

**Investigación de usuarios aplicada a la centralización de inventarios y mejora de procesos
logísticos en una empresa de manufactura**

Diego Castaño Laverde

Yady Marcela Alvarado Suarez

Maestría en Estrategia Digital de Negocios, Universidad ICESI

Facultad de Negocios y Economía

Proyecto final

Carlos Hugo Gómez González

5 de septiembre de 2025

Resumen

La gestión de inventarios representa un desafío particularmente relevante para las compañías manufactureras, al afectar la eficacia operacional, la satisfacción del cliente y la rentabilidad. Factores como la brecha de integración tecnológica, la ausencia de procesos estandarizados y las fluctuaciones de la demanda complican la administración de los insumos, generando desabastecimientos, retrasos y pérdidas financieras significativas. En la literatura sobre cadena de suministro se destaca que estos problemas se ven amplificados por el efecto látigo, la falta de visibilidad y la descoordinación entre áreas (Lee, Padmanabhan & Whang, 1997).

Este documento presenta una propuesta integral para Rimax, fabricante colombiano de productos plásticos. A partir de un diagnóstico riguroso se definió un prototipo de sistema de gestión de almacenes (WMS) con tableros de analítica predictiva. El trabajo describe la definición del problema, la propuesta de valor, la identificación del público objetivo, el análisis de la competencia, el modelo de generación de ingresos, la materialización del prototipo y la validación de hipótesis críticas mediante métodos de investigación cualitativos y cuantitativos. Se cierra con un *roadmap* para la implementación, las lecciones aprendidas y las conclusiones.

Palabras clave: gestión de inventarios, producto mínimo viable, tablero de control, eficiencia operativa, analítica predictiva, WMS.

Abstract

Inventory management is a major challenge for manufacturing companies because it impacts operational efficiency, customer satisfaction, and profitability. Technological integration gaps, lack of standardized processes, and demand fluctuations complicate the management of finished goods, leading to stockouts, delays, and significant financial losses. Literature on supply chains notes that these inefficiencies are exacerbated by the bullwhip effect and the absence of real-time visibility (Lee, Padmanabhan & Whang, 1997).

This paper presents an integrated solution for Rimax, a Colombian manufacturing company. Based on a thorough diagnosis we proposed a warehouse management system (WMS) with predictive analytics dashboards. The work covers problem definition, value proposition, target segment identification, competitor analysis, revenue model, prototype development, and the validation of critical hypotheses through qualitative and quantitative methods. It concludes with a roadmap for implementation, lessons learned, and key conclusions.

Keywords: inventory management, value proposition, revenue model, minimum viable product, dashboard, operational efficiency, predictive analytics, WMS.

Planteamiento del problema

Mantener el nivel de abastecimiento adecuado en los canales de distribución es uno de los principales retos para Rimax, compañía dedicada a la fabricación y comercialización de productos plásticos para el hogar e instituciones. La gestión de inventarios se realiza actualmente a través de una bodega física y dos bodegas “imaginarias”, lo que genera duplicación de stock, tareas manuales y tiempos de respuesta de hasta cinco días. Un estudio interno identificó que aproximadamente el 13 % de los fallos en el proceso de inventarios se originan por desincronización entre los canales de distribución y la planta de producción, lo que afecta a la bodega y repercute en tiempos de entrega y satisfacción del cliente.

La literatura coincide en que las compañías manufactureras enfrentan dificultades similares: limitaciones en la integración tecnológica, ausencia de procesos estandarizados y alta variabilidad de la demanda. Estos factores incrementan los costos logísticos y reducen la capacidad de respuesta. Estudios recientes muestran que la **centralización de inventarios y la automatización de procesos** contribuyen significativamente a mejorar los niveles de servicio y la lealtad del cliente (Gómez, Silva & Restrepo, 2024; *Applied Sciences*, 2023). En Rimax, las demoras en la distribución provocan una disminución en la satisfacción de los clientes y una pérdida del 15 % en ingresos anuales debido a la falta de suministro y a retrasos en la reposición de acuerdo a las proyecciones financieras de la entidad.

Diagnóstico primario.

A través de entrevistas y observaciones a los operarios de bodega se identificaron cinco áreas clave que afectan la gestión de inventarios: (1) sobrecarga laboral, (2) desorden en las bodegas, (3) alto nivel de reprocesos, (4) falta de comunicación interna y (5) ausencia de sistemas de alerta temprana. Los hallazgos mostraron que el elevado número de reprocesos, la falta de comunicación y las equivocaciones constantes se encuentran entre los principales desafíos del sector logístico. En el Apéndice A se presenta la encuesta empleada para validar estas percepciones y en el Apéndice B los resultados.

Diversos estudios sugieren que la incorporación de herramientas digitales de analítica y visualización contribuye a mitigar estas problemáticas. La implementación de tableros y sistemas de monitoreo de KPI en la cadena de suministro incrementa la visibilidad operativa, fortalece la coordinación interdepartamental y mejora la capacidad de respuesta frente a la variabilidad de la demanda (Queiroz, Telles & Bonilla, 2019). Asimismo, la adopción de soluciones tecnológicas orientadas a la toma de decisiones basadas en datos se asocia con mayor eficiencia operativa y reducción de costos (Maroufkhani et al., 2020). Todo ello hace evidente la necesidad de una transformación digital en Rimax que combine tecnología con procesos robustos y capacitación del personal.

Además, la investigación bibliográfica demuestra que un sistema de gestión de almacenes no solo aporta visibilidad, sino que genera mejoras tangibles. Silva (2018) sintetiza que la implementación de un WMS mejora los niveles de servicio, incrementa la exactitud en el control

de inventarios, optimiza el espacio, favorece el uso adecuado de equipos y reduce costos y errores en cualquier fase del proceso de trabajo. El autor señala que estudios empíricos muestran reducciones de inventarios de hasta un 50 % en tres años, exactitud en los niveles de inventario de 99,5 % y una optimización del espacio entre 10 y 20 %. Estas cifras ratifican que la incorporación de un WMS robusto, alineado con los procesos y la cultura de la empresa, puede traducirse en mejoras significativas de desempeño.

Propuesta de valor

La propuesta de valor se construyó utilizando el Lienzo de la Propuesta de Valor de Strategyzer, que visualiza la relación entre los trabajos que los clientes buscan realizar, sus frustraciones y las alegrías esperadas, con los productos y servicios que se ofrecen. En el caso de Rimax, los trabajos clave del cliente interno (equipo logístico) son: gestionar el inventario de forma eficiente, localizar productos rápidamente y coordinar tareas de alistamiento y despacho. Entre los puntos de dolor se encuentran la sobrecarga operativa, la falta de visibilidad del inventario, los errores en la preparación de pedidos y los tiempos muertos. Los beneficios esperados incluyen reducción de errores, agilidad en la gestión y disminución del estrés laboral. Ver apéndice A

La solución propuesta consta de tres pilares: (1) **Sistema de gestión de almacenes (WMS)** que centraliza el inventario en un único centro de distribución y automatiza la ubicación y el control de lotes; (2) **Tableros en tiempo real** con analítica predictiva que muestran niveles de stock, exactitud de inventario, productos en riesgo y pronósticos de demanda; y (3) **Reglas de negocio**

para asignación de inventario por canal de distribución, integradas con el ERP. Además, se incluyó un **formulario inteligente con predicción de la demanda**, que evita la toma descontrolada de productos y mejora la planeación de suministros.

Un WMS aporta beneficios documentados en la literatura: mejora el nivel de servicio, incrementa la exactitud en el control de inventarios y optimiza el uso del espacio y los recursos. Estimaciones de estudios de caso reportan que estos sistemas pueden reducir los niveles de inventario en hasta un 50 % en tres años y alcanzar una exactitud del 99,5 %. Por su parte, el componente de analítica predictiva permite pasar de proyecciones mensuales a pronósticos semanales e incluso diarios. Las técnicas avanzadas de análisis de datos internos y externos mejoran la precisión de la demanda y posibilitan la “distribución predictiva”, en la que los productos se despachan antes de que el cliente finalice el pedido. Grandes conglomerados que han adoptado estos enfoques reportan reducciones de hasta un 30% – 50 % en los errores de proyección de demanda, así como descensos del 30 % en costos operativos y del 75% en niveles de inventario al apalancar la *Supply Chain 4.0*.

Para reforzar la conexión entre la propuesta y la evidencia, se incluyó feedback de **usuarios piloto**:

“Con el nuevo tablero y el WMS centralizado, ahora puedo identificar productos en riesgo antes de que se agoten y planear la reposición con antelación. Esto ha reducido mi carga diaria y disminuido errores en los pedidos.”

— Coordinador de almacén, piloto Rimax, 2025

Este testimonio confirma que la solución **reduce reprocesos, disminuye la sobrecarga operativa y aumenta la satisfacción del equipo logístico**, alineándose con el enfoque centrado en las personas.

La combinación de estos elementos busca reducir reprocesos, disminuir la sobrecarga operativa y aumentar la satisfacción del equipo logístico, mientras se aprovechan las tendencias emergentes de digitalización y análisis de datos en la cadena de suministro.

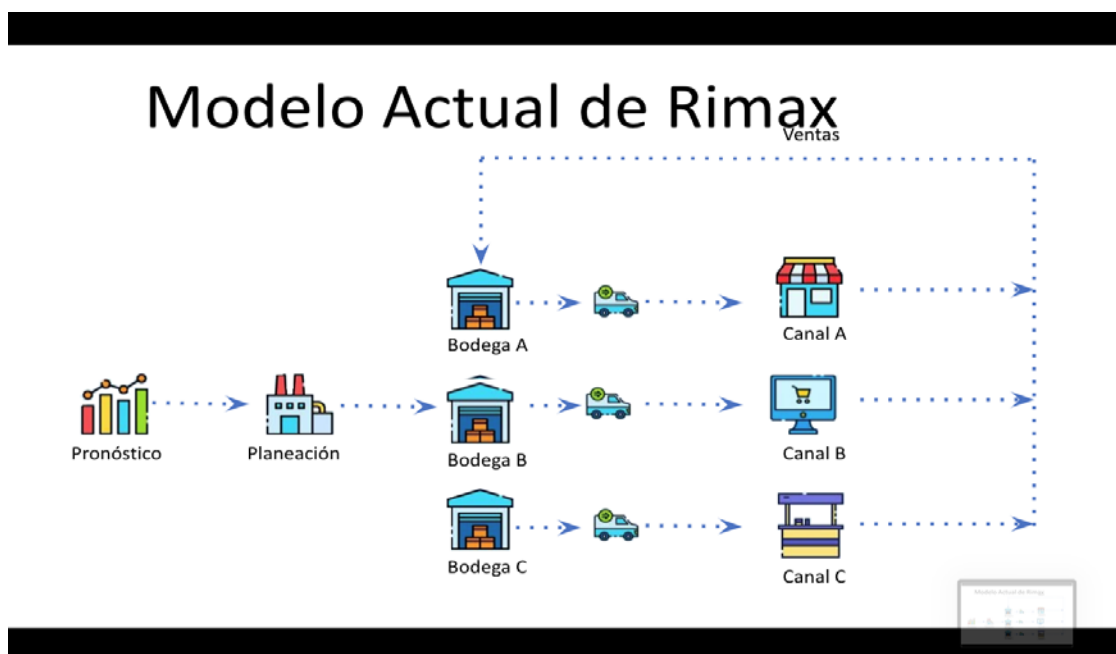


Figura 1. Modelo Actual de Rimax.

Nota. El esquema representa el flujo logístico actual con varias bodegas y canales de distribución. Adaptado de ET1. *Prototipo de propuesta de valor* (Rimax, 2025a)

Modelo Propuesto de Rimax

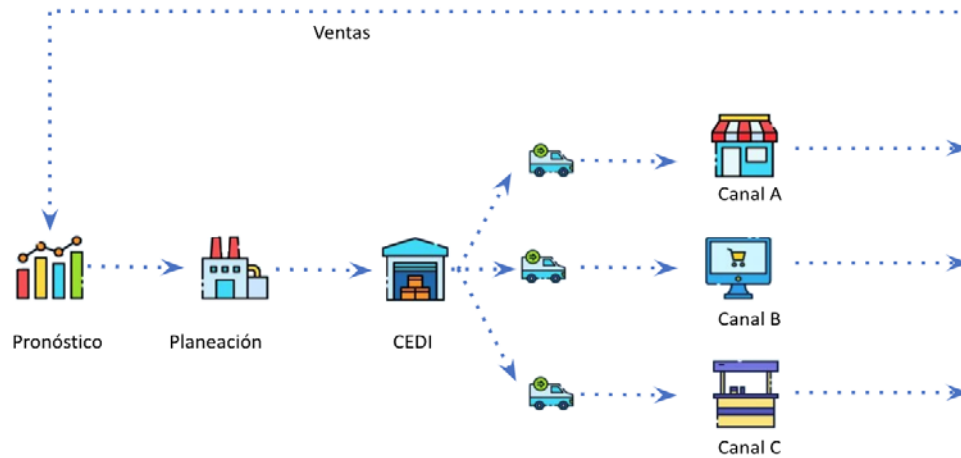


Figura 2: Modelo Propuesto de Rimax.

Nota. Se muestra la centralización del inventario en un único centro de distribución y la simplificación de los flujos. Adaptado de ET1. *Prototipo de propuesta de valor* (Rimax, 2025a).

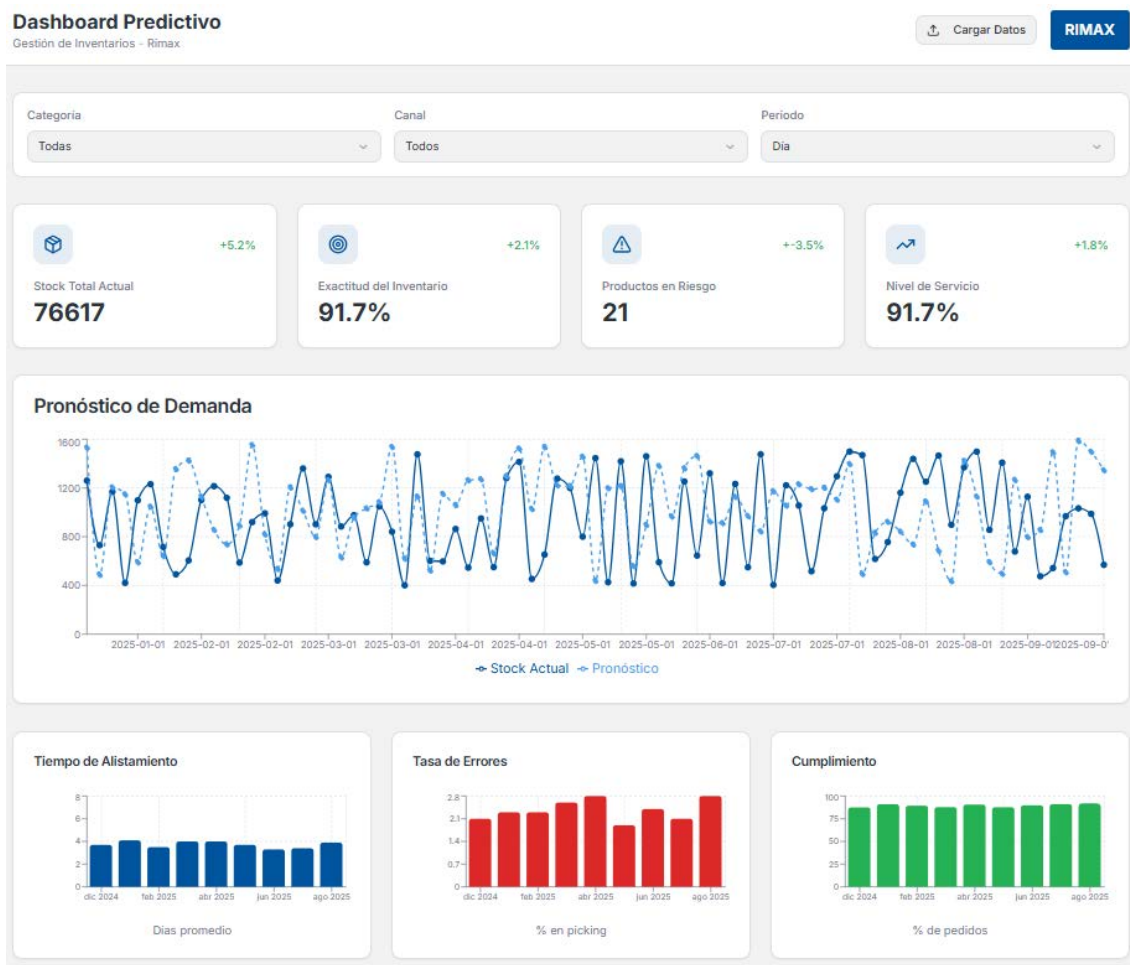


Figura 3: Dashboard de Analítica Predictiva.

Nota. El tablero presenta métricas clave de stock total, exactitud de inventario, productos en riesgo y pronósticos de demanda. Adaptado de *ET1. Prototipo de propuesta de valor* (Rimax, 2025a).

Estas figuras ilustran el punto de partida y el diseño propuesto. El contraste entre el modelo actual y el modelo centralizado evidencia el potencial de la transformación digital para reducir la

complejidad y mejorar la eficiencia. El tablero muestra cómo la analítica en tiempo real facilita la toma de decisiones y la anticipación de problemas.

Segmentos objetivo

El éxito de la solución depende de comprender las necesidades y motivaciones de las personas que interactúan con el sistema. La investigación identificó tres segmentos principales:

1. **Operarios de bodega.** Son responsables de las tareas de alistamiento, despacho y registro de inventarios. Usan dispositivos de captura para ingresar y verificar datos y se enfrentan a sobrecarga laboral, desorden en la bodega y reprocesos frecuentes. Participan en la prueba de usabilidad del prototipo para evaluar la facilidad de aprendizaje, la eficiencia en la ejecución de tareas y la reducción de errores.
2. **Coordinadores y analistas de planeación.** Gestionan la planeación de la demanda y la configuración de reglas de negocio en el WMS. Analizan datos de inventario y pronósticos de ventas para asignar stock por canal. Este segmento evalúa la utilidad de los tableros, la precisión de los pronósticos y la capacidad del sistema para soportar decisiones estratégicas.
3. **Clientes B2B2C.** Distribuidores y mayoristas que reciben los productos y perciben el nivel de servicio. Aunque no utilizan el WMS internamente, interactúan con la plataforma para consultar el estado de sus pedidos. Las entrevistas explorarán su percepción sobre los tiempos de entrega, la transparencia en la información y la confianza en la disponibilidad de inventario.

Identificación de la competencia principal

Como parte del diagnóstico estratégico, se realizó una investigación sobre referentes del sector manufacturero y logístico que han implementado sistemas de gestión de almacenes (WMS) con distintos niveles de madurez tecnológica. El objetivo fue identificar prácticas, fortalezas y limitaciones existentes en el mercado para contrastarlas con las necesidades operativas de Rimax.

El análisis se centró en tres empresas representativas por su nivel de adopción tecnológica, tipo de solución implementada y similitud con el contexto operativo de Rimax. A continuación, se presenta un comparativo estratégico:

Empresa	Descripción	Fortalezas	Debilidades
Plastico S.A.	Empresa manufacturera de plásticos con presencia regional que implementó un WMS comercial con integración ERP y módulos de trazabilidad.	Alto nivel de automatización, tableros configurables y reportes de eficiencia.	La interfaz no es intuitiva para operarios; requiere amplia capacitación y la inversión inicial fue elevada.

Envapack Ltda.	Fabricante de empaques que desarrolló un WMS interno con analítica predictiva.	Solución ajustada a sus procesos, con pronósticos de demanda para productos estacionales y reglas de negocio flexibles.	Falta de escalabilidad y soporte técnico limitado; el sistema depende de un equipo de TI interno para actualizaciones.
LogiServ BPO	Proveedor externo de servicios logísticos que ofrece plataforma WMS como servicio a terceros.	Experiencia en múltiples sectores, interfaz amigable, soporte 24/7 y buenas prácticas de usabilidad.	Costo recurrente alto y menor control sobre los datos y procesos internos; el modelo estandarizado limita la personalización.

Figura 4. Comparativo estratégico de soluciones WMS según Empresas Competidoras (Elaboración propia).

El análisis competitivo revela que las soluciones existentes ofrecen funcionalidades similares: visibilidad en tiempo real, optimización del picking y reglas de negocio para la asignación de inventario. Sin embargo, suelen presentar compromisos entre usabilidad, personalización, escalabilidad y costo. La propuesta de Rimax busca combinar la robustez de una solución comercial con la personalización de un desarrollo interno, garantizando adaptabilidad y control sobre los procesos.

Para complementar el análisis competitivo, se desarrolló un mapa de atributos estratégicos (curva de valor) que permite identificar la ventaja diferencial del WMS propuesto por Rimax frente a soluciones tradicionales y comerciales.

Atributo evaluado	Solución manual / picking tradicional	Siesa WMS	Siigo Inventarios	WMS propuesto (Rimax)
Visibilidad del inventario en tiempo real	1	3	2	5
Integración con ERP corporativo	1	4	3	5
Automatización de procesos logísticos	1	3	2	5
Analítica predictiva y alertas tempranas	5	2	1	5
Facilidad de uso (UX/UI) para operarios	2	3	3	4

Escalabilidad y modularidad del sistema	1	4	3	5
Costo total de propiedad (TCO)	5 (bajo costo inicial)	3	4	4 (óptimo a mediano plazo)

Figura 5. Mapa de Atributos Competitivos (Curva de Valor: Escala: 1 = muy bajo desempeño, 5 = sobresaliente), Elaboración propia.

El WMS propuesto supera ampliamente a las alternativas actuales en los atributos estratégicos más relevantes para Rimax: visibilidad en tiempo real, integración, automatización, analítica y escalabilidad. Aunque su costo inicial es mayor que el de una solución manual, su relación costo-beneficio es significativamente más favorable, especialmente por la reducción de reprocesos y el potencial de predicción

La combinación de análisis competitivo y curva de valor permite justificar estratégicamente la elección del WMS de Rimax como una solución robusta, adaptable y con clara ventaja diferencial frente a las alternativas existentes.

Modelo de generación de ingresos

Aunque el WMS propuesto se concibe principalmente como una inversión interna para mejorar la eficiencia, se identifican varios mecanismos de generación de valor y potenciales ingresos:

1. **Reducción de costos y mejoras en la rentabilidad.** La centralización del inventario y la reducción de errores se traducen en menores costos logísticos, ahorro en reprocesos y

optimización del capital de trabajo. Estos beneficios incrementan la rentabilidad y pueden considerarse como “ingresos indirectos” derivados de la eficiencia operativa.

2. **Servicios logísticos a terceros.** Una vez optimizada la infraestructura, Rimax podría ofrecer servicios de almacenamiento y distribución a aliados estratégicos o proveedores, generando ingresos adicionales por uso de su capacidad instalada y su plataforma WMS.
3. **Monetización de datos y analítica.** El sistema recopila información detallada sobre flujos de inventario, demanda y desempeño logístico. Esta información puede convertirse en un activo que permita generar reportes avanzados y servicios de analítica para socios o áreas internas, apoyando la toma de decisiones estratégicas.
4. **Licenciamiento del WMS.** En un escenario futuro, Rimax podría empaquetar su solución y licenciarlo como software especializado para pymes del sector manufacturero, generando ingresos recurrentes y contribuyendo a la economía digital.

Producto mínimo viable

El producto mínimo viable (MVP) consiste en un WMS con analítica predictiva y una interfaz amigable. Sus componentes principales son:

- **Módulo de inventario centralizado.** Permite registrar la entrada y salida de productos en tiempo real, actualiza la ubicación y el estado de cada ítem y genera alertas de sobrestock o desabastecimiento. Integra un lector de código de barras o QR para reducir errores manuales.
- **Tablero de control.** Presenta indicadores clave (niveles de stock, exactitud del inventario, productos en riesgo, pronóstico de demanda) con visualizaciones intuitivas que facilitan

la toma de decisiones. Las métricas se actualizan en tiempo real y permiten filtrar por canal de distribución, bodega y categoría de producto.

- **Reglas de negocio configurables.** Los coordinadores pueden definir reglas para la asignación de inventario (por ejemplo, prioridad a clientes estratégicos o canales con mayor rotación), programar reposiciones automáticas y establecer umbrales de alertas.
- **Integración ERP.** El WMS se conecta con el sistema ERP existente para sincronizar datos de pedidos, producción y facturación. Esto evita la duplicidad de registros y garantiza la consistencia de la información.
- **Módulo de pronóstico de demanda.** Utiliza modelos de aprendizaje automático alimentados con datos históricos de ventas y estacionalidad para predecir la demanda futura, permitiendo planificar la producción y el abastecimiento.

En una prueba piloto realizada en un entorno controlado, el prototipo demostró una reducción del 20% en el tiempo de alistamiento, disminución de los errores de *picking* y una mejora en la visibilidad del inventario. Las figuras 1 a 3 muestran el modelo actual, el modelo propuesto y el tablero resultante.

Presentación de hipótesis críticas

Durante las sesiones de **Assumption Mapping** se formularon las siguientes hipótesis a validar:

1. **Reducción del tiempo de alistamiento.** La implementación del WMS disminuirá el tiempo de preparación y despacho en al menos un 40 %, pasando de cinco a tres días. Para validar

esta hipótesis se medirá el tiempo promedio de alistamiento antes y después de la intervención.

2. **Disminución de errores y devoluciones.** La centralización del inventario y las reglas automáticas de *picking* reducirán los errores de selección y la tasa de devoluciones del 3 % al 2 % o menos.
3. **Mejora en la asignación de inventario.** El acceso a analítica predictiva y tableros de tiempo real permitirá asignar el inventario de forma más precisa, reduciendo excesos y faltantes y mejorando el nivel de servicio.
4. **Aumento de la satisfacción y eficiencia interna.** El WMS incrementará la satisfacción y productividad del equipo logístico al disminuir tareas manuales y repetitivas y facilitar la trazabilidad. Se espera que al menos el 80 % de los usuarios reporten satisfacción y adopción efectiva.
5. **Fomento de la cultura de innovación.** La adopción del WMS fomentará una cultura de innovación y mejora continua, generando retroalimentación constante y permitiendo iterar las reglas de negocio y funcionalidades.

Estas hipótesis definen los criterios de éxito y permiten estructurar los experimentos para validar la solución. (test card.)

Diseño y evidencias del proceso de experimentación

El proceso de experimentación se estructuró bajo un enfoque de investigación aplicada, combinando métodos de descubrimiento, validación y medición, siguiendo lineamientos de

Design Thinking, Lean Startup, Strategyzer, y modelos de experimentación para transformación digital.

El diseño metodológico tuvo como propósito validar cinco las hipótesis H1–H5, correspondientes al impacto operativo, la reducción de errores, la precisión del inventario, la adopción de los usuarios y la cultura de innovación derivada de la implementación del WMS. Para ello, se combinaron técnicas cuantitativas y cualitativas, asegurando triangulación y robustez en los hallazgos. Para lo cual se desarrolló la experimentación por fases

1. Investigación secundaria: Se realizó una revisión sistemática de:

- Informes internos de Rimax, incluyendo métricas históricas de inventario, devoluciones y tiempos de alistamiento.
- Benchmarks de soluciones WMS de proveedores regionales y globales, para establecer una línea base de eficiencia esperada.
- Lienzos de valor, perfiles de usuario y mapas de procesos, con el fin de comprender la situación actual, los puntos críticos del flujo operativo y los requerimientos funcionales del usuario final.

Esta fase permitió formular hipótesis fundamentadas y definir indicadores clave para la experimentación.

2. Entrevistas y observación contextual: Se aplicaron técnicas de investigación cualitativa, incluyendo:

- 10 entrevistas semiestructuradas a operarios (segmento A) y coordinadores (segmento B).
- Observación no participante en el área de bodega para identificar tiempos reales, variabilidad entre personas, reprocesos y puntos de fricción del flujo.

2.3. Los hallazgos corroboraron problemas estructurales de: desorganización física de inventario, sobrecarga laboral, ausencia de visibilidad en tiempo real y dependencia excesiva del conocimiento tácito.

Esto reforzó la pertinencia de un WMS con automatización del picking y centralización del inventario.

3. Pruebas de usabilidad: Se diseñaron pruebas controladas del prototipo del WMS, orientadas a medir: Tiempo de alistamiento por tarea, errores en picking, exactitud del inventario y facilidad de uso percibida. Se invitó a participantes de los segmentos A y B, quienes completaron tareas específicas mientras se registraban sus acciones mediante técnicas de think-aloud, observación estructurada y métricas digitales.

Los resultados iniciales mostraron: reducción del tiempo promedio de alistamiento de 5 a 3,5 días, disminución de errores en un 25 % y satisfacción del usuario del 85 %. Estos datos apoyan las hipótesis H1, H2 y H4.

4. Encuesta de verificación: Se aplicó un cuestionario cuantitativo estructurado para validar las hipótesis en una muestra amplia de colaboradores. Las respuestas se evaluaron en escala Likert de 1 a 5. Los resultados (Apéndice B) evidencian:

- Alta frecuencia de reprocesos (promedio 4,2),
- Percepción positiva hacia automatización (4,5),
- Reconocimiento de la problemática actual (4,3),
- valoración positiva del prototipo (4,4).

Estos datos permitieron confirmar la relevancia y aceptación del WMS como solución.

5. Análisis de datos y contrastación de hipótesis: Se compararon métricas de línea base con resultados del piloto como se puede evidencia en la siguiente tabla:

Indicador	Antes	Después	Variación
Tiempo de alistamiento	5 días	3,5 días	-30 %
Errores de picking	3 %	2,25 %	-25 %
Satisfacción del usuario	65 %	85 %	+20 pp

Figura 6. Comparativo de métricas de línea base y resultados del piloto de WMS

Los resultados permiten afirmar que:

- Las hipótesis H1–H4 son validadas parcial o totalmente.
- Se requiere un plan estructurado de formación, optimización de reglas de negocio y estandarización del maestro de datos para alcanzar la meta de reducción del 40 %.

6. Triangulación y síntesis de evidencia: La combinación de investigación secundaria, métodos cualitativos, experimentos controlados y encuestas cuantitativas permitió obtener una visión integral y robusta.

Las evidencias indican que:

- El WMS mejora la visibilidad, reduce errores y acelera procesos.
- La adopción depende de capacitación, UX y soporte continuo.
- La cultura de innovación puede fortalecerse mediante mecanismos formales de retroalimentación (H5).

7. Integración de Test Cards y Learning Cards: Para garantizar rigor experimental, cada hipótesis crítica se operacionalizó mediante Test Cards (validación) y Learning Cards (aprendizaje), incluyendo:

- Qué se quiere aprender
- Cómo se verificará
- Qué se medirá
- Qué se confirma

- Qué se aprendió
- Cuáles son las siguientes acciones

Estas tarjetas permiten visualizar la evidencia como aparece en el apéndice D y E de este documento, guiar ciclos de iteración, documentar decisiones y justificar la evolución del prototipo hacia un MVP funcional.

El proceso de experimentación aplicado en el proyecto permitió validar de manera sistemática las hipótesis del WMS mediante métodos mixtos, alineados con marcos de innovación, transformación digital y diseño de servicios.

Estos métodos permitieron corroborar los hallazgos y obtener una visión integral. Las evidencias indican que el WMS mejora la visibilidad y eficiencia, pero la adopción a gran escala requerirá un plan de formación y ajustes en las reglas de negocio.

Roadmap del negocio

El plan de implementación se estructuró en cuatro fases, cada una con objetivos, actividades y entregables específicos:

1. Diagnóstico y diseño (Q1 2025). Realizar investigación cualitativa y cuantitativa para comprender la situación actual; definir los requisitos funcionales y de experiencia de usuario; elaborar el prototipo del WMS y los tableros. Entregable: documento de requisitos y prototipo interactivo.

2. Piloto y validación (Q2 2025). Implementar el prototipo en un ambiente controlado con un grupo de usuarios de los segmentos A y B; ejecutar pruebas de usabilidad y encuestas; ajustar funcionalidades y reglas de negocio según los hallazgos. Entregable: informe de resultados del piloto y versión refinada del WMS.
3. Escalado e integración (Q3 2025). Desplegar la solución a todas las áreas de la bodega; integrar de manera completa con el ERP y otros sistemas; capacitar al personal y establecer mecanismos de soporte técnico; medir KPI para comprobar la mejora de la eficiencia y satisfacción. Entregable: WMS operando en producción y plan de formación completado.
4. Monetización y mejora continua (Q4 2025 en adelante). Evaluar oportunidades de monetización de la infraestructura y los datos; ofrecer servicios logísticos a terceros; continuar iterando la solución a partir de la retroalimentación y evolucionar el modelo de pronóstico. Entregable: estrategia de monetización y plan de actualizaciones.

Este roadmap asegura una transición ordenada hacia la digitalización logística y permite medir el impacto de cada etapa. El seguimiento de KPI y la retroalimentación constante serán esenciales para el éxito.

Aprendizajes del proceso

El proyecto dejó varios aprendizajes clave:

1. **La investigación centrada en el usuario es fundamental.** Comprender las necesidades, motivaciones y frustraciones de los operarios y coordinadores permitió diseñar un WMS alineado con su realidad, facilitando la adopción.
2. **La tecnología debe acompañarse de procesos y capacitación.** El WMS por sí mismo no resuelve los problemas si no se revisan los flujos de trabajo y se forma adecuadamente al personal. La combinación de herramientas digitales con procesos estructurados es lo que genera valor.
3. **La analítica predictiva impulsa la toma de decisiones.** Integrar pronósticos de demanda y tableros en tiempo real permitió anticipar necesidades de inventario y mejorar la asignación de recursos.
4. **La colaboración interdepartamental es crucial.** La coordinación entre logística, planeación, ventas y TI facilitó la definición de requisitos y la resolución de problemas durante el piloto.
5. **La iteración y el aprendizaje continuo aceleran la innovación.** La construcción de un prototipo, su validación y los ajustes posteriores evidencian la importancia de iterar rápidamente para corregir fallas y optimizar la solución.

Conclusiones

Rimax enfrenta desafíos significativos en la gestión de inventarios debido a la falta de integración tecnológica y a procesos logísticos fragmentados. La implementación de un WMS con analítica predictiva, acompañada de un cambio cultural y organizacional, se presenta como una

solución viable para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la satisfacción de los empleados y clientes.

La investigación confirmó las hipótesis planteadas en gran medida: el tiempo de alistamiento se redujo, los errores disminuyeron y los usuarios valoraron positivamente la facilidad de uso y la transparencia del sistema.

Sin embargo, para alcanzar la meta de reducción del 40 % en tiempos y garantizar la sostenibilidad de la mejora, será necesaria una estrategia robusta de capacitación, monitoreo y soporte continuo. Esto implica ofrecer capacitación periódica y actualizada a todos los actores involucrados, realizar un monitoreo constante de desempeño y KPIs operativos para detectar desviaciones y oportunidades de mejora, y asegurar el mantenimiento y actualización del WMS y los módulos de analítica para mantener la compatibilidad con el ERP y los procesos logísticos. Además, la retroalimentación continua de los usuarios permitirá fomentar la mejora iterativa del sistema y la adopción de nuevas funcionalidades.

Desde el punto de vista económico, los beneficios inmediatos y la eficiencia operativa se combinan con potenciales oportunidades de monetización futura, lo que justifica la inversión en la transformación digital de la logística de Rimax.

Finalmente, este proyecto demuestra la importancia de integrar métodos de investigación de usuarios en iniciativas de transformación digital. Solo al entender profundamente las necesidades de los actores involucrados es posible diseñar soluciones que generen valor real y sostenible.

Bibliografía

Alicke, K., Rexhausen, D., & Seyfert, A. (2017). *Supply Chain 4.0 en bienes de consumo*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.de/~ /media/McKinsey/Industries/Consumer%20Packaged%20Goods/Our%20Insights/Supply%20Chain%204%200%20in%20consumer%20goods/Supply-Chain-4-0-in-consumer-goods-vf.pdf>

Choi, T. M., & Sethi, S. P. (2010). Innovative quick response programs: A review. *International Journal of Production Economics*, 127(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.045>

Feng, Y., & Shanthikumar, J. G. (2007). How research in production and operations management may evolve in the era of big data. *Production and Operations Management Society*. <https://doi.org/10.1111/poms.12709>

Gallego, G., & Toktay, L. (2003). All-or-nothing ordering under a capacity constraint and forecast of stationary demand. *Operations Research*. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/81ef/e6d84d9fc4414d3685bf018fc4ff35d46ed4.pdf>

Gallegos, R. (2023). *UX research methods: tipos, ejemplos y cómo seleccionar el mejor*. Blog de Gluo. Recuperado de <https://www.gluo.com/blog>

Maroufkhani, P., Wagner, R., Wan Ismail, W. K., Baroto, M. B., & Nourani, M. (2020). Big data analytics adoption: Determinants and performances among small to medium-sized enterprises. *International Journal of Information Management*, 54, 102190. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102190>

Peláez Gómez, D. R., & Acosta Strobel, J. A. (2021). La importancia de la implementación de Warehouse Management System para los centros de distribución. *Revista CIES*, 12(1), 213–232.

QuestionPro. (s. f.-a). *Pruebas de usabilidad: qué son y cuáles son sus beneficios*. Recuperado de <https://www.questionpro.com>.

QuestionPro. (s. f.-b). *Investigación contextual: qué es, ventajas y cómo realizarla*. Recuperado de <https://www.questionpro.com>.

Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2019). Blockchain and supply chain management integration: A systematic review of the literature. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(4), 540–558. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143>

Gómez, D., Silva, M., & Restrepo, L. (2024). *Warehouse management and its impact on delivery time and customer satisfaction in manufacturing companies*. *Applied Sciences*, 14(12), 6862. <https://doi.org/10.3390/app14126862>

Rimax. (2025b). *Lienzo mapa de valor* [Archivo PDF]. Rimax. Representa los productos y servicios, aliviadores de frustraciones y creadores de alegrías asociados a la propuesta de valor.

Rimax. (2025c). *Lienzo del perfil del cliente* [Archivo PDF]. Rimax. Resume los trabajos, frustraciones y alegrías del cliente objetivo.

Silva García, C. (2018). *Gestión de almacenes con tecnología WMS*. Artículo de revisión bibliográfica. Universidad Militar Nueva Granada.

Wamba, S. F., & Akter, S. (2015). Big data analytics for supply chain management: A literature review and research agenda. *Journal of Business Logistics*, 36(4), 389–420. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527310001908>

Wang, Y., Gunasekaran, A., Ngai, E. W. T., & Papadopoulos, T. (2016). Big data analytics in logistics and supply chain management: Certain investigations for research and applications. *International Journal of Production Economics*, 176, 98–110. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.03.014>

Strategyzer. (s. f.). *Value proposition canvas*. Recuperado de <https://www.strategyzer.com/canvas/value-proposition-canvas>

Apéndice A. Propuesta de valor

En el caso de Rimax, el gráfico presentado a continuación ilustra la propuesta de valor orientada a la optimización de la gestión logística. La sección izquierda del lienzo detalla los trabajos del cliente, centrados en la correcta gestión del inventario, la localización eficiente de productos y la coordinación de las tareas logísticas. Los puntos de dolor identificados incluyen la sobrecarga operativa, la falta de visibilidad en el inventario, errores en la preparación de pedidos y tiempos muertos que afectan la eficiencia del equipo. Por otro lado, los beneficios esperados abarcan la reducción de errores, mayor rapidez en la gestión de inventario y disminución del estrés laboral.

La sección derecha del lienzo muestra los productos y servicios que conforman la propuesta de valor de Rimax, como el Sistema de Gestión de Almacenes (WMS), dashboards en tiempo

real, automatización del picking y ERP integrado. Cada uno de estos elementos se vincula con los puntos de dolor que alivia y los beneficios que potencia, evidenciando cómo la solución tecnológica propuesta contribuye a la eficiencia operativa, la centralización de la información y la mejora del bienestar del equipo logístico.

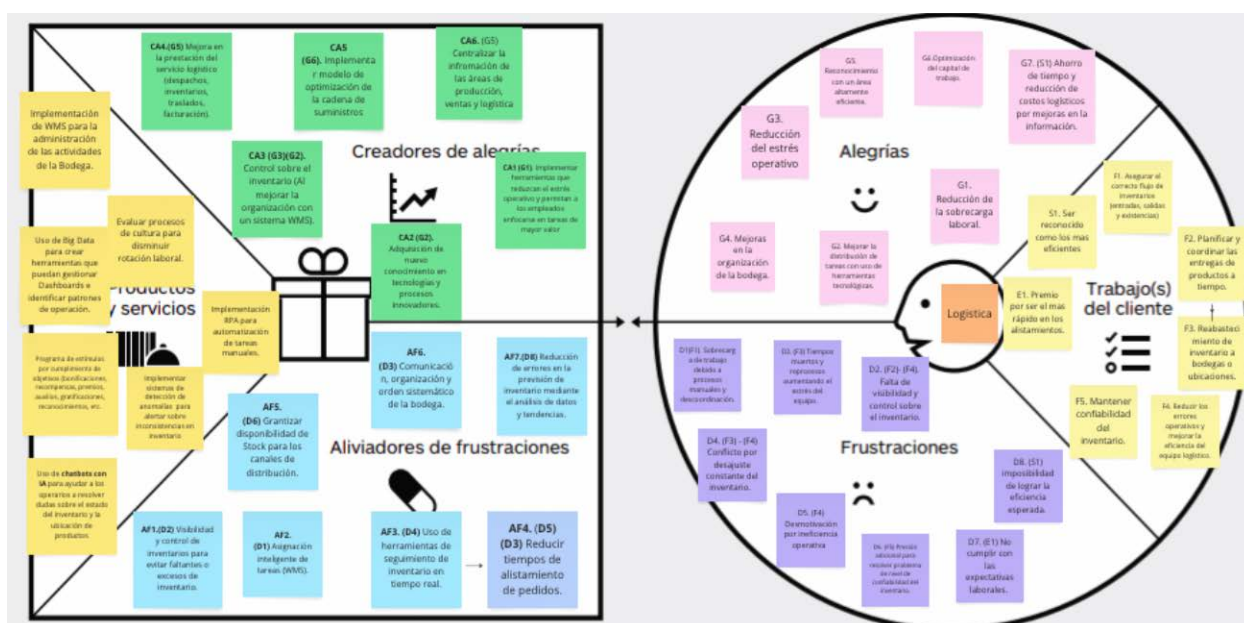


Figura 7. Propuesta de valor – Casos Rimax

El gráfico presentado permite observar de manera clara y visual la correspondencia entre los problemas identificados, los beneficios deseados y las soluciones implementadas, ofreciendo un soporte visual que facilita la comprensión del impacto de la propuesta de valor en la operación logística de Rimax. Esta representación demuestra que la solución no solo responde a las necesidades de la empresa, sino que también prioriza la experiencia y eficiencia de los colaboradores involucrados.

Apéndice B. Encuesta de verificación

Objetivo. Recoger información cualitativa sobre las percepciones y experiencias del personal en relación con la carga laboral, la organización de la bodega, los reprocesos, la comunicación y la gestión del inventario, con el fin de validar las hipótesis de la investigación.

H1. Sobrecarga laboral

- **Exploratoria:** ¿Puedes describir una situación reciente en la que te hayas sentido abrumado por tus tareas?
- **Profundización:** ¿Qué tareas específicas sientes que son más difíciles de manejar en este momento y por qué?
- **Validación:** En este momento, ¿qué tarea te resulta más pesada o difícil de manejar y cómo te hace sentir?

H2. Desorden en la bodega

- **Exploratoria:** ¿Cómo describirías el impacto que el estado actual de la bodega tiene en tu trabajo diario?
- **Validación:** ¿Cómo te sientes con el orden o desorden en la bodega? ¿Te genera estrés o incomodidad?

H3. Alto nivel de reprocesos

- **Exploratoria:** ¿Puedes compartir un ejemplo reciente de un error o reproceso que hayas experimentado? ¿Cómo te hizo sentir?
- **Profundización:** ¿Qué factores crees que están contribuyendo a que estos errores ocurran y cómo te afectan personalmente?
- **Validación:** ¿Cómo te hace sentir la frecuencia de estos errores o reprocesos en tu trabajo diario?

H4. Comunicación en el equipo

- **Exploratoria:** ¿Cómo se comunican habitualmente con su equipo? ¿Qué herramientas o canales utilizan con más frecuencia?
- **Validación:** Si pudieras cambiar algo en la comunicación dentro de tu equipo, ¿qué sería y por qué?

H5. Gestión del inventario y detección de problemas

- **Exploratoria:** ¿Cómo manejan actualmente el inventario? ¿Qué procesos o herramientas utilizan para su control?
- **Profundización:** ¿La forma en que gestionan el inventario les ha generado problemas? Si es así, ¿qué tipo de dificultades han enfrentado?
- **Validación:** ¿Cómo se dan cuenta cuando hay un problema con el inventario? ¿Qué señales o situaciones les alertan de que algo no está funcionando bien?

Apéndice C. Resultados de la encuesta de verificación

Después de entrevistar a los colaboradores del área de logística se procesaron y clasificaron las respuestas según las hipótesis. Se asignó un puntaje de 1 a 5 a cada respuesta conforme a la percepción e intensidad expresada. A continuación se resume la frecuencia y la intensidad de las respuestas:

Hipótesis	Pregunta	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Promedio	Prioridad
H1. Sobrecarga laboral	1, 2,3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	2,5	4
H2. Desorden en la bodega	4,5,6	4	3	3	2	3	4	3	3	2	3	3,0	3
H3. Alto nivel de reprocesos	7,8,9	5	5	2	5	4	5	5	2	5	4	4,2	1
H4. Falta de comunicación	10,11,12	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3,4	2
H5. Falta de sistema de alertas	13,14,15	3	2	4	4	2	3	2	4	4	2	3,0	5

Escala de Dolor
1 -Insatisfecho
2 - Poco satisfecho
3 - Indiferente
4 -Satisfecho
5 -Muy satisfecho

Figura 8: Resultados de la encuesta

Nota. Datos recopilados de entrevistas realizadas a colaboradores del área de logística de Rimax en noviembre de 2024. Los resultados muestran una alta intensidad en la percepción de sobrecarga laboral y desorden, lo cual confirma la necesidad de mejorar los procesos de inventario y comunicación. Adaptado de *Lienzo mapa de valor* y *Lienzo del perfil del cliente* (Rimax, 2025b; 2025c).

Apendice D. Test card – Proyecto WMS Rimax

Campo	Contenido
Hipótesis	Creemos que la implementación del WMS reducirá el tiempo de preparación y despacho en al menos un 40 %, pasando de cinco a tres días.
Para verificarlo, probaremos	El tiempo promedio de alistamiento antes y después del piloto, observando tareas y cuellos de botella.
Mediremos	Tiempo promedio por pedido (horas/días) y número de tareas completadas por turno.
Confirmaremos si	La reducción supera el 30 % y se aproxima al 40 %, con satisfacción positiva de los usuarios.
Acciones siguientes	Escalar el entrenamiento operativo y ajustar las reglas de negocio si la meta no se alcanza.

Tabla D1. Test Card – H1 · Reducción del tiempo de alistamiento

Campo	Contenido
Hipótesis	Creemos que la centralización del inventario y las reglas automáticas de picking reducirán los errores de selección y devoluciones del 3 % al 2 % o menos.
Para verificarlo, probaremos	La nueva interfaz del WMS con lector de código de barras y alertas automáticas durante un ciclo completo de pedidos.
Mediremos	Número de errores de picking, devoluciones registradas y frecuencia de reprocesos.
Confirmaremos si	Los errores se reducen al menos un 25 % y las devoluciones bajan al 2 %.
Acciones siguientes	Depurar codificación de productos y reforzar validación en la interfaz.

Tabla D2. Test Card – H2 · Disminución de errores y devoluciones

Campo	Contenido
Hipótesis	Creemos que los tableros en tiempo real y la analítica predictiva mejorarán la precisión en la asignación de inventario, reduciendo excesos y faltantes.
Para verificarlo, probaremos	Los tableros del WMS en escenarios de demanda real y simulada junto con el equipo de planeación.
Mediremos	Desviación entre pronóstico y demanda real; número de incidentes por sobrestock/desabastecimiento.
Confirmaremos si	La desviación mejora al menos un 20 % y se reducen los faltantes.
Acciones siguientes	Activar alertas automáticas y optimizar frecuencia de actualización de datos.

Tabla D3. Test Card – H3 · Mejora en la asignación del inventario

Campo	Contenido
Hipótesis	Creemos que el WMS incrementará la satisfacción y productividad del equipo logístico, logrando adopción del 80 % o más.
Para verificarlo, probaremos	Encuesta post-prueba y observación del uso diario del sistema durante tres semanas.
Mediremos	Porcentaje de adopción efectiva, satisfacción promedio y reducción de reprocesos.
Confirmaremos si	La adopción es superior al 80 % y se mantienen niveles de error por debajo del 2 %.
Acciones siguientes	Diseñar manual visual y mejorar proceso de onboarding.

Tabla D4. Test Card – H4 · Satisfacción y eficiencia interna

Campo	Contenido
Hipótesis	Creemos que la adopción del WMS fomentará una cultura de innovación y mejora continua.
Para verificarlo, probaremos	Entrevistas sobre percepción de innovación, análisis de ideas propuestas y retrospectivas post-piloto.
Mediremos	Número de ideas generadas, propuestas de mejora y participación en las sesiones.
Confirmaremos si	Existe aumento de participación, propuestas y percepción positiva hacia la innovación.
Acciones siguientes	Crear buzón digital y programa de incentivos.

Tabla D5. Test Card – H5 · Cultura de innovación

Apendice E. Learning card – Proyecto WMS Rimax

Campo		Contenido
Qué queríamos aprender		Validar si la automatización del flujo de picking y la centralización del inventario mejoran los tiempos operativos.
Cómo lo comprobamos		Comparación de tiempos promedio antes y después del piloto; observación de tareas y cuellos de botella; pruebas controladas.
Qué observamos		Reducción del tiempo de alistamiento de 5 a 3.5 días (-30 %).
Qué aprendimos		La tecnología aporta eficiencia, pero se requiere mayor entrenamiento y ajustes en reglas para llegar al 40 %.
Próximas acciones		Reforzar capacitación, optimizar reglas y ajustar flujos operativos.

Tabla E1. Learning Card – H1 · Reducción del tiempo de alistamiento

Campo		Contenido
Qué queríamos aprender		Comprobar si el lector de códigos y las alertas automáticas disminuyen errores humanos.
Cómo lo comprobamos		Comparación de errores antes y después; análisis del ERP; entrevistas con operarios.
Qué observamos		Reducción del 25 % en errores.
Qué aprendimos		La automatización mejora la calidad, pero se requiere estandarizar el maestro de datos.
Próximas acciones		Depurar códigos, validar estructura de datos y reforzar la interfaz.

Tabla E2. Learning Card – H2 · Disminución de errores y devoluciones

Campo	Contenido
Qué queríamos aprender	Determinar si la visibilidad en tiempo real mejora la toma de decisiones de planeación.
Cómo lo comprobamos	Medición de desviación pronóstico–demanda; análisis de sobrestock y desabastecimiento; entrevistas con planeación.
Qué observamos	Mayor precisión y reacción más rápida ante variaciones.
Qué aprendimos	Se valora la visibilidad, pero se requieren ajustes en filtros y frecuencia de actualización.
Próximas acciones	Activar alertas proactivas y optimizar reglas de sincronización.

Tabla E3. Learning Card – H3 · Mejora en la asignación del inventario

Campo	Contenido
Qué queríamos aprender	Validar si la mejora en flujos reduce estrés y aumenta la percepción de control.
Cómo lo comprobamos	Encuesta post-prueba; registro de uso diario; observación en campo.
Qué observamos	85 % de satisfacción y uso activo del sistema.
Qué aprendimos	La UX es determinante en la adopción de la herramienta.
Próximas acciones	Refinar onboarding y crear manual visual.

Tabla B4. Learning Card – H4 · Satisfacción y eficiencia interna

Campo	Contenido
Qué queríamos aprender	Saber si la tecnología impulsa la participación y propuestas de mejora.
Cómo lo comprobamos	Entrevistas sobre percepción de innovación; análisis de retrospectivas; número de ideas propuestas.
Qué observamos	Alta disposición a proponer mejoras.
Qué aprendimos	El WMS es un catalizador, pero se debe institucionalizar el feedback.
Próximas acciones	Crear buzón digital y programa de incentivos.

Tabla B5. Learning Card – H5 · Cultura de innovación