. Considerado fuera de situación normal si hay al menos un cajón retornado.
 - » N.º de cajones retornados por artículo: Clasificación según número de artículo.
- Indicadores de cajones mal identificados:
 - » N.º de cajones mal identificados: Evaluación diaria y semanal. Considerado fuera de situación normal si hay al menos un cajón mal identificado.
 - » N.º de cajones mal identificados corregidos: Clasificación según si el error fue corregido o no.
- Indicadores de cajones a retornar de almacén RTS:
 - » N.º de cajones a retornar de RTS: Evaluación diaria y semanal. Considerado fuera de situación normal si hay al menos un cajón retornado.
 - » N.º de cajones a retornar de RTS por artículo: Clasificación según número de artículo.
- Indicadores de cajones procesados en la cabina de deshumidificación:
 - » Tiempo transcurrido: Mide el tiempo que cada cajón permanece en la cabina. Valor de referencia: 30 minutos (tiempo mínimo). Considerado fuera de situación normal si hay al menos un cajón en el día que no cumple con el valor de referencia.
 - » N.º de cajones procesados: Evaluación diaria. Valor de referencia: 126 cajones por día.
 - » N.º de cajones procesados por estatus: Clasificación según estatus (OK, No OK, Mal Registrado).
 - » Promedio de T y H: Media diaria de T y H en el interior de la cabina. Valores de referencia: 16-23 °C para temperatura y 30-64% para humedad. Considerado fuera de situación normal si el promedio de T y H en el día se encuentra fuera de los límites establecidos.
 - » N.º de mediciones erróneas de T y H: Evaluación diaria de mediciones fuera de los intervalos especificados.
 - » N.º de paradas de operación por tipo:

Clasificación de paradas según tipo (falta de material, capacitación, etc.).

Entrega:

- Indicadores de camiones descargados:
 - » N.º planificado de camiones a descargar: Cantidad diaria de camiones con turno reservado para descarga.
 - » Tasa de camiones descargados: Relación entre el número real de camiones descargados y el planificado. Considerado fuera de situación normal si el cociente difiere de 1.
- Indicadores de facturas ingresadas y cerradas:
 - » N.º de facturas ingresadas y cerradas: Cantidad diaria y semanal de facturas gestionadas. Considerado fuera de situación normal si hay al menos una factura no ingresada.
- Indicadores de camiones exportados y despachos:
 - » N.º planificado de camiones a exportar y despachar: Cantidad diaria de camiones con turno reservado para carga.
 - » Tasa de camiones exportados y despachados: Relación entre el número real de camiones exportados y despachados y el planificado. Considerado fuera de situación normal si el cociente difiere de 1.
- Indicadores de flujos parados por falta de materia prima:
 - » N.º de paradas: Evaluación diaria y semanal de interrupciones en las líneas de producción. Considerado fuera de situación normal si hay al menos una parada.
 - » Tiempo perdido: Tiempo total de inactividad debido a paradas.
 - » N.º de paradas por línea: Clasificación según línea de producción.
 - » N.º de paradas por artículo: Clasificación según artículo faltante.

Estos criterios de medición proporcionan un marco estructurado para evaluar y analizar los KPIs, permitiendo un monitoreo efectivo y facilitando la identificación de áreas de mejora en la gestión logística del área de Movimiento de Materiales.

3.4 Desarrollo y establecimiento de sistemas de medición

3.4.1 Identificación de los sistemas de medición existentes

Antes de desarrollar nuevos sistemas de medición, es esencial identificar los sistemas actualmente en uso en la organización para determinar si alguno de los programas informáticos ya desarrollados

permite registrar y obtener datos relevantes de manera constante y precisa para los indicadores seleccionados. Los resultados de esta actividad son los siguientes:

Tabla 1: Relevamiento de software y bases de datos desarrolladas por la empresa

Temática	Aspectos de interés	Bases de datos existentes
Seguridad	Incidentes	Zyght
	Accidentes	Zyght
Calidad	Cajones retornados por desvíos de calidad	×
	Cajones mal identificados	×
	Cajones a retornar de almacén RTS	SAIUS
	Cajones procesados en la cabina de deshumidificación	×
Entrega	Camiones descargados	×
	Facturas ingresadas y cerradas	×
	Camiones exportados y despachos	×
	Flujos parados por falta de MP	Chronos + Excel

La evaluación inicial revela que el 40% de los sistemas de medición esenciales ya se encuentran en funcionamiento y han sido implementados con éxito. El 60% restante requiere desarrollo y puesta en práctica para asegurar la recolección completa de toda la información clave.

Los sistemas identificados son:

- Zyght: Está dedicado al registro de incidentes y accidentes. La carga de datos es responsabilidad del personal del sector donde ocurrió el hecho.
- SAIUS: Se centra en la gestión de almacenes, proporcionando información sobre transacciones, stock, inventario, ubicación y movimientos de los cajones en diferentes depósitos. La carga de datos es responsabilidad del personal logístico.
- Chronos: Proporciona información sobre el programa de producción y el estado actual de cada línea. En caso de interrupciones en la fabricación, los operarios líderes son los encargados de reportar dichos eventos en la aplicación.

Las líneas de palieres y mitad de porta corona

actualmente no cuentan con la tecnología necesaria para implementar este sistema y utilizan un archivo de Excel denominado “Gestión RTM”.

3.4.2 Desarrollo de los sistemas de medición faltantes

La implementación de sistemas de medición adicionales es esencial para garantizar una cobertura completa de los indicadores seleccionados. Se considera fundamental que los sistemas sean altamente automatizados y cuenten con poka-yokes para asegurar la precisión de los datos.

Inicialmente la atención se centra en la temática de calidad, abordando los KPIs relacionados con:

a. Cajones retornados por desvíos de calidad: Se opta por utilizar una lista de SharePoint como método de registro y base de datos. Se trata de una herramienta informática que permite crear y compartir información en una tabla similar a Excel. Las características que la hacen idónea para este propósito incluyen:

- Fácil uso y comprensión: Diseñada para usuarios con niveles básicos de familiaridad con la informática.
- Ingreso de datos rápido y sencillo: Proporciona un formulario de entrada de datos personalizable.
- Campos obligatorios y personalizados: Garantiza que los registros estén completos antes de ser guardados y permite definir el formato de los datos ingresados.
- Acceso en línea: Permite a los usuarios acceder desde cualquier ubicación mediante una computadora o dispositivo móvil.

Para esta lista se definen cuatro columnas esenciales:

- Fecha de reingreso al almacén: Fecha y hora en la que el cajón es reingresado al almacén después de ser devuelto por la línea de producción.
- Fecha de recepción: Fecha en la que se realizó la recepción e ingreso del cajón en el almacén tras su descarga del camión.
- N.º de artículo: N.º identificador del artículo contenido en el cajón.
- Cantidad de piezas: Cantidad de unidades que contiene el cajón.

b. Cajones mal identificados: Se utiliza nuevamente una lista de SharePoint como base de datos, por las mismas razones mencionadas en el punto anterior. Sin embargo, el método de ingreso de datos requiere un enfoque diferente para manejar la complejidad de la información a registrar. Como ilustra el esquema de la Fig. 2, los errores de

identificación pueden manifestarse tanto en el n.º del artículo como en el código de la colada (cada caso cuenta con sus respectivos datos asociados), por lo que no es posible aplicar el formulario utilizado previamente debido a la imposibilidad de configurar los campos como obligatorios solo bajo circunstancias específicas.



Figura 2: Procedimiento para el ingreso de datos de cajones mal identificados

Por esta razón se implementa un formulario de Google, que permite redirigir al usuario a secciones específicas del formulario según las respuestas ingresadas. La información recolectada se almacena automáticamente en la lista de Sharepoint.

Para esta lista se define una columna por cada recuadro amarillo del diagrama de la Fig. 2. A estas se suman las siguientes:

- Fecha: Fecha en que se cometió el error de identificación del cajón.
- Elemento mal identificado: Especifica si el artículo o la colada fue mal identificado.
- Quién lo registró: Operario responsable de cargar el registro en el formulario de Google.
- Estatus: Estado del error, por defecto “No OK” al guardar el registro. Una vez corregido, se requiere actualizar el estatus a “OK”.

c. Cajones procesados en la cabina de deshumidificación: Para este caso se requiere un método de registro y base de datos diferente, dada la complejidad de la información a registrar y el nivel de automatización deseado. Microsoft Excel es seleccionado por su capacidad para realizar operaciones complejas, conectarse con diversas fuentes de información y automatizar tareas recurrentes mediante el uso de macros

(acciones grabadas que se pueden ejecutar según sea necesario). El sistema se desarrolla en tres etapas clave:

- Registro de Cajones: Tres macros personalizadas facilitan el registro del ingreso y salida de cajones. Dos de ellas generan ventanas emergentes para capturar el n.º de legajo del operario (nº identificatorio que poseen todos los empleados de la planta) y el n.º de cartón del cajón, mientras que la tercera macro copia y pega automáticamente la fecha y hora exactas del registro.

Se utilizan lectores de código de barras para ingresar el n.º de legajo y el n.º de cartón, actuando como poka-yoke para evitar errores de los operarios. La información recolectada se integra en una tabla en Excel, permitiendo calcular el tiempo de permanencia de cada cajón en la cabina y determinar el responsable en caso de problemas.

- Registro de T y H: Ocho sensores distribuidos en la cabina realizan mediciones de temperatura y humedad. Una macro específica transfiere los datos del software de sensores a una tabla en Excel, esencial para obtener el promedio de T y H y poder visualizar esta información en el panel de control.
- Registro de Paradas: Dos macros gestionan el registro del motivo y la duración aproximada de las paradas, copiando la fecha, hora y n.º de legajo del operario responsable. Las listas desplegables, que contienen opciones predefinidas para el motivo y la duración de la parada, se utilizan como poka-yokes para asegurar la uniformidad y precisión de la

información. Una tabla en Excel almacena de manera organizada estos datos críticos.

Estas etapas permiten la creación del panel de control de la cabina de deshumidificación, visible en la Fig. 3.

Este panel proporciona una visión clara de la situación operativa, mostrando si las diferentes posiciones están libres u ocupadas, el estatus de los cajones ingresados, el promedio de T y H, y la cantidad de cajones procesados en el turno actual. Los temporizadores, configurados para iniciar la cuenta regresiva desde 35 minutos, cambian de color para indicar el tiempo restante y alertar al operario cuando el cajón está listo para ser retirado. Se incluyen además varios botones funcionales que ejecutan distintas macros. Los botones azules de “DATOS ENTRADA” y “DATOS SALIDA” permiten indicar los datos para el ingreso y salida de cajones, las flechas rojas y verdes de “INGRESO” y “SALIDA” copian los datos ingresados en la tabla de registro, los íconos de escoba ayudan a eliminar datos ingresados incorrectos, y los botones rojos con una cruz cancelan la operación y borran los registros del cajón de la tabla automáticamente. Posteriormente se trabaja en la temática de entrega, es decir, en los KPIs asociados con:

d. Camiones descargados: Para abordar el registro y seguimiento de estos camiones, se diseña un sistema de medición general que también incluye los camiones exportados y despachos, dado que presentan similitudes en su gestión. El desarrollo de este sistema se terceriza a una empresa especializada debido a la imposibilidad de que el área de IT de la compañía asuma la tarea por falta

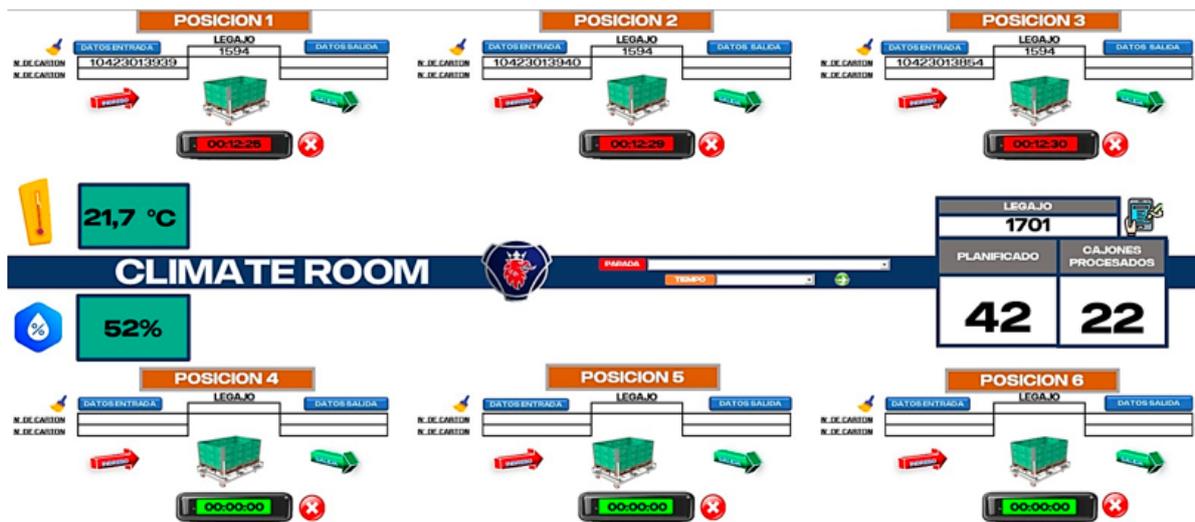


Figura 3: Panel de control de la cabina de deshumidificación

de tiempo y a la necesidad de integrar funciones específicas que permitan afrontar también otro desafío del sector: la aglomeración de camiones en la zona de espera fuera de la planta.

Para poder atacar este último problema, se identifican en primer lugar las causas:

- Falta de documentación de los transportistas: Los transportistas (responsables del transporte de cajones con piezas o embalajes) arriban en ocasiones con la documentación vencida, lo que impide su ingreso a la planta hasta que su empresa de transporte regularice la situación.
- Disponibilidad de operarios para carga/descarga: Durante ciertos momentos del día y la semana, flujos significativos de camiones llegan simultáneamente a la planta, superando la capacidad de los operarios disponibles. Esto provoca que la mayoría deba aguardar en la zona de espera hasta que se desocupe un operario.

Para solucionar la primera causa, se propone garantizar la presentación de la documentación antes de que el transportista llegue a la planta empleando un método virtual. Para ello se decide ampliar las funcionalidades del Sistema Exactian, un software utilizado para el control de documentación de empresas contratistas (encargadas del transporte de químicos, gases, insumos para el comedor, entre otros), permitiendo también el control de documentación de transportistas. Las principales ventajas de esta alternativa son que se cuenta con más tiempo para la verificación de documentos antes de la llegada del camión y que cada empresa transportista puede conocer fácil y rápidamente el estado de la documentación de sus choferes y vehículos.

Para resolver la segunda causa se establece un cronograma diario de carga y descarga de camiones, lo que permite organizar la llegada de los transportistas y evitar picos de flujo vehicular. Esto se consigue mediante la creación e implementación de una agenda de turnos. La empresa tucumana Vortex, especializada en el desarrollo de software, es seleccionada para la ejecución de este proyecto.

El software de gestión de turnos desarrollado permite a los transportistas reservar turnos para carga y descarga, y cuenta con las siguientes características:

- Integración con el Sistema Exactian para verificar el estado de la documentación.
- Adaptabilidad al calendario laboral de la empresa.
- Doble agenda para diferenciar entre carga y descarga.

- Capacidad de reservar turnos solo para la semana actual y la siguiente.
- Flexibilidad para reprogramar turnos.
- Visualización y actualización del estado de los turnos (libre, pendiente, se presentó, no se presentó).
- Registro de usuarios con diferentes permisos (administrador, guardia, transportista).

Este software cuenta con dos sistemas:

- Sistema de Choferes: Destinado a las empresas transportistas y choferes. Permite reservar y gestionar turnos (verifica automáticamente el estado de la documentación), y acceder a información relevante sobre la empresa.
- Sistema de Administración: Utilizado por administradores y guardias. Proporciona un panel de control completo para gestionar y supervisar la asignación de turnos, con capacidades para deshabilitar, cancelar, reservar o validar el cumplimiento de los turnos, además de configurar nuevos horarios y enviar avisos a los transportistas.

Ambos sistemas no solo ayudan a solucionar el problema de aglomeración de camiones afuera de la planta (junto al Sistema Exactian), sino que también funcionan como método de registro para camiones descargados, exportados y despachos. La información generada a partir de la reserva de turnos se recopila en la base de datos de Vortex y se vincula posteriormente con el software utilizado para el tablero de control operativo.

e. Camiones exportados y despachos: Desarrollado en el apartado anterior.

f. Facturas ingresadas y cerradas: Se opta por una solución ágil y directamente asociada a los software previamente desarrollados. Se utiliza un archivo de Excel vinculado a la base de datos de Vortex, lo que posibilita la disposición de información crucial en tablas específicas para cada camión que ingresa y descarga en la planta. Se incluye una columna adicional denominada "Factura ingresada y cerrada" con opciones de "Sí" o "No" para indicar el estado de la factura.

Ciertos datos se obtienen a partir de correos y archivos enviados periódicamente a las diferentes empresas transportistas. Un analista de la oficina de Logística es responsable de completar y mantener actualizadas las tablas, así como de gestionar el estado de las facturas en el software corporativo de la empresa.

3.5 Diseño y elaboración del tablero de control operativo

En primera instancia, se determina el software a utilizar. Se elige Power BI por su capacidad de análisis empresarial basada en la nube, que permite unir diversas fuentes de datos y presentar análisis a través de informes y paneles interactivos.

En una segunda fase, se decide fraccionar el tablero de control operativo en dos informes independientes, cada uno publicado por separado y con los KPIs divididos según su origen. Esto se debe a dos razones principales:

- Los datos generados por los sistemas internos de la compañía (Chronos, SAIUS y Zyght) no pueden ser alojados en Power BI Service debido a las políticas de ciberseguridad de la organización.
- Los datos de las listas de Sharepoint no pueden ser publicados en Power BI Report Server debido a limitaciones del sistema.

Tras los trabajos de conexión y configuración de las bases de datos, se procede con el diseño de ambos informes. Se elige una estructura clara y simple, compuesta por una pestaña principal que muestra una visión general de los KPIs más relevantes utilizando luces de colores para indicar el estado actual. Además, se incorporan pestañas secundarias, que proporcionan detalles específicos sobre cada temática, incluyendo gráficos, tablas, contadores y filtros personalizados.

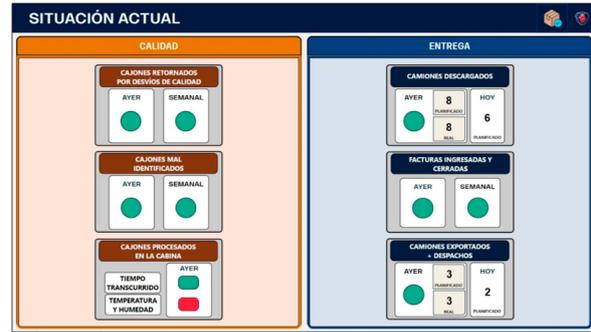


Figura 4: Pestaña principal del informe para Power BI Service

El informe destinado a Power BI Service abarca la mayoría de los KPIs. La Fig. 4 presenta la pestaña principal diseñada para este caso, dividida en dos secciones: calidad y entrega. El color verde de las luces indica que el parámetro se encuentra en situación normal, mientras que el rojo señala alguna anomalía. Si se requieren más detalles, cada temática dispone de su pestaña secundaria a la que se accede haciendo clic en el título correspondiente. La pestaña que contiene los KPIs de calidad se exhibe en la Fig. 5.

El informe destinado a Power BI Report Server guarda similitudes con el anterior. La pestaña principal, para este caso, se compone de tres secciones correspondientes a las temáticas de calidad, entrega y seguridad, como se muestra en la Fig. 6.

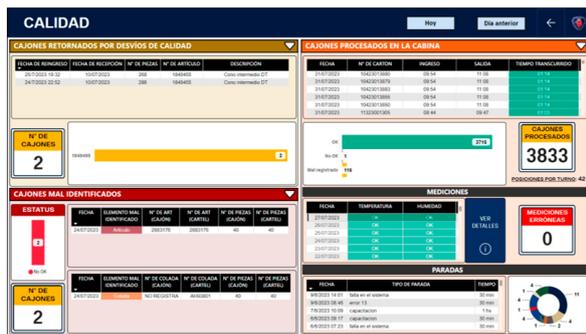


Figura 5: Pestaña de calidad del informe para Power BI Service

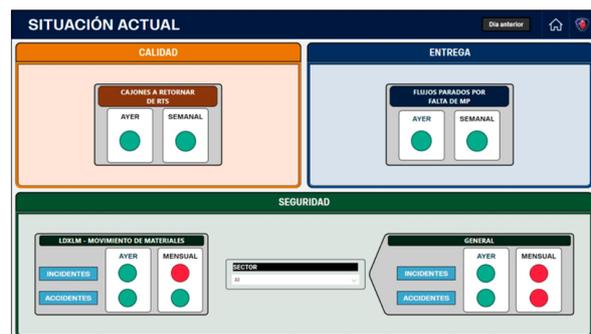


Figura 6: Pestaña principal del informe para Power BI Report Server

Las secciones de calidad y entrega no disponen de pestañas secundarias debido a la cantidad limitada de indicadores. Para compensar, se integra la posibilidad de obtener más detalles de dichas temáticas directamente en la pestaña principal, cliqueando en el título correspondiente. Esto despliega información adicional en el mismo recuadro, como se muestra en la Fig. 7.

El diseño modular de ambos informes permite una fácil ampliación y adaptación a posibles cambios en los indicadores clave o la incorporación de nuevas áreas de interés. Esta estructura flexible garantiza la vigencia y utilidad de los reportes a largo plazo.

IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE GESTIÓN

4.1 Publicación del tablero de control

La publicación de los tableros es esencial para ponerlos a disposición y habilitar el acceso a todas las personas interesadas en utilizarlos.

Como se explicó anteriormente, un informe se publica en Power BI Service, mientras que el otro se lo hace en Power BI Report Server. En ambos casos, es crucial configurar los siguientes aspectos

para garantizar un uso efectivo:

- Acceso a los informes: Se autoriza el acceso exclusivamente a los miembros del sector de Logística y al gerente del departamento de Logística y Calidad. Esto asegura que la información sea accesible únicamente para aquellos que tienen un rol directo en las actividades relacionadas.
- Frecuencia de actualización de los datos: La información se actualiza de forma automática cada 30 minutos, intervalo mínimo permitido por los sistemas utilizados. Esta frecuencia asegura un seguimiento altamente actualizado de las actividades del área, permitiendo una toma de decisiones informada y oportuna.

4.2 Capacitación del personal

Con el propósito de conseguir que el personal de la empresa utilice de manera efectiva el nuevo tablero de control operativo, se diseña e implementa un plan de capacitación integral que engloba tanto los informes de Power BI como los diversos sistemas de medición implementados.

Todas las sesiones de capacitación se llevan a cabo de manera presencial, asegurando el tiempo

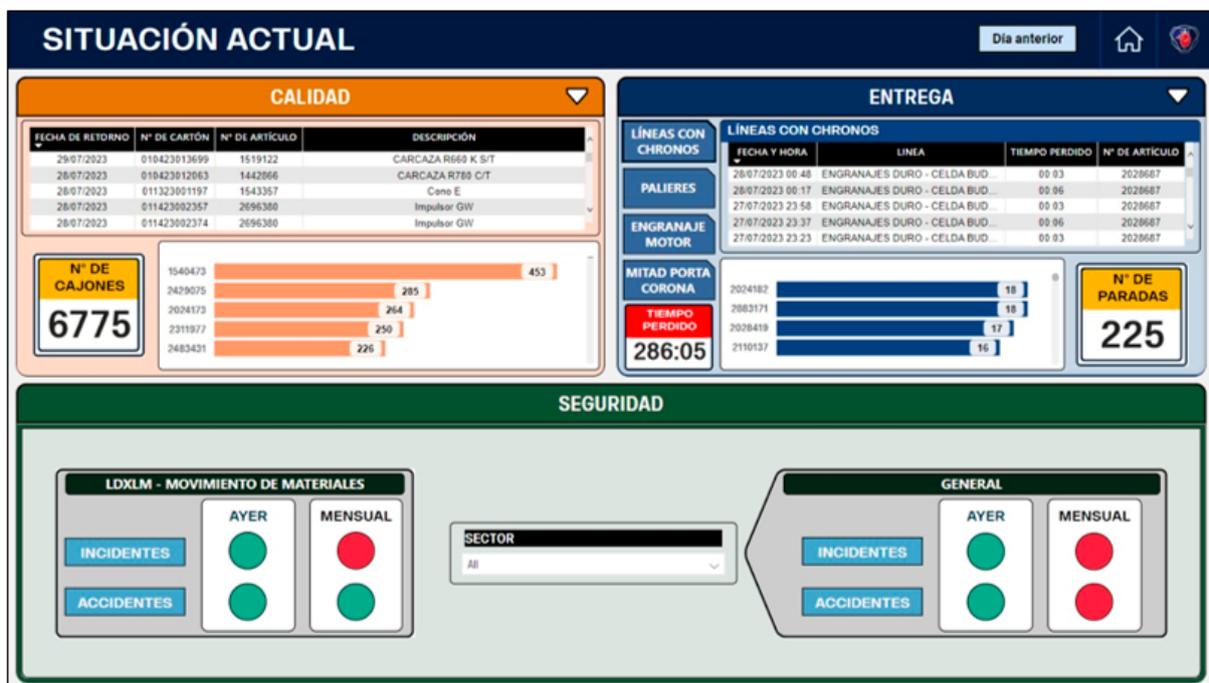


Figura 7: Pestaña principal con información detallada de calidad y entrega

necesario para cubrir todos los aspectos relevantes y abordar las preguntas o consultas que puedan surgir durante el proceso formativo.

Los operarios logísticos son los destinatarios principales del entrenamiento sobre el uso de los diferentes sistemas de medición desarrollados, ya que son los responsables de registrar la mayor parte de la información clave. Dado que el registro preciso de datos constituye la base sobre la cual se erige el tablero de control, resulta sumamente necesario que este proceso se lleve a cabo de manera adecuada, dedicando un tiempo significativo para brindar una instrucción detallada a los distintos trabajadores responsables y enfatizar la relevancia de su tarea.

Posteriormente, se extiende la capacitación a los analistas y líderes del área logística, para que sean capaces de comprender el funcionamiento de cada software y adquirir la capacidad de identificar posibles problemas en su utilización.

En lo que respecta a la capacitación sobre el uso de los informes de Power BI, se comienza instruyendo a los líderes del área, quienes desempeñan un papel central como usuarios principales del tablero de control. Se detallan las diversas funcionalidades y características de los informes elaborados, destacando los beneficios de su implementación. Esto busca garantizar que se aproveche al máximo el uso de la herramienta.

Finalmente, se brinda formación a los operarios del sector con el objetivo de que comprendan la función de los informes y se familiaricen con su uso, facilitando así su seguimiento y comprensión en las reuniones RTM.

4.3 Seguimiento del uso y funcionamiento

Esta fase del proyecto se enfoca en el monitoreo continuo del uso y desempeño del tablero de control operativo y de los sistemas de medición tras su implementación.

Durante la semana inmediatamente posterior a la puesta en marcha de la herramienta de gestión, se lleva a cabo un análisis completo de la información registrada en las diversas bases de datos y visualizada en los reportes de Power BI. No se identifican inconvenientes significativos en el uso de ninguno de los sistemas, a excepción de algunos errores mínimos, principalmente vinculados al

formato de los datos ingresados, que impedían, en ocasiones, la actualización automática de los informes.

Para abordar eficazmente este problema y evitar su recurrencia, se implementan las modificaciones necesarias tanto en las bases de datos como en los reportes. Luego, se dedica una semana adicional para verificar minuciosamente que todo esté en orden y sin contratiempos.

Una vez confirmado el correcto uso y funcionamiento de la herramienta de gestión, se declara concluido el proyecto, considerándolo satisfactoriamente implementado y listo para ser plenamente utilizado por el personal de la empresa.

CONCLUSIONES

Del desarrollo de este proyecto, cuyo objetivo primordial fue establecer KPIs y configurar un tablero de control operativo en el área de Movimiento de Materiales para impulsar la mejora continua en la gestión logística, se derivan conclusiones sustanciales.

Los indicadores clave de rendimiento identificados y seleccionados se alinean de manera coherente con los objetivos estratégicos de la organización y proporcionan información crucial para evaluar el estado y rendimiento de las operaciones principales del sector. Además, los criterios de medición establecidos aseguran una evaluación efectiva de los KPIs, facilitando la identificación de áreas susceptibles de mejora.

Los sistemas de medición implementados, combinando software internos de la empresa y otros desarrollados específicamente para este proyecto, demuestran ser efectivos al recopilar la información necesaria de manera rápida y práctica. Aquellos sistemas construidos desde cero se caracterizan por contar con una interfaz amigable con el usuario y asegurar la precisión de los datos registrados mediante la implementación de poka-yokes.

El tablero de control operativo, dividido en dos informes independientes, ofrece una visualización dinámica y actualizada de

los diversos indicadores. Su diseño flexible proporciona la capacidad de expandirse o incorporar nuevos KPIs y temáticas en el futuro, garantizando su relevancia y utilidad a largo plazo.

La implementación de este proyecto contribuye significativamente a mejorar la eficiencia en los procesos logísticos, elevar la calidad del servicio y reducir desperdicios asociados a las tareas del sector. La supervisión en tiempo real de las actividades permite una toma de decisiones más ágil y fundamentada, abordando las deficiencias actuales y estableciendo los cimientos para una gestión más eficiente.

En resumen, la culminación exitosa de este proyecto refleja un avance notable hacia una gestión logística más eficaz y orientada a la mejora continua. La combinación de KPIs estratégicamente seleccionados, sistemas de medición eficientes y un tablero de control operativo adaptable ubica a la empresa en una posición óptima para enfrentar los desafíos logísticos con agilidad y eficacia.

REFERENCIAS

Ayestarán Crespo, R., Rangel Pérez, C., & Morillas, A. S. (2012). Planificación estratégica y gestión de la publicidad: conectando con el consumidor. ESIC.

Ballvé, A. (2001). Tablero de control: Organizando información para crear valor. Ediciones Macchi, 2000.

Deming, W. E. (1986). Out of the Crisis. Massachusetts Institute of Technology.

Parmenter, D. (2015). Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs (3ra edición). John Wiley & Sons.

Shewhart, W. A. (1939). Statistical method from the viewpoint of quality control. Graduate School of the Department of Agriculture.

Shingo, S. (1986). Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System. Productivity Press.