

Title:

Implementation of S&OP and VMI to Reduce Finished Goods Overstocks in a Textile Company: A Case Study

Authors:

Marin Manco, Vannia Alexandra (0009-0008-2818-2949)

Vera Peña, Robert Luisaurelio (0009-0001-5268-0381)

Aparicio Lora, Víctor Ernesto (0000-0002-8466-0190)

Abstract:

In the textile sector, managing finished product inventories is crucial to ensure profitability and operational efficiency. This article focuses on reducing the overstock of finished products on the domestic line. The importance of addressing this problem is highlighted mainly to reduce the loss of utility in the domestic line. Through a detailed case study of the company under analysis, it is analyzed that this problem has a negative economic impact of S/ 2,512,067.3 caused mainly by poor production planning, poor inventory management and error in the amount of yarn production. Based on this, it is proposed to reduce the first, second and third causes with the implementation of the Sales & Operation Planning (S&OP) methodology and the second cause with the implementation of the Vendor Management Inventory (VMI) methodology.

With the application of these methodologies, it is expected to reduce the technical gap proposed in the research by at least 13%. Likewise, it is intended to reduce the average absolute deviation of the demand forecast by 15% of the current one. Finally, it is expected to increase the inventory turnover rate and the ERI indicator.

Modelo de S&OP y VMI Orientado hacia la Industria 4.0 para la Reducción de Sobre Stock en una Empresa Textil: Caso de Estudio

Vannia Marin-Manco
Ingeniería Industrial,
Universidad Peruana de Ciencias
Aplicadas (UPC)
Lima, Perú
u201918149@upc.edu.pe
0009-0008-2818-2949

Luisaurelio Vera-Peña
Ingeniería Industrial,
Universidad Peruana de Ciencias
Aplicadas (UPC)
Lima, Perú
u201915404@upc.edu.pe
0009-0001-5268-0381

Ernesto Aparicio-Lora
Ingeniería Industrial,
Universidad Peruana de Ciencias
Aplicadas (UPC)
Lima, Perú
pcinvapa@upc.edu.pe
0000-0002-8466-0190

Resumen— En el sector textil, la gestión eficiente de inventarios es clave para la rentabilidad y la eficacia operativa. En el caso de la empresa estudiada, se identificaron las causas del sobre stock en la línea doméstica, evidenciado por un ratio de stock no vendido del 29.82%, mucho mayor al promedio de 15%. Este problema se debe principalmente a una deficiente planificación de la producción, gestión de inventarios y errores en la producción de hilos. Se propone reducir estas causas, que representan el 90.9% del problema, mediante la implementación de las metodologías S&OP y VMI.

A partir de la aplicación de estas metodologías, se obtuvo una reducción del ratio de stock no vendido de 21.63% y una reducción del error de pronóstico en 56.29%, lo que se traduce en una reducción de dinero inmovilizado en inventarios de productos terminados a un 39.61% de la situación inicial y por lo tanto un incremento en los ahorros logísticos de la empresa.

Keywords— S&OP, VMI, Hilos textiles, Sector textil, sobre stock, pronóstico de la demanda.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el sector textil, representa un papel significativo en la economía por la cantidad de empleo directo e indirecto que genera. Además, esta industria compuesta por empresas que fabrican y/o comercializan productos textiles, tales como hilados, telas, prendas de vestir, entre otros, resultan relevantes por el volumen de dinero que su comercio genera, del cual se espera un crecimiento de aproximadamente 20% en los próximos 5 años [1], [2], [3]. En este contexto, el país líder en producción y exportación de textiles es China, seguido de Bangladesh, Vietnam y Alemania. En un contexto a nivel regional en América Latina, Perú es el principal exportador de ropa de Sudamérica, lo que lo posiciona como el país con mayor desarrollo e impacto tanto económico como social. En adición a ello, con respecto al sector textil en el ámbito nacional, este se

destaca por tener una ventaja competitiva en la producción global de hilados de alta calidad debido al alto contenido de materiales de lana o pelo fino, lo cual lo posiciona en el tercer lugar de los países con mayor exportación [4], [5]. Además, se destaca por representar el 26,2% de los empleos en manufactura y el 2,3% a nivel nacional, siendo un pilar significativo en la creación de aproximadamente 900 000 empleos indirectos al estar conectados con sectores como la agricultura, ganadería, fibras manufacturadas, químicos y plásticos [6]. La industria textil y de confecciones ha desempeñado un papel crucial en la economía peruana, siendo un importante motor del desarrollo industrial del país. Este sector, conformado por aproximadamente 46,000 empresas, representa el tercer sector más importante en términos de contribución al Producto Bruto Interno (PBI) peruano, contribuyendo con un 6.4% al PBI manufacturero y un 0.8% al PBI total a nivel nacional [6], [7]. No obstante, en años recientes, se ha evidenciado un crecimiento alarmante en los niveles de inventario, lo que resulta en una pérdida de rentabilidad para las empresas debido al capital inmovilizado en almacén. Este fenómeno plantea una serie de desafíos y preocupaciones que requieren acción inmediata.

La relevancia del problema radica en que afecta no solo los ingresos del sector, sino también las futuras inversiones por el capital inmovilizado en inventarios. Estudios previos señalan que el sobre stock proviene del desconocimiento de la capacidad de producción y la demanda histórica de las familias de productos, por lo que es clave implementar estrategias que permitan conocer estos datos y mejorar la rentabilidad empresarial. En adición, el desconocimiento respecto a las cantidades óptimas para producir, almacenar y entregar supone causas importantes para el problema, por lo que es relevante la creación de políticas para gestionar eficientemente los stocks [8], [9], [10]. Recientemente, para atacar el sobre stock, se ha propuesto la aplicación de un modelo de gestión de inventarios

basados en la aplicación de un sistema S&OP que permite manejar la predicción de la demanda de manera precisa y además generar una rotación de inventarios acorde a la planificación de producción optimizada. Además, con la implementación del sistema VMI se demuestra una mejor gestión de estrategias para manejar los niveles de inventario, nivel de seguridad, stocks máximos, entre otros; y de esa manera, controlar que la rotación de inventarios no sufra de estacionalidad ni demoras de entrega [11], [12].

Ante lo expuesto, se propone la aplicación de las herramientas Sales & Operations Planning (S&OP) y Vendor Managed Inventory (VMI) para poder gestionar los inventarios de productos terminados de la empresa en estudio. La motivación detrás de esta investigación es la necesidad de hallar soluciones prácticas y eficaces para disminuir el nivel de sobre stock en la industria textil. La contribución clave de esta propuesta radica en la integración de las herramientas mencionadas anteriormente, además que servirá de guía para futuras investigaciones.

Este artículo se encuentra dividido en 5 secciones adicionales a la introducción. En primer lugar, la Sección 2 aborda la revisión de la literatura. Secuencialmente, la Sección 3 se enfoca en la contribución específica de investigación. Posteriormente, la Sección 4 detalla la metodología utilizada para validar los resultados. En la Sección 5 se discuten y analizan los resultados obtenidos tras implementar el modelo y, para finalizar, la Sección 6 presenta las conclusiones del estudio.

II. ESTADO DEL ARTE

Para elaborar el Estado del Arte, se realizó una investigación exhaustiva de artículos científicos que resaltan el uso de herramientas para disminuir el exceso de stock. Para ello, se utilizaron criterios como el cuartil, fecha de publicación, aporte del estudio, entre otros, para poder filtrar los artículos y así obtener investigaciones lo más enriquecedoras posibles. A partir de ello, se identificaron las tipologías que sustentarán la problemática en cuanto a las causas que la generan y las herramientas de solución propuestas.

A. Sales and Operations Planning (S&OP)

El S&OP es un proceso esencial en la gestión empresarial que busca alinear ventas, producción, operaciones y otras áreas hacia objetivos comunes. Se desarrolla de forma secuencial y con un cronograma definido, lo que garantiza la implementación oportuna de cada fase y decisiones coherentes con las metas estratégicas. De los estudios analizados, se concluye que los 5 pasos del proceso son: crear un pronóstico de demanda, crear un plan de suministro inicial, desarrollo de un plan de operaciones final, instruir e implementar el plan y finalmente medir el rendimiento del proceso [13], [14].

B. Vendor Management Inventory (VMI)

La literatura reciente resalta el VMI como una estrategia de la cadena de suministro donde el proveedor gestiona los niveles de inventario del cliente según la información proporcionada [15]. El proveedor monitorea y repone el stock del cliente para asegurar disponibilidad continua. Aunque mantiene la propiedad del inventario, tiene visibilidad sobre este y repone según sea necesario, facilitando una mejor gestión de

existencias. Mediante su aplicación, se evidencia una reducción de costos totales entre 2,2% y 8,3%, pues el flujo de información se vuelve más efectivo, se obtiene más data y en consecuencia se mejoran los pronósticos realizados [16], [17].

C. Gestión de inventarios

La gestión de inventarios es clave para optimizar los recursos de una empresa, equilibrando la demanda con los costos de almacenamiento. Busca mantener existencias suficientes para satisfacer al cliente, evitar roturas de stock y minimizar los costos asociados. Los autores coinciden en que una gestión de inventarios eficiente es clave para lograr un equilibrio económico dentro de la cadena de suministro, lo que requiere una adecuada negociación, integración y coordinación en todos sus niveles. La mayoría de los estudios subrayan que es fundamental mantener niveles de inventario que no solo satisfagan la demanda, sino que también optimizan los pedidos diarios, evitando tanto las pérdidas por desabastecimiento como los costos adicionales por mantener inventarios innecesariamente altos [18], [19].

D. Plan maestro de producción (MPS)

El MPS genera el plan de fabricación de una familia de productos según la demanda anticipada de sus variantes, usando datos semanales o mensuales del plan agregado de producción. La literatura enfatiza que el MPS actúa como un enlace crucial entre áreas, facilitando ajustes de última hora y manejando imprevistos en el nivel de planta. Diversos autores sostienen que la función principal del plan maestro es coordinar las tareas de planificación en términos de tiempo y contenido entre diferentes funciones comerciales. Para elaborar un MPS adecuado, es esencial analizar en detalle todos los requisitos, restricciones e interdependencias con otras tareas de planificación [20], [21].

E. Pronóstico de la demanda

El pronóstico de la demanda es una herramienta esencial para la toma de decisiones operativas y estratégicas. Los estudios señalan de manera uniforme que este pronóstico guía la planificación de la producción, gestión de inventarios, asignación de recursos financieros y estrategias de marketing. Los jefes analizan tendencias económicas y políticas para entender cómo influirán en la demanda futura. La precisión del pronóstico es crucial para que la empresa pueda satisfacer eficientemente las necesidades del mercado [18], [22].

F. Lote económico

La literatura especializada destaca el lote económico (EOQ) como una herramienta clave para gestionar inventarios en contextos de demanda predecible, señalando que esta política aumenta las ganancias entre un 5% y un 23% al reducir costos operativos y mejorar la eficiencia en la gestión de inventarios. [23], [24].

G. Stock de seguridad

El stock de seguridad es el inventario adicional almacenado intencionalmente por encima de los niveles óptimos calculados. La literatura especializada indica que este inventario adicional tiene como objetivo principal proteger y mitigar cualquier

impacto que puedan tener las variaciones inesperadas en la demanda de productos, así como posibles retrasos en la cadena de suministro. Este stock garantiza un flujo constante de operaciones, evitando interrupciones y permitiendo una respuesta rápida ante aumentos inesperados en la demanda o fallos en el suministro. Los resultados de investigadores del tema proyectan una reducción de costos operativos del 14,8% en comparación al desarrollo antes de su implementación de la mano con otras herramientas [26], [25].

H. Punto de reorden

El Punto de Reorden (ROP) es un concepto que determina cuándo se debe realizar un pedido para reabastecer el inventario y evitar la falta de existencias. Se calcula considerando la demanda esperada durante el tiempo de espera para recibir un pedido nuevo. Existen estudios que destacan los beneficios del ROP, el cual asegura que haya suficiente inventario disponible para cubrir la demanda mientras se espera la reposición, evitando tanto el exceso de inventario como las pérdidas por falta de existencias. Es decir, es fundamental para mantener el equilibrio entre costos de almacenamiento y servicio al cliente óptimo. Se reconoce ampliamente que la aplicación de esta herramienta puede reducir los niveles altos de inventario de aproximadamente 17% [19], [27].

III. APORTE

El aporte de esta investigación se presentará mediante un gráfico detallado que explicará de manera clara y completa las diferentes fases a desarrollar en el tratamiento del caso de estudio. Este gráfico, mostrado en la Fig. 1, no solo facilitará la comprensión visual del proceso, sino que también permitirá identificar las etapas críticas de cada una. Además, ayudará a estructurar el flujo de trabajo y mostrar el enfoque metodológico seguido, proporcionando de esta manera una visión integral del modelo de mejora.

A. Fundamento

La presente investigación propone el uso de herramientas avanzadas de gestión de inventarios, como series de tiempo, lote económico, stock de seguridad y punto de reposición, para optimizar el manejo de existencias y anticiparse a las necesidades futuras. Además, se plantea la implementación de herramientas estratégicas como Sales and Operations Planning (S&OP) y Vendor Managed Inventory (VMI) para lograr un

enfoque eficiente de la cadena de suministro. Estas herramientas contribuyen a una planificación colaborativa que mejora la visibilidad y el control sobre los flujos de productos e información, lo cual será fundamental para alcanzar una mayor eficiencia y adaptabilidad en respuesta a las variaciones de la demanda y en el funcionamiento general de la cadena en el sector textil [28].

B. Modelo propuesto

Este estudio destaca la necesidad de abordar el sobre stock, lo que permitirá aumentar la utilidad, reducir costos operativos y el dinero inmovilizado en inventarios, fortaleciendo así la estabilidad financiera y mejorando la capacidad de respuesta ante la demanda del mercado.

Por ello, en el presente estudio se analizan las causas que generan este sobre stock donde resaltan: deficiente pronóstico de la demanda, baja rotación de inventarios, inexactitud en el registro de inventarios y error en la cantidad de producción de hilos.

Al identificar estas raíces del problema, se desarrolló un modelo para mitigar el exceso de stock y mantener niveles óptimos que respondan a las necesidades del cliente en un entorno volátil. Este novedoso modelo, por el enfoque integrado que presenta, se sustenta en la revisión de la literatura, donde autores proponen, la aplicación de herramientas y cálculos favorecedores para la gestión de inventarios. En adición a las herramientas presentadas, se muestran los inputs, los cuales se basan en las causas principales del problema, que mediante la aplicación de las fases del modelo se espera su mejora, se espera que salgan como outputs mejorados.

Además, [28], [29] resaltan que mediante la aplicación del S&OP, se evidenciará mejora en el nivel de servicio al cliente, plazos de entrega más cortos para los pedidos, mayor estabilidad de planificación, menor nivel de existencias y por lo tanto menores inversiones y mayores ahorros operativos.

Por otro lado, [16], [30], resaltan que la aplicación del VMI va a permitir la reducción de gastos a la empresa y menores costos totales, ya que el mayor flujo de información va a permitir ser más acertados en la predicción del stock a mantener. Adicional [31], [32] destacan que mediante un cálculo correcto del tamaño de la demanda se logrará optimizar los procesos de planeamiento de la producción.



Fig. 1 Modelo Propuesto

Finalmente, en cuanto a los cálculos de gestión de inventarios a obtener [33], [34], [35] postulan que el stock de seguridad, lote económico y punto de reorden son cálculos importantes en un entorno con demanda incierta por lo que es necesaria su aplicación en la empresa de estudio ya que serán relevantes para poder reducir el stock actual de productos terminados acumulados en inventario. Lo acertado de esta política, se respalda con los pronósticos adecuados que se usen para el cálculo de la demanda, obteniendo un aumento de utilidad entre 5% y 23% de ser aplicado correctamente.

Según lo expuesto, en la Fig. 1 se muestra el diseño conceptual del modelo propuesto para la propuesta de mejora.

C. Diagnóstico Inicial

El diagnóstico inicial de la siguiente problemática estará sustentado en base a indicadores que midan el rendimiento de la empresa en varios focos de desarrollo, estos indicadores nos permitirán evidenciar que el impacto de la propuesta sí mejorará la situación actual. Como principal indicador se tendrá al ratio de stock no vendido, el cual representa en porcentaje al nivel de productos terminados no vendidos de la línea doméstica. Asimismo, se tienen indicadores que apoyan el desempeño y generarán un soporte al indicador principal, estos indicadores nos permitirán obtener un adecuado seguimiento a los resultados. Los indicadores de apoyo son: la rotación de inventario y la cobertura de inventario. En la Tabla 1, se muestran los indicadores con sus respectivos valores iniciales.

TABLA I
ESTADO INICIAL DE LOS INDICADORES

INDICADOR	AS-IS
Ratio de stock no vendido	29.82%
Rotación de inventario	1.8
Cobertura de inventario	200 días

D. Desarrollo

El diseño y desarrollo de la propuesta de solución se divide en 4 fases que buscan tratar las 2 causas y motivos que representan el 90.9% del problema principal de sobre stock. Por ello, la Fase 0 está sustentada en la aplicación de 5 de los 8 pasos de Kotter con la finalidad de proponer una cultura de cambio en la empresa [36].

En la Fase 1, se aplicarán herramientas de gestión de inventarios, comenzando con las series de tiempo para pronosticar la demanda de los 15 productos principales de la línea doméstica en 6 pasos: análisis de productos, cálculo del coeficiente de autocorrelación y correlograma, desarrollo de modelos de pronóstico, análisis de desviación y error, y selección del mejor modelo. Luego, se implementará el modelo de pronóstico ideal. Con los resultados de las series de tiempo, se calcularán el EOQ, stock de seguridad y ROP, realizando recopilación de datos, cálculo, validación y control constante.

En la Fase 2, se llevará a cabo la implementación del S&OP que consta de 5 pasos donde en primer lugar, se generará un portafolio de datos de ventas históricas, pronósticos de la demanda y data del requerimiento de materiales. Seguido de ello, se desarrollarán los pronósticos de la demanda que son los obtenidos en la Fase 1.

Como tercer paso consiste en planificar el suministro, evaluando la capacidad del inventario y los recursos disponibles para satisfacer la demanda pronosticada. En el cuarto paso, se ajustan los planes de demanda y suministro en una reunión preliminar, y en el quinto, se presentan los planes ajustados al equipo ejecutivo, quien tomará decisiones sobre la asignación de recursos.

En la Fase 3, la implementación del VMI se divide en tres etapas: planificación, ejecución y control. En la etapa de planificación, se seleccionan proveedores, se crea un plan de trabajo y se establece el compromiso de compartir información. En la ejecución, se desarrollan los sistemas de intercambio electrónico de datos y se capacita al personal sobre las nuevas herramientas. Finalmente, en la etapa de control, se realiza el seguimiento y evaluación constante mediante reuniones ejecutivas mensuales. El diagrama de flujo de los pasos se detalla en la Fig. 2.

E. Diagnóstico Final

El porcentaje ideal respecto al principal indicador que es el ratio de stock no vendido es de 15% [37], por lo tanto, tras la implementación de todas las fases de la propuesta de solución se espera disminuir el valor actual en mínimo 14.82%. De la misma forma, si nos referimos a los indicadores de apoyo que son el índice de rotación de inventario y la cobertura de inventario, tenemos que el primero de estos debería tener un índice de 6 veces por año promedio, por lo que se espera aumentar este valor en 4.2 veces aproximadamente [38]. Con respecto al último indicador prevé un valor de cobertura de inventario promedio de 30 días, sin embargo, se espera que, respecto al valor actual, los días de cobertura disminuyan en 140 días [39]. La Tabla 2 refleja los resultados esperados de los indicadores a desarrollar en el presente proyecto.

TABLA II
RESULTADO DE INDICADORES ESPERADOS

INDICADOR	AS-IS	TO-BE	VARIACIÓN
Ratio de stock no vendido	29.82%	15%	14.82%
Rotación de inventario	1.8	6	4.2
Cobertura de inventario	200 días	60 días	140 días

IV. VALIDACIÓN

Para la validación de la presente investigación se asegurará que los resultados presentados sean precisos, reproducibles y confiables mediante un correcto desarrollo del modelo de mejora. Para ello, se explicará el escenario, las fases de implementación del modelo y la actualización de los valores de los indicadores.

A. Descripción de escenarios

El presente modelo de solución está sustentado en la implementación de 4 fases de desarrollo que serán corroborados por distintos métodos de validación como la prueba piloto, los cálculos cuantitativos y la simulación con el Arena Simulation Software.

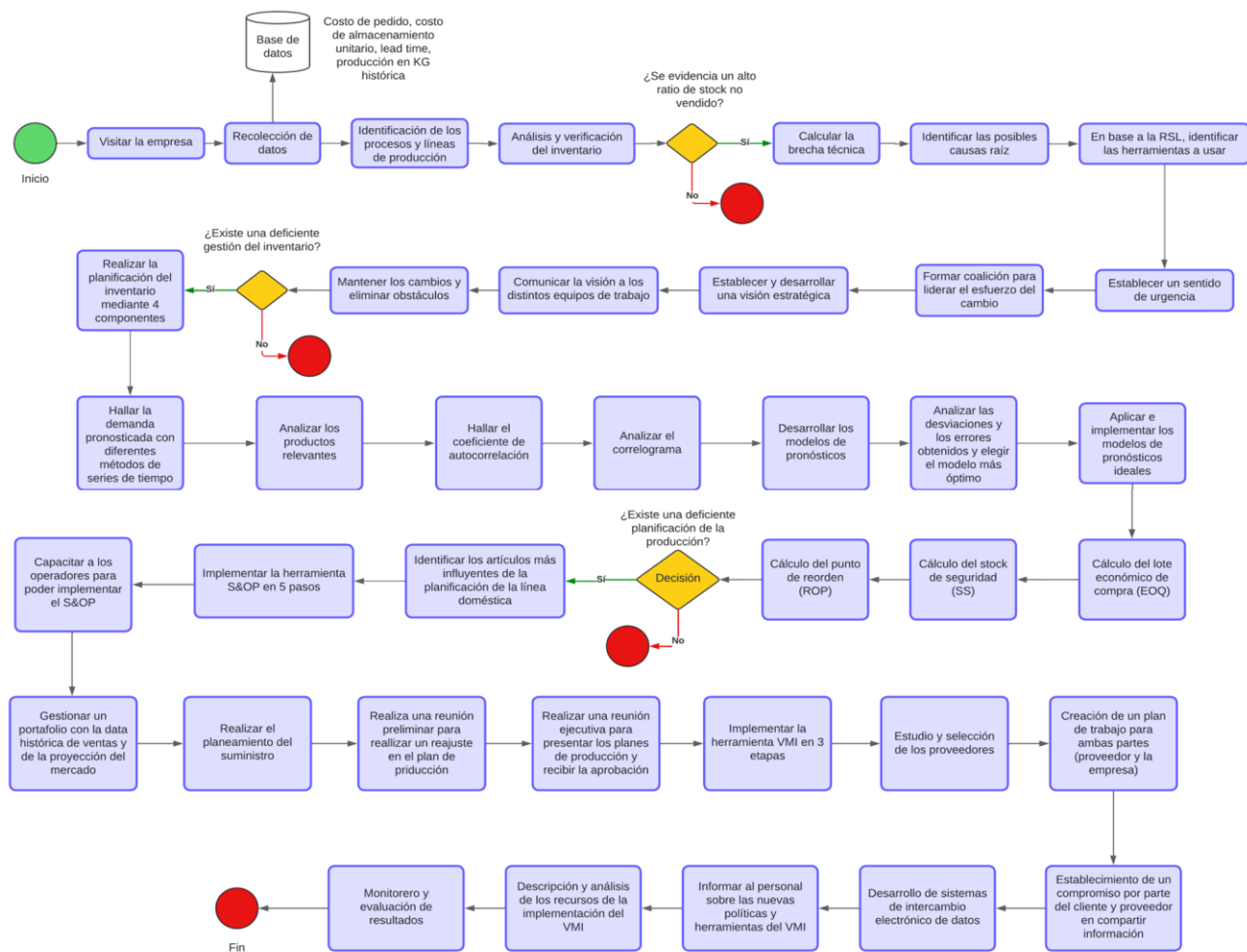


Fig. 2 Diagrama de Flujo

En primera instancia, está la fase 0, también llamada gestión del cambio, que será validada con una prueba piloto. En cambio, la Fase 1, denominada como la planificación del inventario tiene como método de validación los cálculos cuantitativos. Finalmente, la Fase 2 y 3, análisis del inventario y gestión de la cadena de suministro respectivamente serán validadas con una simulación hecha por un software.

B. Modelo / Puesta en marcha

1) Modelo de validación de la gestión del cambio

Para la validación de la Fase 0 se tomarán 5 de los 8 pasos que propone Kotter para realizar una gestión del cambio en un grupo de trabajo. En primer lugar, se planteó como objetivo principal realizar estos 5 pasos para facilitar el proceso del cambio organizacional de manera efectiva. Seguido de ello, se seleccionó al equipo piloto que está integrado por los líderes de la organización y trabajadores secundarios. Luego, se llevó a cabo el desarrollo de capacitaciones y la ejecución del piloto, donde se pactaron 5 reuniones en las que participaba todo el equipo de trabajo. Como primer paso, se llevó a cabo una reunión inicial que tuvo como objetivo específico establecer un sentido de urgencia respecto a la problemática principal que se tiene. Como segundo paso, se realizó la reunión a fin de formar

coalición para liderar el esfuerzo del cambio. Para el tercer paso se realizó una reunión donde se estableció y desarrolló la visión estratégica general. El cuarto paso tuvo como principal objetivo comunicar la visión consolidada en la tercera reunión y llegar a acuerdos de todos los colaboradores de trabajo. Finalmente, en el quinto paso se realizó una reunión con los primeros resultados de la propuesta implementada. Además, se realizaron algunos ajustes para que las actividades y procesos dentro de la propuesta de mejora mantengan una sostenibilidad a lo largo del tiempo.

2) Modelo de validación de la planificación del inventario

Para la validación de la Fase 1 primero se realizó una reunión de la junta directiva, integrada por el gerente general y el coordinador de producción. Esta reunión tuvo como objetivo principal la exposición de la problemática hallada, así como la coordinación de las actividades a realizar en esta fase. Además, se ajustaron directrices para el tratamiento de los datos, uso de herramientas y los cálculos a realizar.

Tras la reunión, se recopilaron los datos de consumo en kilos y soles de los productos más vendidos de la línea doméstica en 2022. Luego, se tabuló la información y se identificó al artículo 628 Tren M50 100mx12 como el más

representativo por su mayor porcentaje de ventas, siendo el elegido para mostrar la optimización propuesta. Se definió su color más demandado y esa data se utilizó para los pronósticos y cálculos de la Fase 1.

Para calcular los pronósticos de la demanda se recopilaron datos de consumo del artículo 628 en su color 89947 correspondientes a los 12 meses del año 2022. Como primer paso se calcularon los puntajes estándar “Z” de cada mes. Seguido de ello, se calcularon los coeficientes de autocorrelación para 6 desfases con la finalidad de analizar el comportamiento de la demanda que seguía una tendencia estacional. Por lo tanto, se escogieron como ideales a los modelos de Holt, Winters Brown y la descomposición por factores para pronosticar la demanda. Una vez obtenidos los cálculos se encontró como el mejor modelo a la descomposición por factores, ya que este obtuvo EPAM de 11.56% y ECM de 1932.88, notoriamente menor al resto de métodos. De la misma manera que para el artículo 628, se calculó la demanda para los demás artículos principales de la línea doméstica.

Como siguiente paso, utilizando el cálculo de la demanda, pronosticada previamente, y datos como el costo de pedido, el costo de almacenamiento unitario, el lead time, entre otros; se realizaron los cálculos del EOQ, SS y ROP del artículo 628 en su color más demandado y para los demás artículos principales de la línea doméstica [8], [9], [10].

3) Modelo de validación del análisis del inventario

Para la validación de la Fase 2, como primer paso, se realizó una reunión de capacitación con todos los implicados en la implementación de la herramienta referente a la realización, estructura y etapas de desarrollo de la herramienta S&OP para fortalecer y direccionar los objetivos que se tienen con esta herramienta [40], [41]. Además, se entregaron afiches del procedimiento de la herramienta al personal.

En el segundo paso, se inició con la Etapa 1 de recopilación de toda la data necesaria como los cálculos que se hallaron previamente en la Fase 1. Además, se realizó un análisis de toda la data de producción del artículo 628 en su color 89947.

Seguido de ello, en la Etapa 2, se utilizan los pronósticos de la demanda con el método de descomposición por factores para el artículo 628 en su color 89947. Tras este paso, se procedió a

realizar la Etapa 3 de planeamiento de suministro, aquí se planificó la producción para el mes pronosticado del artículo 628. Asimismo, se realizaron los cálculos de los costos respecto a la gestión de los inventarios del suministro representados con un BOM de materiales para el artículo en estudio. A partir de esta representación se desarrolló el programa de planificación de requerimientos de materiales con la data recopilada y el BOM de materiales. Es en esta etapa del desarrollo donde se realizó la simulación del MRP en el software Arena Simulator que se demuestra en la Fig. 3, donde se validaron indicadores como el CPED, SS y ROP. Para el primero se plantean 2 escenarios donde el costo total reduce en \$76.71 si se usa un CPED menor a 490kg. Con respecto a los otros dos indicadores, el mejor escenario simulado da un SS de 88 kg y un ROP de 152 kg. En conclusión, toda la simulación evidencia una disminución del costo total en \$2,220.15. Finalmente, se desarrollaron las Etapas 4 y 5 de reuniones ejecutivas donde se validaron opciones a mejorar respecto a la herramienta implementada [13], [14], [18], [19] [42].

4) Modelo de validación de la gestión de la cadena de suministro

La validación de la Fase 3 comenzó con la planificación y diseño del VMI, seleccionando clientes para su implementación. Se ponderaron según la cantidad de artículos vendidos anualmente, destacando el cliente “A” con 4,836 kg, lo que representa un 13% de las ventas de la línea doméstica. Tras identificar al cliente con mayor demanda, se validaron sus características con un checklist y se creó un plan de trabajo de 4 meses para ambas partes. La etapa concluyó con la firma de acuerdos de confidencialidad, política de órdenes, riesgos y beneficios compartidos.

En la etapa de ejecución, se desarrolló el sistema de intercambio electrónico de datos utilizando Ebiz Latin América como plataforma web. Tras evaluar su compatibilidad con los objetivos del VMI, se capacitó al personal en las nuevas políticas y herramientas del sistema.

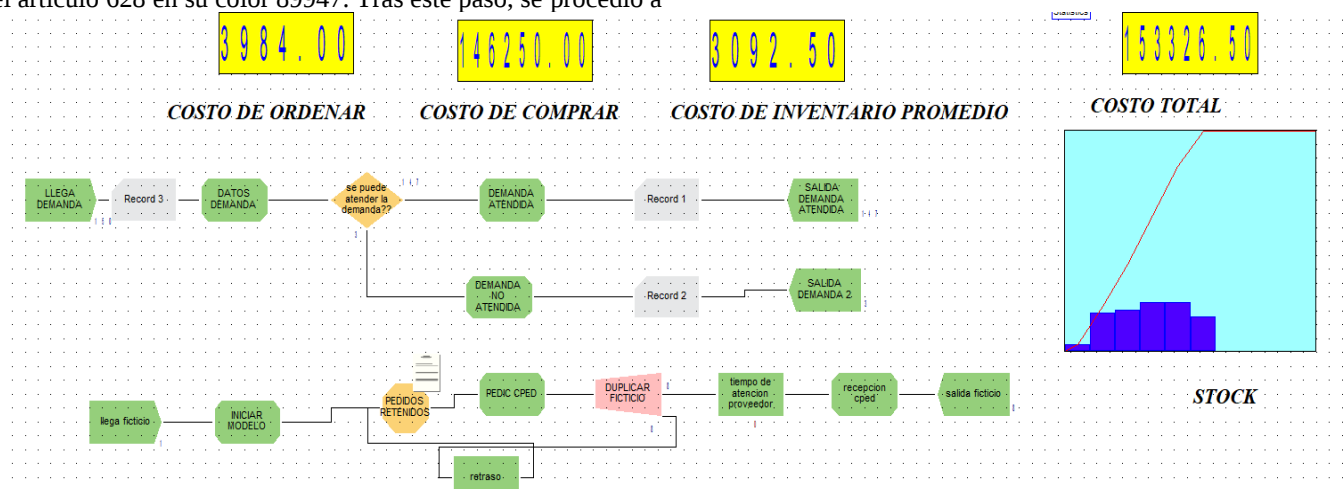


Fig. 3 Modelo propuesto en el Software Arena Simulator

Para validar el funcionamiento del VMI, se simuló en Bizagi el proceso de llegada de un pedido al proveedor (Fig. 4), ya con la herramienta implementada. La simulación se basó en la demanda pronosticada en la Fase 1. Luego, se formularon escenarios con disminución de demanda respecto al pronóstico, demostrando que el VMI evitó la sobreproducción y el exceso de inventario.

En la etapa de monitoreo se evaluó y ajustó el VMI, validando sistemas como EDI mediante una reunión con la junta directiva. Para poder constatar el beneficio de la aplicación del VMI en la empresa del caso en estudio, se basaron los cálculos de los beneficios en base a un caso de éxito [43], donde se postula que este sistema permite reducir hasta 11% el sobre stock, mediante un ajuste de los pronósticos de la demanda, resultado de un mayor flujo de información [15], [16], [17].

Tras implementar todas las fases del modelo, se obtuvieron resultados muy satisfactorios. El ratio de stock no vendido se redujo de 29.82% a 8.19%, superando ampliamente la meta del 15% y logrando una mejora superior al 21%. Asimismo, el error en el pronóstico de la demanda, uno de los objetivos principales, disminuyó en un 56.29%, frente a una meta inicial del 15%. Estos resultados confirman la efectividad de las herramientas de pronóstico y las metodologías S&OP y VMI aplicadas.

C. Indicadores del modelo

Para validar la propuesta, se utilizó una prueba piloto en la empresa y una simulación en Arena. La primera permitió observar efectos iniciales, y la segunda modeló escenarios con distintas demandas. Los resultados confirman que la propuesta es viable y escalable, siempre que se planifique bien el cambio y se mantenga un monitoreo constante.

TABLA III
COMPARACIÓN DE INDICADORES

Indicador	As - Is	Real Obtenido	To Be	Variación porcentual
Ratio de stock no vendido [37]	29.82%	8.19%	0%-10%	-21.63%
Rotación de inventario [38]	1.8	6.98	6.1 – 12	5.18
Cobertura de inventario [39]	200 días	56.12 días	45 – 65 días	-143.88 días

Como se observa en la Tabla III, respecto al principal indicador de nuestro proyecto, el ratio de stock no vendido, se obtuvo una reducción de 21.63% respecto del porcentaje que se manejaba al inicio. Este valor se encuentra dentro de la reducción esperada [37] y se espera optimizar el valor en futuras investigaciones. Asimismo, el indicador de rotación de inventario obtuvo un incremento de 5.18 veces, que es superior en 0.98 al valor mínimo esperado de 6 veces [38].

Finalmente, con respecto al indicador de cobertura de inventario, se obtuvo una reducción de 143.88 días respecto al inicial, el cual se encuentra en el rango de los días esperados [39].

Se concluye que, al haber obtenido resultados significativos con respecto a los indicadores planteados para el desarrollo de

la propuesta de solución, afirmamos que estas mejoras sí tendrán un impacto positivo al resolver el problema.

V. DISCUSIÓN

A. Nuevos escenarios vs resultados

Tras la obtención de los resultados que se ajustaron a las expectativas planteadas al inicio del proyecto de investigación basándonos en la literatura revisada [37], [38] procederemos a plantear nuevos escenarios donde el modelo propuesto funcionaría de igual o mejor forma que la de la problemática de la empresa. A continuación, se presentan los escenarios tentativos:

1) Industria de alimentos y bebidas

El modelo propuesto optimiza el control de inventarios en productos con caducidad y rápida rotación, utilizando S&OP y VMI para calcular en tiempo real los niveles de inventario y pronósticos de demanda, reduciendo así las pérdidas por vencimiento. [44], [45].

2) Automotriz

Este modelo puede reducir el inventario de piezas sin afectar el tiempo de respuesta ni la eficiencia de la cadena de suministro, incluso con demanda constante y flujos de producción ajustados [46].

3) Distribución farmacéutica

El modelo propuesto, bajo un enfoque de Industria 4.0, gestionaría eficazmente inventarios con productos de fechas de vencimiento y regulaciones estrictas, manteniendo niveles óptimos de stock y un suministro eficiente en farmacias y hospitales. [47].

4) Logística y distribución minorista

En el ámbito logístico, se podría ejemplificar con negocios minoristas como bodegas, centros de abastecimiento en mercados, además de grandes almacenes y cadenas de tiendas, este modelo permitiría equilibrar inventarios de manera óptima para evitar el sobre stock y reducir costos de almacenamiento [48].

B. Análisis de los resultados

Como se puede observar en la Tabla III, los resultados obtenidos en los 3 indicadores se encuentran dentro del rango establecido por la literatura e incluso superan el valor mínimo esperado, pero con estrategias de apoyo pueden superar los valores máximos establecidos. A continuación, se explicará a detalle cada uno de los indicadores estudiados.

1) Ratio de stock no vendido

La reducción de este ratio en un 21,63% indica que las nuevas estrategias han permitido una mejor rotación del inventario y disminución del exceso de stock, optimizando los costos de almacenamiento.

2) Rotación de inventario

El incremento de la rotación de 1.8 a 6.98 muestra que los productos se mueven más rápido en el inventario, lo cual implica una mayor eficiencia en las ventas y una respuesta más ágil a la demanda del mercado.

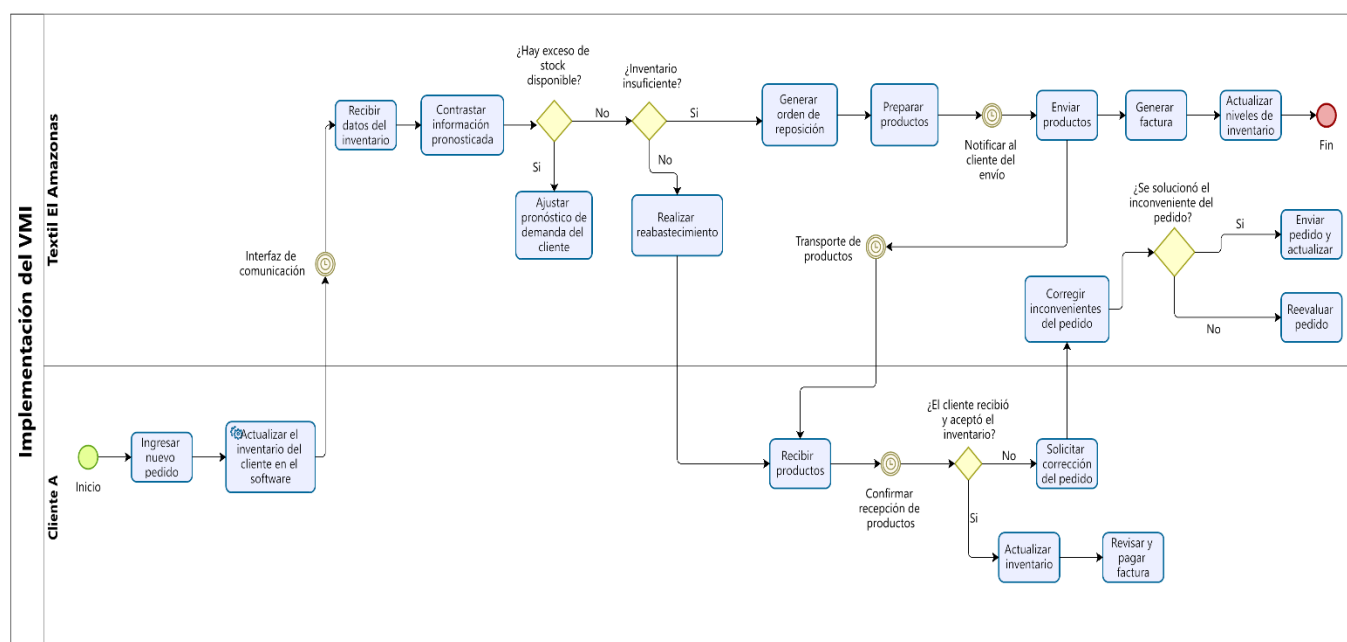


Fig. 4 Modelo de simulación propuesto en Bizagi

3) Cobertura de inventario

La reducción de la cobertura de inventario de 200 días a 56.12 días implica que la empresa ahora mantiene un inventario más ajustado a las necesidades reales, lo que disminuye los costos asociados con el almacenamiento prolongado y optimiza el capital de trabajo.

A partir de los resultados obtenidos y medidos mediante los indicadores, se realiza un análisis económico considerando una inversión inicial de \$ 107,774.16 relacionado a la adquisición del software VMI, capacitación a los colaboradores, adquisición de procedimientos y personal capacitado que implemente gestiones de mejora donde se evalúen los indicadores clave para medir la gestión de inventarios. Para dar validez económica al proyecto de mejora, se presenta la Tabla IV, en la cual se detalla el flujo de caja. Este flujo económico toma en cuenta los beneficios económicos derivados de ahorros en costos logísticos y de la mitigación de la brecha técnica los cuales suman un total de \$174,972.67, así como los costos y gastos asociados a la implementación de los sistemas S&OP y VMI.

TABLA IV
FLUJO ECONÓMICO DEL PROYECTO

Periodos	Flujo de Caja Económico	Flujo de efectivo a valor presente	Acumulado
Año 0	\$-107,774.16	\$-107,774.16	\$-107,774.16
Año 1	\$69,040.62	\$60,636.41	\$-47,137.75
Año 2	\$90,093.25	\$69,494.41	\$22,356.67
Año 3	\$90,093.25	\$61,034.97	\$83,391.63
Año 4	\$90,093.25	\$53,605.28	\$136,996.91
Año 5	\$90,093.25	\$47,079.99	\$184,076.90

Luego de haber desarrollado el flujo económico del proyecto, en la Tabla V se muestran los resultados del análisis de viabilidad económica calculados en el proyecto mediante indicadores financieros.

TABLA V
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Indicador	Valor	Criterio de selección
VAN	\$184,076.90	> 0, entonces aceptar
TIR	70%	> 0, entonces aceptar
RBC	3.98	> 1, entonces aceptar
PRD	2.37	años

En base a los resultados obtenidos, se resalta que se obtuvo un VAN de \$184,076.90, lo cual demuestra financieramente que la inversión del proyecto es rentable y que se obtendrán beneficios por encima de las expectativas planteadas al inicio. De igual forma, se calculó una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 70%, la cual excede al COK en 56.14% y afirma la viabilidad económica del proyecto. Además, se calculó un Ratio de Beneficio/Costo de 3.98, el cual al ser mayor a 1 es aceptable para el proyecto e indica que por cada dólar invertido se obtendrá un retorno de \$ 3.98 como beneficios. Finalmente, se logró determinar que el Plazo de Recuperación Descontado (PRD) es de 2.37 años, el cual indica que la inversión propuesta para este proyecto tendría un retorno tentativo sin incluir ningún tipo de incidencia no contemplada en un plazo de 29 meses aproximadamente.

Los resultados financieros de la Tabla V confirman que el proyecto, enfocado en reducir el sobre stock de productos terminados de la línea doméstica, es económicamente viable por los beneficios obtenidos frente a la inversión. La viabilidad técnica y organizacional se validó mediante tres enfoques: (1) prueba piloto basada en los cinco pasos de Kotter, aplicada con el equipo real; (2) validación cuantitativa usando EOQ, SS y ROP con datos históricos; y (3) simulación en Arena, que modeló distintos escenarios del sistema. Este enfoque múltiple garantiza resultados confiables, reproducibles y escalables, fortaleciendo la aplicabilidad del modelo en el sector textil peruano.

C. Trabajos futuros

Tras implementar y evaluar el modelo propuesto, se recomienda extender su aplicación a todos los productos de la empresa. Aunque el estudio se centró en la línea doméstica por limitaciones de alcance, tiempo y recursos, aplicarlo a otras líneas, como la de hilado, también bajo estrategia Make to Stock, permitiría una planificación más eficiente del inventario, reduciendo costos, evitando quiebres de stock y mejorando la respuesta a la demanda.

VI. CONCLUSIONES

El proyecto de investigación se enfocó en optimizar la gestión de inventarios usando la metodología unificada de S&OP y VMI, donde también se hizo uso de conceptos y cálculos clave de gestión de inventarios para volverla más eficiente. Mediante este modelo integral se obtuvieron resultados significativos que permitieron analizar de forma detallada las variables críticas del proceso. De esta manera, se logró reducir los niveles de inventario en un 21.63% y mejorar la rotación de inventario en un 345% (de 1.75 a 6.94 veces al año). A través de simulaciones con Arena y ajustes en los

cálculos de SS, ROP y EOQ, se redujeron los costos anuales de inventario en un 2%. El pronóstico de la demanda mejoró con el método de Descomposición por Factores, reduciendo el MAPE de 19.31% a 10.87% aproximadamente. La propuesta de mejora requiere una inversión económica de \$ 107,774.16, con un VAN de \$184,076.90 y se recuperará a los 2.37 años, siendo el proyecto factible.

El modelo propuesto busca mejorar la eficiencia del proceso, optimizar recursos y reducir interrupciones en la cadena de suministro mediante la implementación coordinada de S&OP y VMI. Estas herramientas permiten una gestión integrada de la demanda e inventario, reduciendo la variabilidad y mejorando la sincronización operativa. Aunque los resultados en entornos simulados fueron positivos, su implementación integral puede enfrentar retos como la digitalización de procesos, la capacitación del personal y la colaboración activa de proveedores. Se recomienda un enfoque gradual con etapas de sensibilización y formación. Así, se concluye que la propuesta es funcionalmente viable y aporta un enfoque estructurado para enfrentar los desafíos del sector textil, fortaleciendo la colaboración y adaptabilidad en la cadena de suministro.

REFERENCIAS

- [1] Industria textil - Análisis, visión general del mercado, informe y crecimiento. (2024). Mordorintelligence.com. Recuperado el 13 de abril de 2024, de <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/global-textile-industry---growth-trends-and-forecast-2019---2024>
- [2] EEA. (2021). Textiles in Europe's circular economy. Recuperado el 11 de diciembre de 2023 <https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-in-europes-circular-economy>
- [3] Dirección general de investigación y Estudios sobre comercio exterior. Reporte mensual de comercio – diciembre 2020. Gob.pe. Recuperado el 11 de abril de 2024, de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1658174/Reporte%20Mensual%20de%20Comercio%20Exterior%20-%20Diciembre%202020.pdf>
- [4] MINCETUR. (2023). Mincetur Oficializa apoyo a expotextil Perú 2023 por impulsar el desarrollo exportador de la industria textil – Expotextil News. Com.pe. Recuperado el 11 de abril de 2024, de <https://expotextilnews.com.pe/expotextil/mincetur-oficializa-apoyo-a-expotextil-peru-2023-por-impulsar-el-desarrollo-exportador-de-la-industria-textil/>
- [5] González, V. (2021). *La Industria Textil en América Latina*. Textiles Panamericanos. Recuperado el 16 de noviembre 2023, de <https://textilespanamericanos.com/textiles-panamericanos/2021/04/la-industria-textil-en-america-latina/>
- [6] IEES. (2021). *Reporte Sectorial de la Industria Textil y Confecciones*. <https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Presentacion-Textil-y-confecciones-IEES.pdf>
- [7] INEI. (2020). Estudio de Investigación Sectorial - SECTOR TEXTIL Y CONFECCIONES. Recuperado el 16 de abril de 2024, de http://_Textil_y_Confecciones-vf.pdf
- [8] Safera, I., Jebali, A., Jemai, Z., Bouchriha, H., & Ghaffari, A. (2021). The beneficial effect of information sharing in the integrated production-distribution planning of textile and apparel supply chain. *RAIRO - Operations Research*, 55(3), 1171–1195. <https://doi.org/10.1051/ro/2021038>
- [9] Lista, A. P., Tortorella, G. L., Bouzoua, M., Mostafad, S., & Romero, D. (2021). Lean layout design: a case study applied to the textile industry. *Production*, 31. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210090>
- [10] Yaghin, G., Sarlak, P., & Ghareaghaji, A. (2020). Robust master planning of a socially responsible supply chain under fuzzy-stochastic uncertainty (A case study of clothing industry). *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 94. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103715>
- [11] Garcilazo De La Vega Guerrero, A. B., & Ballon Echevarria, A. L. D. (2023). Modelo de Gestión de Inventarios basado en Lean Warehousing y el sistema Vendor Managed Inventory (VMI) para incrementar el nivel de servicio del inventario de insumos críticos para la producción de gasolina en una Refinería [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671590/Garcilazo_DA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [12] Piñas Mejía, J. E. (2020). Propuesta de mejora de la gestión de inventarios compartidos en una mediana empresa implementando el VMI [UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653702/Pi%c3%b1asM_J.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- [13] Jonsson, P., & Kjellsdotter Ivert, L. (2015). Improving performance with sophisticated master production scheduling. *International Journal of Production Economics*, 168, 118–130. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.06.012>
- [14] Ávila, P., Lima, D., Moreira, D., Pires, A., & Bastos, J. (2019). Design of a sales and operations planning (S&OP) process – Case study. *Procedia CIRP*, 81, 1382–1387. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.048>
- [15] Salas-Navarro, K., Romero-Montes, J. M., Acevedo-Chedid, J., Ospina-Mateus, H., Florez, W. F., & Cárdenas-Barrón, L. E. (2023). Vendor managed inventory system considering deteriorating items and probabilistic demand for a three-layer supply chain. *Expert Systems with Applications*, 218. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119608>
- [16] Çömez-Dolgan, N., Moussawi-Haidar, L., & Jaber, M. Y. (2021). A buyer-vendor system with untimely delivery costs: Traditional coordination vs. VMI with consignment stock. *Computers and Industrial Engineering*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.107009>
- [17] Lotfi, R., Nazarpour, H., Gharehbaghi, A., Sarkhosh, S. M. H., & Khanbaba, A. (2022). Viable closed-loop supply chain network by considering robustness and risk as a circular economy. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(46), 70285–70304. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20713-0>
- [18] Ahakonye, L. A. C., Zainudin, A., Shanto, M. J. A., Lee, J. M., Kim, D. S., & Jun, T. (2024). A multi-MLP prediction for inventory management in manufacturing execution system. *Internet of Things (Netherlands)*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101156>
- [19] Demizu, T., Fukazawa, Y., & Morita, H. (2023). Inventory management of new products in retailers using model-based deep reinforcement learning. *Expert Systems with Applications*, 229. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120256>

- [20] Das, B. P., Rickard, J. G., Shah, N., & Macchietto, S. (2000). An investigation on integration of aggregate production planning, master production scheduling and short-term production scheduling of batch process operations through a common data model. In *Advances in Instrumentation & Control* (Vol. 49). www.elsevier.com/locate/compchemeng
- [21] Gahm, C., Dünnwald, B., & Sahamie, R. (2014). A multi-criteria master production scheduling approach for special purpose machinery. *International Journal of Production Economics*, 149, 89–101. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.10.011>
- [22] Hanke, J. E., Wichem, D. W., & Enríquez Brito, A. P. (2010). *Pronósticos en los negocios*. Pearson Educación.
- [23] Guo, Z., & Wang, H. (2023). Implications on managing inventory systems for products with stock-dependent demand and nonlinear holding cost via the adaptive EOQ policy. *Computers and Operations Research*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2022.106080>
- [24] Min, W., & Sui Pheng, L. (2006). EOQ, JIT and fixed costs in the ready-mixed concrete industry. *International Journal of Production Economics*, 102(1), 167–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.03.002>
- [25] Díaz, J., Mamani, C., SanchoDávila, C., & Veliz Francia, C. (2018). Propuesta de mejora para reducir los quiebres de stock y los productos inmovilizados en una empresa comercializadora de equipos de protección personal en el Perú. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*.
- [26] Lotfi, R., MohajerAnsari, P., Sharifi Nevisi, M. M., Afshar, M., Reza Davoodi, S. M., & Ali, S. S. (2024). A viable supply chain by considering vendor-managed-inventory with a consignment stock policy and learning approach. *Results in Engineering*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101609>
- [27] Umry, T. F., & Singgih, M. L. (2019). Inventory Management and Reorder Point (ROP) Strategy Using ABC Analysis Methods in Textile Manufacture. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 5. <http://dx.doi.org/10.12962/j23546026.y2019i5.6188>
- [28] Seeling, M. X., Kreuter, T., Scavarda, L. F., Thome, A. M. T., & Hellingrath, B. (2021). Global sales and operations planning: A multinational manufacturing company perspective. In *PLoS ONE* (Vol. 16, Issue 9 September). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257572>
- [29] Gallego-García, S., & García-García, M. (2021). Predictive sales and operations planning based on a statistical treatment of demand to increase efficiency: A supply chain simulation case study. *Applied Sciences* (Switzerland), 11(1), 1–25. <https://doi.org/10.3390/app11010233>
- [30] Ernawati, D., Pudji, E., Rahmawati, N., & Alfin, M. (2021). Bullwhip Effect Reduction Using Vendor Managed Inventory (VMI) Method in Supply Chain of Manufacturing Company. *Journal of Physics: Conference Series*, 1899(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1899/1/012082>
- [31] Balugani, E., Lolli, F., Gamberini, R., Rimini, B., & Babai, M. Z. (2019). A periodic inventory system of intermittent demand items with fixed lifetimes. *International Journal of Production Research*, 57(22), 6993–7005. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1572935>
- [32] Li, L., Kang, Y., Petropoulos, F., & Li, F. (2023). Feature-based intermittent demand forecast combinations: accuracy and inventory implications. *International Journal of Production Research*, 61(22), 7557–7572. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2153941>
- [33] Karakatsoulis, G., Skouri, K., & Lagodimos, A. G. (2024). EOQ with supply disruptions under different advance information regimes. *Applied Mathematical Modelling*, 125, 772–788. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2023.08.012>
- [34] Klosterhalfen, S. T., Willems, S. P., & Dittmar, D. (2023). Safety stock placement in supply chains with expediting. *European Journal of Operational Research*, 307(2), 745–757. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.08.045>
- [35] Milewski, D., & Wiśniewski, T. (2022). Regression analysis as an alternative method of determining the Economic Order Quantity and Reorder Point. *Heliyon*, 8(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10643>
- [36] Kotter, J. (2012). *Leading Change*. Harvard Business Review Press.
- [37] Francia-Arias, G., Marín-Vílchez, J., Macassi-Jauregui, I., Raymundo-Ibañez, C., & Dominguez, F. (2020). SCOR Model for a Dual-Channel Supply Chain using Drop Shipping to Reduce Overstock in Small- and Medium-Sized Retail Enterprises. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 796(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/796/1/012010>
- [38] Villón, A. (2021). Rotación de inventario y su importancia en la aplicación en el sector comercial. *Facultad de Ciencias Administrativas*. https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5895/1/UPSE-TCA-2021_0086.pdf
- [39] Nallusamy, S., Balaji, R., & Sundar, S. (2017). Proposed model for inventory review policy through ABC analysis in an automotive manufacturing industry. In *International Journal of Engineering Research in Africa* (Vol. 29, pp. 165–174). Trans Tech Publications Ltd. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.29.165>
- [40] Montoya Castro, M. & Orihuela Galindo, N. (2023). Propuesta de mejora para reducir el sobre stock de inventarios a través de la herramienta DDMRP en una empresa de premezclas para animales. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/668074/Montoya_CM.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- [41] Porras Medina, K. & Rojas Vargas, G. (2023). Implementación de la herramienta S&OP para mejorar el pronóstico de la demanda en la empresa Sika Perú S.A.C. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/672016/Porras_MK.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [42] Tudela Quispe, M. & Tomayconza Gallegos, M. (2024). Propuesta de mejora de la cadena de abastecimiento con uso de la metodología S&OP en una empresa del sector cosmético. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas* (UPC). https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/673595/Tudela_QM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [43] Rouibi, S., Burlat, P., & Etienne, S. (n.d.). The Impact of the Vendor Managed Inventory on Supply Chain Performance Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne G2I laboratory.
- [44] REMIRA. (2024). Planificación de ventas y operaciones en la industria alimentaria. de <https://www.remira.com/en/whitepaper-sales-and-operations-planning-in-the-food-industry>
- [45] Thomé, AMT, Sousa, RS y Scarvada, A. (2016). Planificación de ventas y operaciones: una síntesis de investigación. *Journal of Operations and Production Management*, 36(2), 244–261. doi:10.1108/JOSM-12-2015-0391.
- [46] García-Dastugue, SJ, & Lambert, DM (2021). Planificación de ventas y operaciones (S&OP): *AlRevista Internacional de Investigación en Producción*, 58(7), 1930–1951. doi:10.1080/00207543.2020.1730631.
- [47] Zhang, Y., Li, X., & Chen, Z. (2020). Research on pharmaceutical supply chain decision-making model considering output and demand fluctuations. *Computers & Industrial Engineering*, 141, 106292. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10510302>
- [48] Schlegel, C., Holweg, M., & Müller, G. (2021). Enabling integrated business planning through big data analytics: A case study on sales and operations planning. *International Journal of Production Economics*, 234, 108052. doi:10.1108/IJPDLM-05-2019-0156