

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**



TESIS

**REDISEÑO DEL MÉTODO DE CONTROL DE INVENTARIOS  
DE INSUMOS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN UNA  
EMPRESA DE IMPRESIÓN GRÁFICA PUBLICITARIA**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

ELABORADO POR

GABRIELA INES NAJARRO SAAVEDRA

 <https://orcid.org/0009-0003-8553-2662>

ASESOR

DRA. GLORIA TERESITA HUAMANI HUAMANI

 <https://orcid.org/0000-0002-8146-7213>

LIMA – PERÚ

2024

Citar / How to Cite	Najarro Saavedra, 2024
Referencia / Reference	[1] G. Najarro Saavedra (2024) <i>REDISEÑO DEL MÉTODO DE CONTROL DE INVENTARIOS DE INSUMOS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN UNA EMPRESA DE IMPRESIÓN GRÁFICA PUBLICITARIA</i> . [Tesis de pregrado], Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024
Estilo / Style: APA (7ma ed.)	

Citar / How to Cite	(Najarro, 2024)
Referencia / Reference	Najarro, G. (2024) <i>REDISEÑO DEL MÉTODO DE CONTROL DE INVENTARIOS DE INSUMOS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN UNA EMPRESA DE IMPRESIÓN GRÁFICA PUBLICITARIA</i> . [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional UNI
Estilo / Style: APA (7ma ed.)	

## **DEDICATORIA**

*Dedico el presente trabajo a mis padres, Carmen y Marcelino, por su amor, incansable apoyo y lucha en la vida. Soy por ustedes.*

*A mis maestros Gilmer Borda Luna, José Vera Chávez (Q.E.P.D.) y Abdías Montalvo Curi (Q.E.P.D.), a quienes siempre llevaré en mi corazón, por la confianza brindada a mi persona en la escuela, así como su enseñanza y entusiasmo transmitidos por el hermoso mundo de las matemáticas.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todos los maestros, compañeros y amigos que contribuyeron en mi formación profesional y humana.

Y de manera especial a Zoila Maldonado, por su confianza y apoyo para el desarrollo de esta investigación, y haberme brindado la oportunidad de crecer profesionalmente.

## RESUMEN

La tesis presenta un rediseño del método control de inventarios de insumos en una empresa de impresión gráfica. La empresa hace uso de estos insumos (siendo más de 1'400 SKU empleados durante el año 2022), manteniendo stocks para garantizar una respuesta rápida a los pedidos de los clientes, en un mercado altamente competitivo. Sin embargo, no es viable mantener inventario de todos estos artículos en grandes cantidades, debido a costos relacionados con el inventario, desmedros y otros gastos de gestión, además de limitaciones de espacio y capacidad financiera. Por ello, es necesario establecer métodos de control del inventario basados en la clasificación ABC de los artículos, junto con métodos de pronóstico de la demanda y estrategias para asegurar el abastecimiento por parte de los principales proveedores. Las mejoras implementadas resultaron en un incremento mensual del 10.70% en el índice de rotación de inventarios de los artículos analizados en la muestra. Además, se registró un aumento total del 5.26% en la puntualidad y del 6.27% en el alcance de los principales proveedores durante la recepción de compras. El principal aporte de la tesis es aplicar el control de inventarios de insumos en una empresa que transforma estos artículos para generar productos terminados a vender; complementando así las tesis recientes en la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la UNI, cuyos desarrollos se dieron en empresas comercializadoras.

Palabras clave – Control de inventarios, pronóstico de la demanda, políticas de inventario, distribución gamma.

## **ABSTRACT**

The thesis presents a redesign of the inventory control methods for inputs in a graphic printing company. The company utilizes these inputs (comprising over 1,400 SKUs used throughout the year 2022), maintaining stocks to ensure a prompt response to customer orders in a highly competitive market. However, it is not feasible to maintain inventory of all these items in large quantities due to inventory-related costs, spoilage and other management expenses, as well as space and financial capacity limitations. Hence, it becomes imperative to establish inventory control methods based on the ABC classification of items, together with demand forecasting techniques and strategies to ensure supply from key suppliers. The implemented improvements resulted in a 10.70% monthly increase in the inventory turnover rate for the items analysed in the sample. In addition, there was a 27.1% monthly increase in punctuality and a 34.7% increase in the reach of key suppliers during receipt of purchases. The primary contribution of this thesis lies in applying supply inventory control within a company that transforms these items into finished products for sale, thereby complementing recent theses in the Faculty of Industrial Engineering and Systems at UNI, which predominantly focused on retail companies.

Keywords – Inventory control, demand forecasting, inventory policies, gamma distribution.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<i>DEDICATORIA</i> .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
TABLA DE CONTENIDO .....	vii
LISTA DE TABLAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
CAPÍTULO I. PARTE INTRODUCTORIA DEL TRABAJO .....	1_Toc183893293
1.1. GENERALIDADES .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	5
1.4. ALCANCE Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	6
1.6. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS REFERENTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN .....	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	10
2.1. ENFOQUES Y TENDENCIAS .....	10

2.2.	MÉTODOS Y TÉCNICAS DE CONTROL DE INVENTARIOS .....	12
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	16
2.4.	REDISEÑO DEL MÉTODO DE CONTROL DE INVENTARIOS .....	22
CAPÍTULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....		25
3.1.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
3.2.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	30
3.3.	SISTEMA PROPUESTO PARA EL REDISEÑO DEL MÉTODO DE CONTROL DE INVENTARIOS DE INSUMOS .....	47
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		88
4.1.	RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA.....	88
4.2.	IMPACTO MEDIOAMBIENTAL .....	89
CONCLUSIONES.....		90
RECOMENDACIONES.....		92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		93

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Distribución del valor de los trabajos ingresados en el 2023 por sede - Empresa ABC.....	2
Tabla 2: Pros y contras según política de inventario. ....	15
Tabla 3: Regla práctica para la selección de la política de inventario.....	16
Tabla 4: Valores del factor de nivel de servicio y nivel de servicio del ciclo.....	19
Tabla 5: Parámetros empleados para el control de inventarios.....	21
Tabla 6: Matriz de priorización de criterios de calificación de alternativas.....	26
Tabla 7: Matriz de criterios para selección de metodología.....	27
Tabla 8: Operacionalización de variable dependiente.....	29
Tabla 9: Reporte de Valorización de Órdenes de Trabajo - Año 2022. ....	31
Tabla 10: Tipo de aprovisionamiento según origen y condición de pago. ....	38
Tabla 11: Número de ocurrencias de quiebre de stock (stock= 0).....	42
Tabla 12: Frecuencia de pedido de un mismo proveedor.....	44
Tabla 13: Puntajes por subproceso de segundo nivel - Macroproceso Planear. ....	45
Tabla 14: Puntajes por subproceso de segundo nivel - Macroproceso abastecer. ...	46
Tabla 15: Cuadro de agregación o agrupación de artículos semejantes. ....	48
Tabla 16: Artículos seleccionados para el cálculo de pronóstico de la demanda ....	52
Tabla 17: Pronóstico de la demanda para tintas Mimaki serie CS-100 hasta Trim. 1 del 2024.....	56
Tabla 18: Pronóstico de demanda de tinta de la serie Mimaki CS-100 por color.....	57
Tabla 19: Consumo de tintas Grando ecosolvente por destino, consolidada trimestralmente. ....	58
Tabla 20: Factores de estacionalidad y demanda desestacionalizada para tintas Grando ecosolvente.....	59
Tabla 21: Cálculo de factores de estacionalidad normalizados. ....	60
Tabla 22: Pronóstico de la demanda para tintas Grando ecosolvente hasta Trim. 2 del 2024.....	60
Tabla 23: Pronóstico de demanda de tinta de la serie Grando ecosolvente por color .....	61
Tabla 24: Pronósticos para los 2 primeros trimestres del 2024 en los artículos seleccionados por muestreo. ....	62

Tabla 25: Parámetros de la demanda de tintas de la serie Mimaki CS-100. ....	65
Tabla 26: Distribución de frecuencias de la demanda y frecuencias teóricas para la tinta Mimaki CS-100 black. ....	66
Tabla 27: Parámetros para la gestión de inventarios – Tintas Mimaki CS-100.....	69
Tabla 28: Parámetros de la demanda de tintas Grando ecosolvente. ....	70
Tabla 29: Parámetros para la gestión de inventarios – Tintas Grando Ecosolvente	72
Tabla 30: Valores calculados para la gestión de inventarios según estacionalidad– Tintas Grando Ecosolvente.....	72
Tabla 31: Parámetros de la demanda de tintas Handtop UV. ....	73
Tabla 32: Valores calculados para la gestión de inventarios según estacionalidad– Tintas Handtop UV. ....	75
Tabla 33: Valores calculados para la gestión de inventarios en los artículos seleccionados por muestreo .....	77
Tabla 34: Costo mensual y valor de inventario promedio mensual de tintas de la serie Mimaki CS-100 .....	79
Tabla 35: Índice de rotación de inventarios de tintas de la serie Mimaki CS-100 y pendiente de crecimiento de indicador a partir de enero 2024.....	81
Tabla 36: Variación mensual de rotación de inventarios de los artículos seleccionados por muestreo .....	82
Tabla 37: Cálculo global de índice de rotación de inventarios de los artículos seleccionados para la muestra y variación mensual promedio de rotación de inventarios .....	84
Tabla 38: Resultados de la evaluación realizada por el personal de almacén sobre las entregas de proveedores .....	86

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Diagrama de Ishikawa de la situación actual de la empresa .....	3
Figura 2: Modelo SCOR.....	11
Figura 3: Umbrales de nivel de demanda. ....	18
Figura 4: Gráfica de distribución gamma, con $\theta=1$ . ....	20
Figura 5: 5 pasos para el rediseño de procesos de negocio. ....	23
Figura 6: Ejecución del rediseño del método de control de inventarios. ....	24
Figura 7: Elementos gráficos publicitarios para una cadena de supermercados. ....	30
Figura 8: Tótem elaborado en MDF, acrílico, pintura acrílica y vinil, diseñado para un cliente del sector comercio minorista. ....	30
Figura 9: Mapa de Procesos.....	31
Figura 10: Organigrama del área de Logística y Almacén.....	33
Figura 11: Subprocesos de gestión de almacén de insumos. ....	34
Figura 12: Subprocesos de gestión logística.....	36
Figura 13: Flujograma actual del proceso de aprovisionamiento local .....	39
Figura 14: Flujograma actual del proceso de aprovisionamiento por importaciones. ....	41
Figura 15: Reporte de entradas y salidas de artículos por almacén.....	43
Figura 16: Procedimiento para asignar un agrupador a un artículo creado. ....	47
Figura 17: Lista de artículos en ERP de empresa ABC.....	48
Figura 18: Procedimiento para clasificación de artículos en categoría A, B o C.....	49
Figura 19: Cuadro resumen de artículos ABC a diciembre del 2023.....	51
Figura 20: Procedimiento de pronóstico de demanda. ....	53
Figura 21: Comparativo entre la demanda mensual y trimestral de las Tintas Mimaki CS-100 .....	54
Figura 22: Demanda trimestral de tintas serie Mimaki CS-100.....	55
Figura 23: Comparación de demanda real y pronosticada, para las tintas Mimaki CS-100. ....	57
Figura 24: Comparación de demanda real y pronosticada, para las tintas Grando ecosolvente. ....	61
Figura 25: Procedimiento para determinación de parámetros para la gestión de inventarios .....	64

Figura 26: Comparativo de frecuencia de demanda semanal para la tinta Mimaki CS-100 black. ....	66
Figura 27: Histogramas de demanda semanal – Tintas Mimaki CS-100 cyan, magenta y yellow.....	68
Figura 28: Histogramas de demanda semanal – Tintas Grando Ecosolvente. ....	71
Figura 29: Histogramas de demanda semanal – Tintas Handtop UV.....	74
Figura 30: Costo mensual de tintas de la serie Mimaki CS-100 .....	80
Figura 31: Valor de inventario promedio mensual de tintas de la serie Mimaki CS-100. ....	80
Figura 32: Índice de rotación de inventarios de tintas de la serie Mimaki CS-100 y pendiente de crecimiento de indicador a partir de enero 2024.....	81
Figura 33: Índice de rotación de inventarios de todos los artículos de la muestra y línea de tendencia de crecimiento de indicador a partir de diciembre 2023 .....	84
Figura 34: Evaluación de alcance, puntualidad y calidad de cada ingreso de material .....	85
Figura 35: Puntuación promedio en las entregas de proveedores y líneas de tendencia.....	86

## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

$d_{min}$	Valor mínimo de demanda
$k'_d$	Parámetro de forma (distribución gamma)
$Q$	Cantidad económica de pedido
$R$	Extensión de cada periodo de revisión
$s$	Punto de reorden / Reorder point
$S$	Nivel de pedido / Order up-to level
$S_S$	Stock de seguridad
$z_\alpha$	Factor de nivel de servicio
$\alpha$	Nivel de servicio de ciclo / Cycle Service Level
$\theta'_d$	Parámetro de escala (distribución gamma)
$\mu_d$	Media de demanda (distribución normal)
$\sigma_d$	Desviación estándar (distribución normal)

## INTRODUCCIÓN

- **Contexto del problema:** La presente tesis propone un rediseño del método de control de inventarios de insumos en una empresa de impresión gráfica, considerando la necesidad de optimizar sus recursos financieros sin comprometer el nivel de servicio. Esto resulta fundamental para mantener la competitividad de la empresa frente a otras del mismo sector.

- **Definición del problema:** Actualmente, la empresa carece de herramientas metodológicas y tecnológicas adecuadas para gestionar eficazmente el inventario de insumos. Por ello, se plantea la siguiente pregunta: ¿El rediseño del método de control de inventarios incrementará la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria?

- **Objetivos:** El objetivo principal es rediseñar el método de control de inventarios de insumos para mejorar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Aplicar el cuestionario SCOR para diagnosticar de la situación inicial de la empresa.
- Clasificar los insumos utilizando el método ABC.
- Identificar y aplicar métodos adecuados de pronóstico de demanda en los artículos seleccionados para el estudio.

- Implementar mejoras en el proceso de abastecimiento de insumos.
- Diseñar políticas de inventario según el tipo de insumo.
- Implementar dichas políticas de inventario según el tipo de insumo.

- **Justificación:** Desde un punto de vista académico, esta investigación es relevante porque aplica métodos y técnicas de control de inventarios basados en datos reales, los cuales serán analizados y filtrados previamente para modelar un sistema adecuado. Desde una perspectiva práctica, el estudio contribuye a la empresa al aumentar la eficiencia de su gestión de inventarios, reduciendo la cantidad de capital inmovilizado en el almacén de insumos. Además, se propone optimizar la logística, minimizando los transportes de insumos por parte de los proveedores.

- **Alcance y Limitaciones:** El alcance del estudio está enfocado principalmente en artículos que representan el 22.93% de la demanda (valor estimado de acuerdo con los datos del periodo entre julio a diciembre del 2023).

- **Metodología:** La presente investigación tendrá un enfoque cuantitativo, el nivel de investigación es aplicado, de tipo descriptivo correlacional. Se empleará técnicas como la investigación documental, entrevistas y observación directa.

- **Estructura del Documento:** La tesis se estructura en cuatro capítulos detallados a continuación:

- El primer capítulo presenta el contexto de la investigación, los objetivos generales y específicos, así como la justificación y el alcance del estudio.
- En el segundo capítulo se describe el marco conceptual que sustenta la investigación, incluyendo teorías y modelos relevantes en la gestión de

inventarios. Además, se revisa la literatura existente sobre el control de inventarios en empresas similares y se presentan casos de estudio que sirven como referencia.

- En el tercer capítulo, que abarca el desarrollo del trabajo de investigación, se expone inicialmente la metodología empleada para llevar a cabo la investigación, y posteriormente los resultados del rediseño propuesto. Se discuten los hallazgos clave y se identifican áreas de mejora en el control de inventarios.
- El último capítulo resume los principales hallazgos de la investigación e impacto medioambiental. Finalmente, se sugieren recomendaciones para aplicar el rediseño propuesto a un alcance mayor.

# **CAPÍTULO I**

## **PARTE INTRODUCTORIA DEL TRABAJO**

### **1.1. GENERALIDADES**

La empresa en la cual se desarrollará la investigación pertenece al rubro de publicidad gráfica impresa (en adelante se denominará “Empresa ABC”), y se especializa en la producción, así como en la entrega o instalación de gráficas – en una variedad considerable de sustratos – a clientes pertenecientes principalmente al sector comercio, y en menor número al de banca y tecnología. También cuenta con una línea de negocio dedicada a la mueblería publicitaria.

El tipo de producción es de acuerdo con el pedido y/o propuesta aprobada de diseño (make to order), pues las gráficas impresas y muebles publicitarios están personalizados en base al diseño, tamaño y cantidades requeridas en cada campaña publicitaria de los clientes.

La empresa es una sociedad anónima cerrada con más de 20 años en el mercado, estando la sede principal ubicada en la zona sur de Lima, la cual concentra en valor el 71% de los trabajos ingresados en el de enero a diciembre del 2023 así como 4 sedes en otras ciudades del Perú (ver Tabla 1). Cada sede maneja un stock de insumos y suministros, siendo el almacén principal el localizado en la sede

principal. Este almacén no solo abastece de insumos para operaciones en Lima, sino también transfiere insumos específicos al resto de sedes.

**Tabla 1.**

*Distribución del valor de los trabajos ingresados en el 2023 por sede - Empresa ABC*

<b>Sede</b>	<b>% de valor de las Órdenes de Trabajo</b>
Sede Principal (Lima)	71.3%
Ciudad Norte 1	6.0%
Ciudad Norte 2	6.1%
Ciudad Sur	11.7%
Ciudad Norte 3	4.9%

**Fuente:** Elaboración propia

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

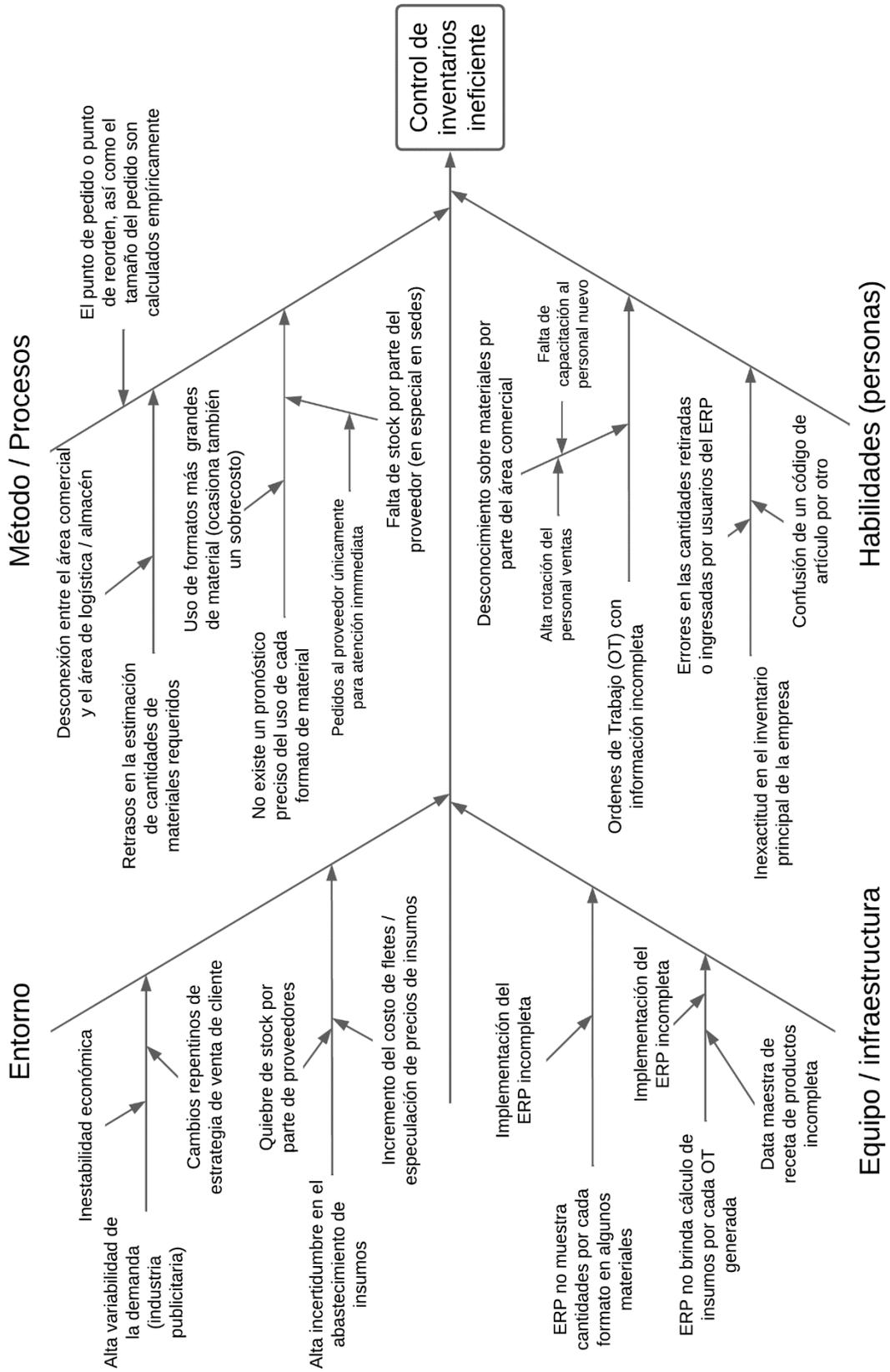
Dado el acelerado incremento de publicidad online, y de las ventas en línea de los principales clientes, desde el 2020 se ha incrementado aún más la competitividad entre las empresas del mismo rubro, en aspectos como: calidad del servicio, facilidad en la comunicación, y muy especialmente tiempos de atención y precios ofrecidos. Este último factor obliga a que se esté en constante búsqueda de optimizar los costos operativos a fin de obtener margen sobre las ventas, pero sin perjudicar los tiempos de atención esperados por los clientes.

La optimización de los insumos depende comúnmente de la disponibilidad del stock en la cantidad, lugar y momento requerido. La presente investigación tiene como objetivo diseñar e implementar – durante el último semestre del 2023 a mediados del 2024 – un método de control de inventarios mejorado, que permita responder rápidamente a la demanda en el almacén principal de insumos y reduzca los tiempos de espera de material para producción.

Se presenta en la Figura 1 un diagrama de Ishikawa con las causas raíz desde distintos ángulos de la situación actual:

**Figura 1**

*Diagrama de Ishikawa de la situación actual de la empresa.*



Fuente: Elaboración propia

### **1.2.1. Formulación del problema**

Actualmente la empresa no cuenta con suficientes herramientas metodológicas y tecnológicas que le permitan tener control del inventario de insumos. Por ello se plantea el siguiente problema:

¿El rediseño del método de control de inventarios incrementará la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria?

### **1.2.2. Sistematización del problema**

Siendo los problemas específicos:

- ¿Es posible hacer un diagnóstico usando el marco de referencia SCOR?
- ¿La aplicación de la técnica ABC para la clasificación de insumos ayuda a manejar más eficientemente los insumos de una empresa de impresión gráfica publicitaria?
- ¿Qué métodos para pronósticos de la demanda de insumos contribuyen a incrementarla eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria?
- ¿Qué políticas de inventario, según el tipo de insumo, contribuyen a incrementar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria?
- ¿Qué prácticas de abastecimiento de insumos contribuyen a incrementar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria?

Ver cuadro diagnóstico en el Anexo 1.

### **1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

#### **1.3.1. *Objetivo general***

Rediseñar el método de control de inventarios de insumos para incrementar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria.

#### **1.3.2. *Objetivos específicos***

- Aplicar el cuestionario SCOR para diagnosticar de la situación inicial de la empresa.
- Clasificar los insumos utilizando el método ABC.
- Identificar y aplicar métodos adecuados de pronóstico de demanda en los artículos seleccionados para el estudio.
- Implementar mejoras en el proceso de abastecimiento de insumos.
- Diseñar políticas de inventario según el tipo de insumo.
- Implementar dichas políticas de inventario según el tipo de insumo.

Ver matriz de consistencia en el Anexo 2.

### **1.4. ALCANCE Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El análisis de los inventarios se centra en el almacén de insumos principal de la empresa, la cual está ubicada en la ciudad de Lima, y consta de 3436 insumos (materia prima) y 812 suministros (artículos cuya compra es considerada gastos de producción o administrativos).

La toma de datos de movimientos de stock se realiza por muestreo, seleccionando los 18 primeros artículos agrupados del tipo A cuyo valor total representa el 22.93% del valor de lo consumido de julio a diciembre del 2023.

Los datos por utilizar datan de julio 2021 hasta agosto 2024. La medición del valor de los artículos se hace en función su valor en soles al momento de ingresar al almacén.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Las razones que justifican la presente investigación son:

- Su aporte a la empresa en busca de incrementar la eficiencia de sus inventarios. Desde un punto de vista financiero, se tiene una menor inversión de capital atado al almacén de insumos, además de mayor liquidez de caja y menor necesidad de endeudamiento. Desde un enfoque operacional, se tiene un menor riesgo de obsolescencia de insumos.
- Su aporte al ámbito académico, pues se aplicará métodos de pronóstico de demanda estacional, modelamiento de la demanda de insumos y cálculo de parámetros para el control de inventarios.
- Su aporte a la sociedad, ya que se plantea una logística más eficiente que reduzca los transportes de insumos realizados por los proveedores.

## 1.6. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS REFERENTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN

En esta sección se muestra el aporte de cada documento:

### 1.6.1. Antecedente N° 1. Castellanos (2024)

**Título:** Propuesta de mejora en el área logística de una bodega del distrito de Los Aquijes-Ica, a través del modelo SCOR

**Tipo de documento:** Tesis

**Objetivo:** El objetivo general de la investigación es diagnosticar la cadena de suministros de una bodega vitivinícola del distrito de Los Aquijes y proponer una mejora a partir de la metodología SCOR (Castellanos Rose-Morrey et al., 2024, p. 5).

**Variable dependiente:** Pedidos No Atendidos (PNA), medido con el indicador Rotura de Stock a través del KPI cantidad de PNA.

**Metodología:** La investigación presenta un diseño cuasiexperimental, de tipo aplicado, alcance correlacional, enfoque cuantitativo y nivel explicativo descriptivo.

**Resultados:** La evaluación aplicada hasta 3 niveles de jerarquía de la metodología SCOR, pudo sustentar que era posible identificar los principales problemas de la cadena de suministro de las bodegas vitivinícolas del distrito de Los Aquijes-Ica a través del modelo SCOR. Los autores complementaron este diagnóstico con una simulación de los PNA, basado en un cronograma anual Make-to-Stock, utilizando un programa maestro de producción (MPS) para calcular la producción principal de productos en litros y una planificación de requerimientos de materiales (MRP) parcialmente implementada para los requerimientos de insumos en kg.

### **1.6.2. Antecedente N° 2. Chau De la Cruz & Montero Lulli (2018)**

**Título:** Desarrollo de algoritmos de pronóstico de demanda y planificación de compras para reducir excedentes y faltantes en la gestión de stocks de un retail farmacéutico.

**Tipo de documento:** Tesis

**Objetivo:** Identificar los pronósticos de demanda más acertados, y el plan de abastecimiento según cada artículo, con el fin de optimizar los niveles de inventario.

**Variables dependientes:** o también denominados indicadores relevantes para la medición resultados, son los días de inventario y el índice de rotación de inventarios. Un aspecto relevante en este estudio es la medición del error de los pronósticos.

**Metodología:** Investigación cuantitativa.

**Resultados:** Las principales mejoras se dan en la confiabilidad del planeamiento, mediante pronósticos acertados, contribuyendo a la reducción considerable de los niveles de inventario en el Centro de Distribución y disminución de las roturas de stock de productos estratégicos (Chau De la Cruz & Montero Lulli, 2018).

### **1.6.3. Antecedente N° 3. Tapia Dextre (2019)**

**Título:** Aplicación de un sistema logístico de planificación para la mejora en el proceso de control de inventarios en una empresa RETAIL tecnológica

**Tipo de documento:** Tesis

**Objetivo:** Aplicar un diagnóstico estratégico a fin de encontrar las causas de la baja rotación de inventarios, detectando así la necesidad de reducción de costos de almacenamiento de stocks.

**VARIABLES dependientes:** En forma similar al antecedente 1.6.2, el índice de rotación de inventarios (IRI), los días de inventario y el GMROI (gross margin return of investment), siendo este último un indicador común del sector retail.

**Metodología:** Investigación mixta

**Resultados:** El sistema logístico de planificación propuesto e implementado se compone de 3 pilares: obtener proyecciones de ventas más acertadas, garantizar la cobertura de stocks y gestionar los inventarios. La ejecución conllevó un ahorro de dinero e incremento de la utilidad neta.

#### **1.6.4. Antecedente N° 4. Infantes Marcelo (2019)**

**Título:** Implementación de un sistema de control de inventarios para mejorar los procesos de almacenamiento en una empresa proveedora de sistema contra incendios.

**Tipo de documento:** Tesis

**Objetivo:** Se propone un sistema de control de inventarios para mejorar los procesos de almacenamiento, haciendo uso de variables como el nivel de servicio del almacén, los tiempos de procesamiento, tiempos de permanencia en almacén y exactitud de inventario.

**Limitaciones:** Se omite el análisis desde el proceso de abastecimiento y cómo este impacta en el posterior almacenamiento.

**Metodología:** Investigación mixta

**Resultados:** Las mediciones de las variables mencionadas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ENFOQUES Y TENDENCIAS**

##### **2.1.1. *Logística Lean***

Se entiende por este término a la aplicación de los principios Lean dentro de la logística para optimizar la cadena de suministro.

La logística Lean requiere de algún tipo de señal pull (EDI, Kanban, sistema web, etc.), algún tipo de dispositivo de nivelación (heijunka), algún tipo de envío frecuente en pequeñas cantidades, y en muchos casos, consolidaciones vía cross-docking (Kerber & Dreckshage, 2011).

La adopción de estas medidas debe adoptarse en toda la cadena (cliente, cliente del cliente, y así sucesivamente).

##### **2.1.2. *Modelo SCOR***

El Consejo de Profesionales en la Administración de la Cadena de Suministro (CSCMP, por sus siglas en inglés), publicó en el 2004 un estándar de procesos de la administración de la cadena de suministro, como una guía de referencia para ayudar a las organizaciones a autoevaluar sus actuales procesos, identificar fortalezas y

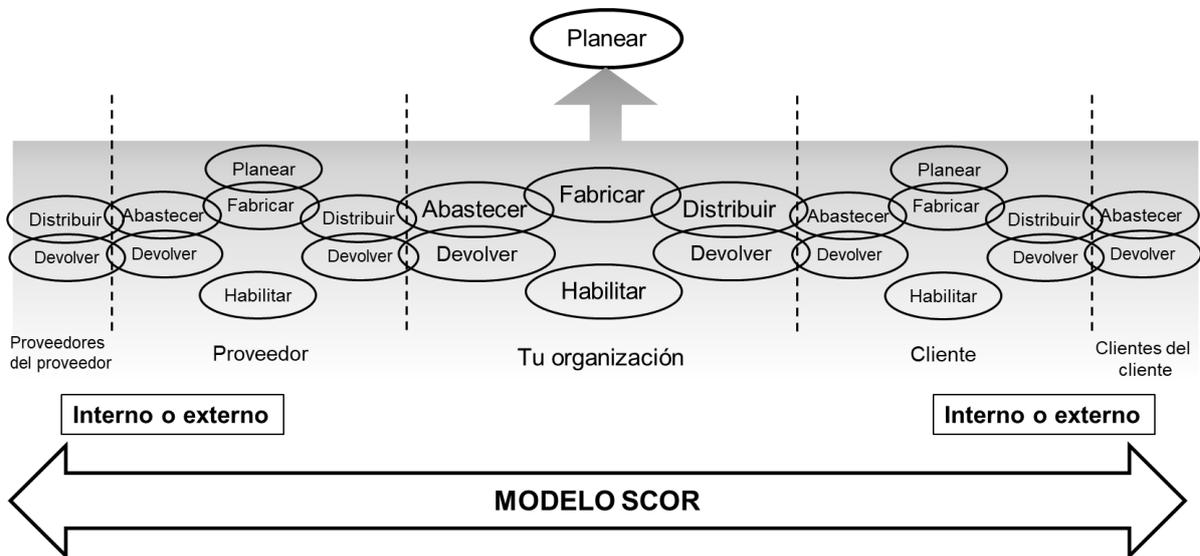
debilidades; así como en enfocar la atención en áreas donde los esfuerzos de mejora conllevarán un mayor beneficio.

Asimismo, de acuerdo con lo establecido en el marco de referencia SCOR (APICS, 2017), este se organiza en base a los siguientes macroprocesos de gestión: planear (plan), abastecer (source), fabricar (make), distribuir (deliver), devolver (return) y habilitar o hacer posible (enable).

La extensión e integración de dichos procesos desde el proveedor del proveedor de una organización, hasta el cliente del cliente de esta, se representa en la Figura 2:

**Figura 2**

*Modelo SCOR*



**Fuente:** Tomado de SCOR Framework Introduction, versión 12.0

El tipo de análisis de la cadena de suministro que propone este modelo abarca: los macroprocesos, los cuales se componen de subprocesos de primer nivel y estos a su vez de subprocesos de segundo nivel. Para cada uno de estos últimos, se describen estándares mínimos sugeridos y mejores prácticas para cada

subproceso de segundo nivel. Estos estándares figuran en el cuestionario que fue empleado para esta investigación (ver Anexos 3.1 y 3.2).

## **2.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE CONTROL DE INVENTARIOS**

### **2.2.1. Clasificación ABC de artículos**

Dado que “resulta innecesario controlar artículos de poca importancia para un proceso productivo y en general productos cuya inversión no es cuantiosa” (Guerrero, 2017, p. 20), se requiere inicialmente seleccionar cuáles serán los artículos cuyo control amerita mayor empleo de recursos. Los artículos según su importancia y valor se pueden clasificar en:

- Tipo A: dentro de este tipo se involucran los artículos que, por su costo elevado, alta inversión en el inventario, nivel de utilización o aporte a las utilidades, necesitan de un exhaustivo control de sus existencias. Es relevante para dicho control que, a las reglas de decisión basadas en modelos matemáticos, se “incorporen factores subjetivos que son omitidos en el modelo” (Silver et al., 2017, pp. 320-321). De la misma forma, negociar con los proveedores e influenciar en ellos a fin de obtener mejores condiciones para la empresa.
- Tipo B: esta clasificación comprende aquellos productos que son de menor costo y menor importancia; y los cuales requieren un menor grado de control. El inventario de estos artículos puede ser revisado periódicamente.
- Tipo C: en esta última clasificación se colocan los productos de muy bajo costo, inversión baja y poca importancia para el proceso productivo; y que tan solo requieren de muy poca supervisión sobre el nivel de sus existencias.

Sin embargo, otros autores han afirmado lo siguiente:

La importancia de los artículos B y C no debería pasarse por alto por varias razones adicionales. En ocasiones, su uso podría ser complementario al uso de los artículos A, lo que significa que la disponibilidad de B y C podría ser necesaria para el uso de los artículos A; o, en algunos casos, los artículos C podrían ser productos nuevos que se espera sean exitosos en el futuro (Coyle et al., 2018, p. 349).

Es importante mencionar además que el análisis ABC está vinculado a la ley de Pareto o “regla del 80-20”, la cual separa los “muchos triviales” de los “pocos vitales”. En términos de inventario, esto sugiere que un número relativamente pequeño de artículos podría representar un impacto considerable, o valor, para la organización.

### **2.2.2. Pronóstico de la demanda**

El pronóstico de la demanda está estrechamente relacionado a la gestión del inventario. “Una de las entradas requeridas para los modelos de control de inventarios es la distribución de demanda por periodo o durante del plazo de entrega de reabastecimiento” (Nahmias & Lennon Olsen, 2015, p. 111). Incluso la distribución del error del pronóstico juega un rol clave en la correcta aplicación del modelo de inventario.

Para esta investigación se ha seleccionado el pronóstico mediante suavizamiento exponencial. Los detalles sobre los tipos de pronósticos son mencionados en el Anexo 4.1, 4.2 y 4.3.

### 2.2.3. Políticas de inventario

“Una política de inventario determina cuánto y cuándo un producto debe ser pedido” (Vandeput, 2020, p. 3). Las principales son:

- a. Revisión continua y punto de reorden: se hace un pedido tan pronto el nivel de inventario desciende hasta el punto de pedido o punto de reorden. Dicho pedido y orden se hace en una cantidad fija de material que minimiza los costos totales de inventario (cantidad económica de pedido). En la literatura académica en inglés se suele usar  $(s, Q)$  como notación para esta política, siendo  $s$  el punto de reorden y  $Q$  la cantidad económica de pedido (Caplice, 2018).
- b. Revisión periódica y pedido a nivel: aquí la cantidad a pedir se calcula periódicamente, y es precisamente este periodo la variable que permanece fija. La cantidad pedida depende de cuánto inventario se tenga al momento de la revisión, se hace un pedido por la cantidad de material necesaria para hacer que el inventario vuelva a su nivel deseado. La notación correspondiente en este caso es  $(R, S)$ , con  $R$  siendo el periodo de revisión periódica y  $S$  el nivel deseado de inventario.

En la Tabla 2, se presenta un resumen de los pros y contras de cada política.

Existen otras políticas que combinan los aspectos más convenientes de las políticas presentadas anteriormente, como: Revisión periódica, punto de reorden y cantidad económica de pedido  $(R, s, Q)$ , o Revisión periódica, punto de reorden y pedido a nivel  $(R, s, S)$ . “Ambas tienen una mayor dificultad para optimizarse matemáticamente” (Vandeput, 2020, p. 8).

**Tabla 2.**

*Pros y contras según política de inventario*

Política	Pros	Contras / Limitaciones
<b>Revisión continua y punto de reorden (s, Q)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El riesgo de quedarse sin stock es bajo (esto es especialmente importante para los suministros críticos de la empresa, que necesitan un monitoreo exhaustivo).</li> <li>- Se puede negociar con el proveedor, basado en la cantidad pedida a este, un descuento especial o una optimización de flete.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El alto costo generado por la revisión constante del inventario.</li> <li>- Manejar varios productos de esta forma causaría que se hagan pedidos con mayor frecuencia.</li> <li>- El alto riesgo de que un proveedor no atienda cuando se llega al punto de reorden.</li> </ul>
<b>Revisión periódica y pedido a nivel (R, S)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El costo de revisión es reducido (Guerrero, 2017, p. 10).</li> <li>- Hace las actividades de compras más fluidas, y permite consolidar pedidos de materiales con el proveedor. Por ello esta es la política de inventario más comunes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El control sobre las existencias es menor, por lo que no se recomienda para los artículos críticos (clase A).</li> <li>- Se requiere tener niveles de existencias elevados, ya que no se haría un pedido cuando se quiebre stock, sino cuando el periodo de revisión lo señale. En consecuencia, se incurrirá en costos mayores.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia, a partir de Guerrero, 2017, pág. 10

La política **(R, s, S)** combina la lógica de **(s, S)** y **(R, S)**. Cada **R** unidades de tiempo, se revisa el nivel de inventario. Si esta está debajo del punto de reorden **s**, se hace el pedido para alcanzar el nivel de pedido **S**, de lo contrario, no se realiza nada hasta el siguiente momento de revisión. Según Scarf (1960, como se citó en Silver, Pyke, & Thomas, 2017, pág. 244), se ha mostrado que, bajo suposiciones generales sobre demanda y costos, que esta política produce menores costos de reabastecimiento, traslado y por escasez que otros. Sin embargo, la determinación

de los valores óptimos de los 3 parámetros mencionados es extremadamente difícil (Silver et al., 2017, p. 332), como se mencionó en el párrafo anterior.

Como regla basada en la experiencia, se presenta la Tabla 3 para seleccionar la política de inventario de acuerdo con clasificación ABC de artículos:

**Tabla 3.**

*Regla práctica para la selección de la política de inventario.*

Tipo de artículo	Revisión continua	Revisión periódica
A	(s, S)	(R, s, S)
B	(s, Q)	(R, S)
C	(s, Q)	(R, S)

**Fuente:** (Silver et al., 2017, p. 245)

## 2.3. MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1. *Inventario disponible (on-hand stock)*

El inventario que se encuentra físicamente en un almacén, por lo que su valor es siempre mayor o igual a 0.

### 2.3.2. *Inventario en tránsito*

Aquel pedido hecho al proveedor pero que aún no llega al almacén.

### 2.3.3. *Pedidos pendientes (backorders)*

Cuando un pedido es hecho y en determinado momento no se cuenta con stock, hay 2 posibilidades: el pedido entra en cola de espera para su atención, o se decide cancelar el pedido para en su lugar buscar un artículo sustituto o el abastecimiento de otra fuente.

#### **2.3.4. Inventario comprometido**

Material que está físicamente en inventario pero que está reservado para atender un pedido ya realizado.

#### **2.3.5. Inventario neto**

Este concepto se define en la ecuación (1).

$$\text{Inv. neto} = (\text{Inv. disponible}) + (\text{Inv. en tránsito}) - (\text{Pedidos pendientes}) - (\text{Inv. comprometido}) \quad (1)$$

#### **2.3.6. Stock de seguridad ( $S_s$ )**

Dado que ocurren eventos que son impredecibles, para Vandepuut(2020, p. 45), esta situación nos lleva a preguntarnos: ¿Nuestros clientes nos comprarán tanto como predijimos? ¿Nuestros proveedores nos abastecerán puntualmente?

Por tanto, son los stocks de seguridad una forma práctica de mitigar los riesgos que resultan al ocurrir dichos eventos.

#### **2.3.7. Nivel de servicio y nivel de servicio del ciclo ( $\alpha$ ).**

El nivel de servicio está directamente vinculado a cuánto stock de seguridad se mantendrá se necesita, y es un “enfoque alternativo cuando se encuentran dificultades asociadas con la determinación de los costos de la escasez”(Silver et al., 2017, p. 245). Una forma de medir el nivel de servicio es mediante el nivel de servicio del ciclo ( $\alpha$ ).

El nivel de servicio del ciclo, o también llamado “nivel de servicio de tipo 1”, es la probabilidad de no quedarse sin stock durante un ciclo de abastecimiento, es decir, desde que se recibe un pedido hasta que llegue el siguiente.

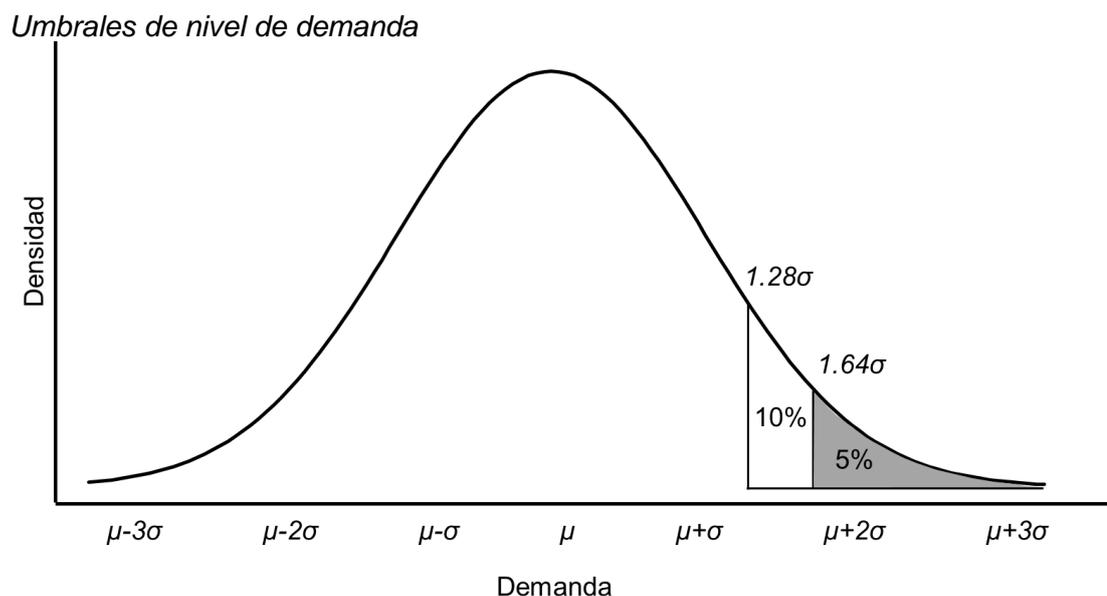
Alternativamente, se cuentan con otras formas de medir el nivel de servicio como el nivel de servicio del periodo o la tasa de cumplimiento (este último llamado “nivel de servicio de tipo 2”). Ambas no serán desarrolladas en el presente marco teórico.

### 2.3.8. Factor de nivel de servicio ( $z_\alpha$ )

Asumiendo que la demanda no es un valor constante, y que se ajusta a una distribución de probabilidad, se denomina factor de nivel de servicio “al valor que multiplica a la desviación de la demanda con el fin de calcular el stock de seguridad requerido que cumpla el nivel de servicio deseado” (Vandeput, 2020, p. 56).

Usualmente, la distribución de probabilidad más mencionada para establecer el factor de nivel de servicio es la distribución normal, es decir, que se define por una media ( $\mu_d$ ) y una desviación estándar ( $\sigma_d$ ). En la Figura 3 y Tabla 4 se aprecia la relación entre el factor de nivel de servicio y el nivel de servicio del ciclo:

**Figura 3.**



**Fuente:** Tomado de Vandeput (2020, p. 56).

**Tabla 4.**

<i>Valores del factor de nivel de servicio y nivel de servicio del ciclo</i>									
<b>Factor de nivel de servicio</b>	$z_\alpha$	0	0.25	0.52	0.84	1.28	1.64	1.96	2.33
<b>Nivel de servicio del ciclo</b>	$\alpha$	50%	60.0%	70.0%	80.0%	90.0%	95%	97.50%	99%

**Fuente:** Tomado de Vandepu (2020, p. 56).

Sin embargo, existen problemas en este modelamiento cuando parte de los valores obtenidos en un modelamiento normal de la demanda resultan ser negativos, lo cual está fuera de la realidad. Asimismo, cuando la distribución de la demanda en la práctica no es simétrica.

Dada esta situación existen otras distribuciones de probabilidad asimétricas como la triangular, la gamma y la log-normal, siendo la distribución gamma la de mayor facilidad de uso desde un punto de vista matemático, y puesto que existen publicaciones que justifican su aplicabilidad, como la publicada por Burgin (1975) titulada "The Gamma distribution and inventory control. Operational Research Quarterly, Vol 26".

La distribución de probabilidad gamma está definida por dos parámetros: su forma ( $k$ ) y su escala ( $\theta$ ). Ambos parámetros se calculan con la media ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de la siguiente forma:

$$k = \frac{\mu^2}{\sigma^2} \quad \theta = \frac{\sigma^2}{\mu} \quad (2)$$

Siendo ambos parámetros necesariamente positivos, la función de densidad de la distribución de probabilidad gamma se define como:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x^{k-1} e^{-x/\theta}}{\theta^k \Gamma(k)} & , \text{si } x \geq 0 \\ 0 & , \text{si } x < 0 \end{cases} \quad (3)$$

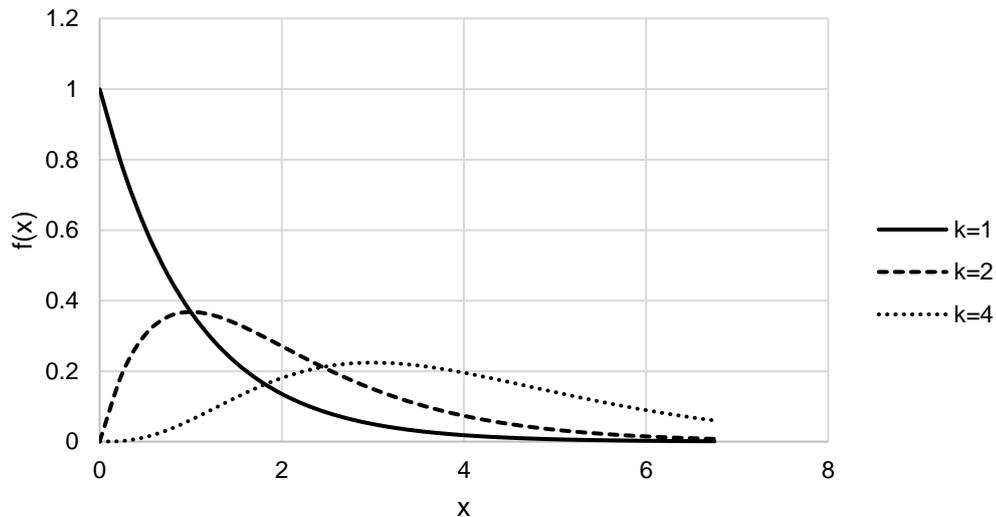
Siendo la función gamma, para todo número positivo  $k$ :

$$\Gamma(k) = \int_0^{\infty} x^{k-1} e^{-x} dx \quad (4)$$

En la Figura 4, se observa una inclinación del pico de la curva hacia el lado izquierdo.

**Figura 4.**

*Gráfica de distribución gamma, con  $\theta=1$*



**Fuente:** Elaboración propia

### **2.3.9. Control de inventario sujeto a una demanda incierta**

Se tomará como referencia la siguiente secuencia para implementar un sistema de control de inventarios:

1. Escoger la política de inventario a usar:  $(s, S)$ ,  $(s, Q)$ ,  $(R, s, S)$ ,  $(R, s, Q)$ .
2. Escoger el criterio de rendimiento. Este bien puede basarse en el costo: minimizar los costos totales (incluyendo los costos de quedarse sin stock), o basarse en el servicio: alcanzar un nivel de servicio previamente especificado.

3. Estimar las características estocásticas del sistema, en especial la demanda.
4. Encontrar los valores de parámetros de control de forma que el criterio descrito en el paso 2 se satisfaga. Ya sea minimizando los costos, o resolviendo la ecuación del servicio (Strijbosch & Moors, 2002, pp. 1-2).

### 2.3.10. **Parámetros empleados para el control de inventarios**

Las ecuaciones contempladas se encuentran resumidas en la Tabla 5:

**Tabla 5.**

*Parámetros empleados para el control de inventarios*

Parámetro	Distribución normal	Distribución gamma
Nivel de pedido ( $S$ )	$S = \mu_d * (R + L) + S_s$	$S = F_{\Gamma}^{-1}(\alpha; (R + L)k'_d; \theta'_d) + (R + L)d_{min}$
Inventario de seguridad ( $S_s$ )	$S_s = z_{\alpha}\sigma_d\sqrt{R + L}$	$S_s = S - \mu_d(R + L)$
Punto de reorden ( $s$ )	$s = \mu_d L + z_{\alpha}\sigma_d\sqrt{L}$	$s = F_{\Gamma}^{-1}(\alpha; Lk'_d; \theta'_d) + Ld_{min}$

**Fuente:** Tomado de Vandepuut, 2020, pág. 162

El significado de cada símbolo se encuentra en la lista de símbolos y siglas de la presente tesis. Asimismo,  $F_{\Gamma}^{-1}(\alpha; k_x; \theta_x)$  es la función inversa de la función gamma  $\Gamma(k_x; \theta_x)$  evaluada al nivel de servicio  $\alpha$ .

## 2.4. REDISEÑO DEL MÉTODO DE CONTROL DE INVENTARIOS

De acuerdo con Davenport y Short (1990), el rediseño de procesos de negocio se define como el “análisis y diseño de los flujos de trabajo y los procesos dentro y entre organizaciones”. El objetivo de esta acción es obtener mejoras en las mediciones de rendimiento.

Este rediseño requiere además una “mayor visión tanto de las tecnologías de la información (TI) como de las actividades del negocio, y de la relación entre estas” (Malhotra, 1998). Las capacidades de las TI deberían soportar los procesos del negocio, y los procesos del negocio deben estar en términos de lo que las capacidades de las TI pueden proveer. Estas capacidades “reflejan los roles que las TI pueden tener: transaccionales, geográficas, de automatización, analíticas, informacionales, secuenciales, de gestión del conocimiento, rastreo y de desintermediación” (Davenport & Short, 1990).

Se tiene un enfoque de 5 pasos para el rediseño de procesos de negocio:

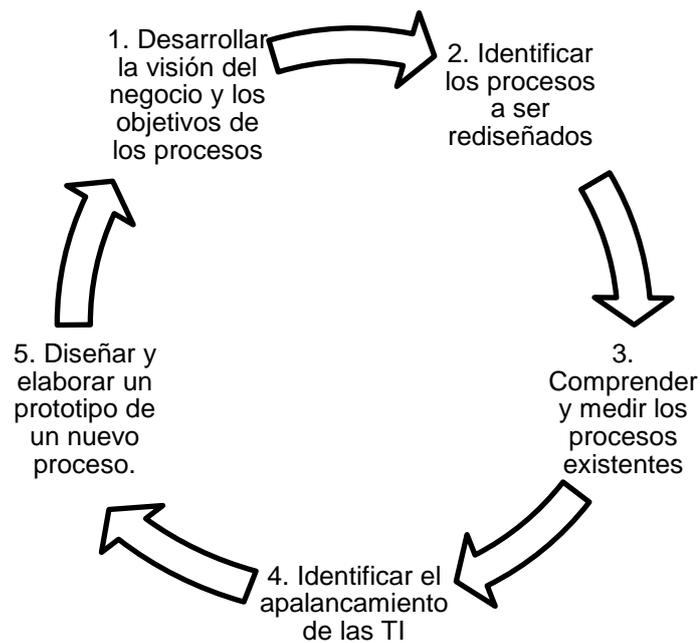
1. *Desarrollar la visión del negocio y los objetivos de los procesos.* Estos últimos pueden ser reducción de costos o tiempos, mejora de calidad, aprendizaje, etc.
2. *Identificar los procesos a ser rediseñados.* La presente investigación está enfocada en los procesos de abastecimiento y gestión de inventario, y su interrelación e impacto en otros procesos de la organización.
3. *Comprender y medir los procesos existentes.* Para evitar repetir errores y proveer una línea base para futuras mejoras.

4. *Identificar el apalancamiento de las TI.* Estas pueden y deberían influenciar el diseño de procesos.
5. *Diseñar y elaborar un prototipo de un nuevo proceso.* El rediseño debe ser visto como un proceso iterativo. La metáfora del prototipo se vincula con la rápida entrega de resultados, y el involucramiento y satisfacción de los clientes (Malhotra, 1998)

Estos pasos pueden representarse como en un proceso cíclico (ver Figura 5).

**Figura 5.**

*5 pasos para el rediseño de procesos de negocio*

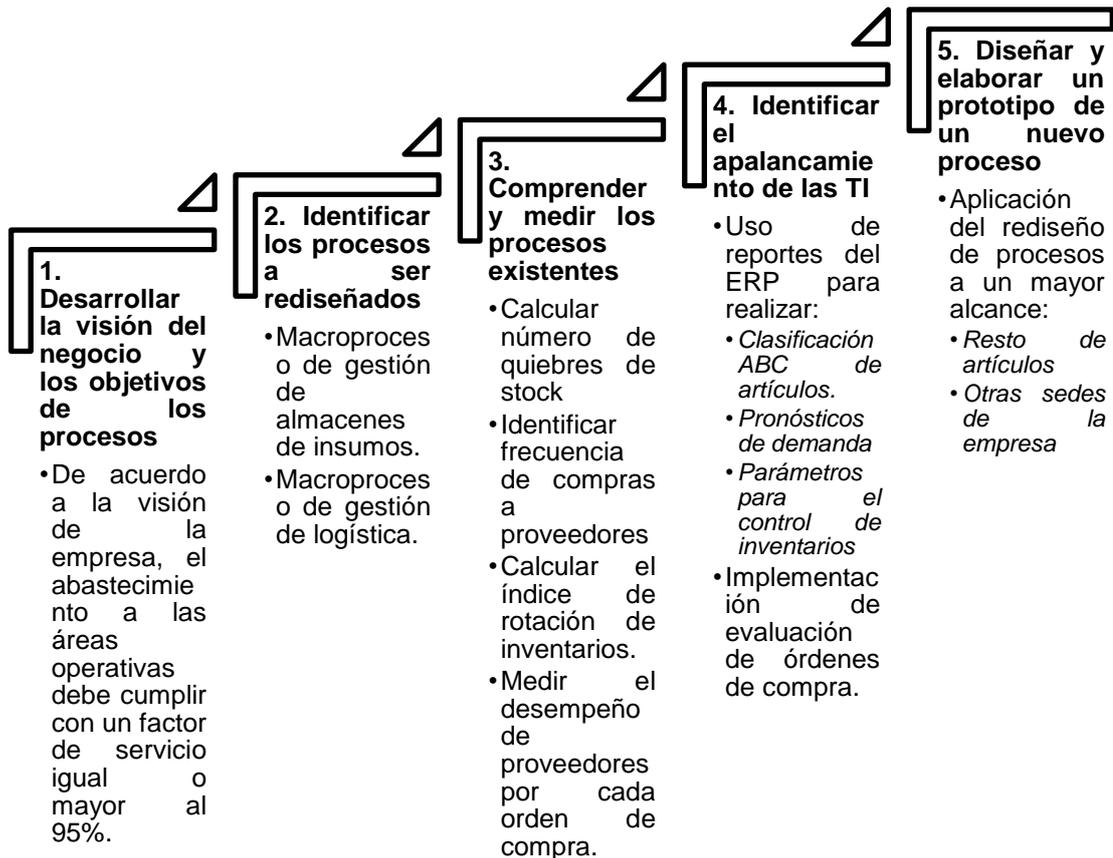


**Fuente:** Elaboración propia

Al aplicar esta metodología para el rediseño del método de control de inventarios, se establece una secuencia de tareas presentadas en la Figura 6. Estas se detallarán en el capítulo 3 de la presente investigación.

**Figura 6.**

*Ejecución del rediseño del método de control de inventarios*



**Fuente:** Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. Método general**

La presente investigación tendrá un enfoque cuantitativo, de investigación es de tipo aplicado, y de nivel descriptivo correlacional.

Las técnicas e instrumentos empleados son:

- Investigación documental: Empieza desde la recopilación de datos que ayudan a comprender el desarrollo actual, así como la etapa experimental.
  - o Movimientos de stock y consumos de material
  - o Órdenes de compra de insumos
- Entrevistas: en busca de calificar el desempeño del método actual.
- Observación directa, al ser partícipe de la ejecución de proceso de abastecimiento y control del inventario.

### 3.1.2. Selección de la metodología específica

Se plantearon 3 alternativas para el desarrollo de la tesis:

- a. Logística Lean
- b. Adopción del modelo SCOR
- c. Uso de métodos tradicionales de control de inventarios

Y se consideraron 5 criterios para calificar cada alternativa, los cuales deben contar con un peso relativo. Para ello se desarrolla una matriz de priorización (ver Tabla 6):

**Tabla 6.**

*Matriz de priorización de criterios de calificación de alternativas*

Criterios de calificación	Conocimiento	Expertos al alcance	Tiempo requerido	Inversión requerida	Bibliografía requerida	Peso total	Peso ponderado o definido
<b>Conocimiento</b>	-	5	0.2	0.2	5	10.4	20%
<b>Expertos al alcance</b>	0.2	-	0.2	0.2	0.2	0.8	1.54%
<b>Tiempo requerido</b>	5	5	-	0.2	5	15.2	29.23%
<b>Inversión requerida</b>	5	5	5	-	0.2	15.2	29.23%
<b>Bibliografía requerida</b>	0.2	5	0.2	5	-	10.4	20%
<b>TOTAL</b>						<b>52</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Cada uno de estos criterios tendrán una puntuación del 1 al 5, siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. La puntuación asignada se muestra en la Tabla 7:

**Tabla 7.**

*Matriz de criterios para selección de metodología*

<b>Selección de método</b> <b>Criterio</b>	<b>Peso ponderado de criterio</b>	<b>Logística Lean</b>	<b>Adopción del modelo SCOR</b>	<b>Rediseño de control de inventarios</b>
Conocimiento	20%	2	2	4
Expertos al alcance	1.54%	3	2	4
Tiempo requerido	29.23%	2	1	4
Inversión requerida	29.23%	3	3	3
Bibliografía requerida	20%	4	2	4
<b>Puntuación total</b>		<b>2.71</b>	<b>2.00</b>	<b>3.71</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Se recopilaron además los siguientes comentarios relacionados a las metodologías propuestas:

- Logística Lean: “Para poder aplicar Lean se requiere de una comunicación permanente de los clientes sobre su demanda a través de una señal pull.”
- Adopción del modelo SCOR: “El establecimiento (medición, monitoreo, y definición de planes de acción) de diversas métricas es tedioso para una empresa que recién empieza a manejar sus datos para la toma de decisiones.”
- Rediseño de control de inventarios: “Se consideran métodos que se adaptan a la forma de producción de la empresa (make to order).”

Por tanto, se procederá a seguir la tercera alternativa metodológica:

REDISEÑO DEL MÉTODO DE CONTROL DE INVENTARIOS DE INSUMOS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA EN UNA EMPRESA DE IMPRESIÓN GRÁFICA PUBLICITARIA

### **3.1.3. Diseño de la investigación**

#### **Sujeto de estudio.**

El sujeto de estudio es la empresa de impresión gráfica publicitaria en la que se implementará el rediseño del método de control de inventarios. Dicha empresa, junto con su personal, infraestructura y políticas actuales de inventario, es el escenario en el que se analizarán los efectos del rediseño propuesto, y donde se llevarán a cabo las mejoras a la eficiencia en el manejo de insumos.

#### **Objeto de estudio.**

El objeto de estudio es el método de control de inventarios de insumos, incluyendo los procedimientos, sistemas de información, y prácticas actuales utilizados para gestionar y mantener los niveles de inventario de los insumos necesarios para producir en la empresa de impresión gráfica publicitaria. La investigación se enfocará en cómo estos métodos afectan la eficiencia operativa y qué modificaciones pueden hacerse para optimizar su rendimiento.

### **3.1.4. Operacionalización de la variable e indicadores.**

**Variable dependiente:** Eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria. La operacionalización de dicha variable se detalla en la Tabla 8.

**Tabla 8.***Operacionalización de variable dependiente.*

<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción del indicador</b>	<b>Método de cálculo</b>
<b>Eficiencia en el manejo de inventarios</b>	Índice de rotación de inventarios	Mide cuántas veces se reemplaza el inventario durante un período específico. Un índice de rotación más alto generalmente indica una mejor eficiencia.	(Costo de los bienes usados) / (Valor promedio de inventario)
<b>Eficiencia en el proceso de compras</b>	Tasa de entrega de proveedores a tiempo	Se mide la confiabilidad de los proveedores en la entrega de bienes a tiempo. Esta métrica evalúa qué tan bien se coordinan los procesos de compra con los proveedores para garantizar la entrega oportuna de materiales o productos. Se usan para ello los Órdenes de Compra (OC).	Puntuación promedio de las OC's con respecto a puntualidad (sobre puntuación máxima: 100)

**Fuente:** Elaboración propia

## 3.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### 3.2.1. Descripción de la organización y sus procesos

#### Líneas de negocio.

La empresa cuenta con 2 principales líneas de negocio:

- Gráficas publicitarias: se emplean para la producción sustratos rígidos o cuya presentación es el rollo, como el vinil autoadhesivo.
- Mueblería publicitaria: se usan materiales en madera, metal, acrílico, pintura o piezas eléctricas; y opcionalmente una gráfica publicitaria impresa.

Posteriormente, estos elementos son entregados y en algunos casos instalados en las locaciones del cliente. Las Figuras 7 y 8 muestran ejemplos de los trabajos producidos.

**Figura 7.**

*Elementos gráficos publicitarios para una cadena de supermercados.*



**Figura 8.**

*Tótem elaborado en MDF, acrílico, pintura acrílica y vinil, diseñado para un cliente del sector comercio minorista.*



**Fuente:** Tomado del área de diseño – Empresa ABC

Los ingresos por cada línea de negocio se describen en la Tabla 9.

**Tabla 9.**

*Reporte de Valorización de Órdenes de Trabajo - Año 2022*

Línea de negocio	% del valor total
Gráficas publicitarias	82.62%
Mueblería publicitaria	17.38%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>

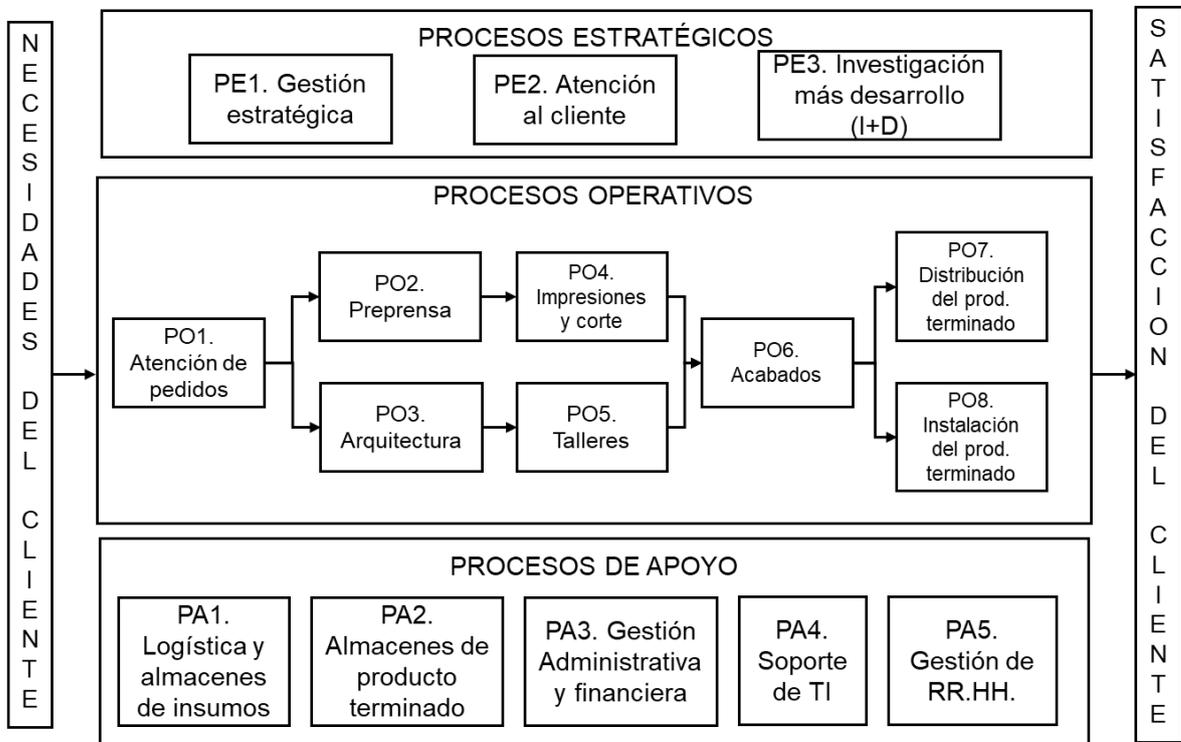
**Fuente:** Tomado del reporte del área comercial – Empresa ABC – Sede Principal

**Mapa de procesos.**

La empresa desarrolla los procesos mostrados en la Figura 9.

**Figura 9.**

*Mapa de Procesos*



**Fuente:** Tomado del área administrativa – Empresa ABC

Se describen los procesos operativos, tanto para la línea de publicidad gráfica impresa como la de mueblería publicitaria:

Atención al cliente: el área comercial recibe de los clientes los requerimientos de cotizaciones (RFQ), o requerimientos de propuestas (RFP). Una vez aprobadas las cotizaciones y/o propuestas, se procede a ingresar la Orden de Trabajo (OT). Este documento será la guía para la posterior producción del pedido.

PO1. Prerensa: El resultado de este proceso son los archivos para la posterior impresión en el sustrato y corte en máquinas (este último, solamente de requerirse). El personal responsable de este proceso debe apuntar a optimizar el uso de los insumos, y la línea de negocio a la que atienden es a la de gráficas publicitarias

PO2. Arquitectura: El resultado, en forma análoga al de prerensa, pero para la línea de mueblería publicitaria, son los planos o archivos de corte en máquina a utilizar de para la producción según OT.

PO3. Impresiones y corte: se obtienen aquí los sustratos impresos y/o cortados según lo señala la OT.

PO4. Talleres: el personal de carpintería metálica, carpintería de maderas, acrílicos, pintura y electricidad trabajan de acuerdo con la OT y planos, y sus productos se integran para dar como resultado el mueble o activo publicitario pedido. Incluye la tarea de embalaje y etiquetado del producto(s).

PO5. Acabados: El proceso hace uso de lo resultado durante impresiones y corte, o eventualmente por los trabajos de taller, para integrar materiales a fin de obtener el producto final. Incluye la tarea de embalaje y etiquetado del producto. También incluyen estas 2 tareas para la línea de mueblería publicitaria, en caso estos no se obtengan los productos empaquetados y etiquetados durante el proceso de taller.

PO6. Distribución del producto terminado: se hace entrega del producto terminado en la(s) dirección(es) señalada(s) en la OT. La conformidad de entrega se manifiesta en la guía de remisión firmada por el representante del cliente.

PO7. Instalación del producto terminado: el resultado es tener el producto puesto en la ubicación señalada por el cliente. La conformidad de instalación se manifiesta en la guía de remisión firmada por el representante del cliente.

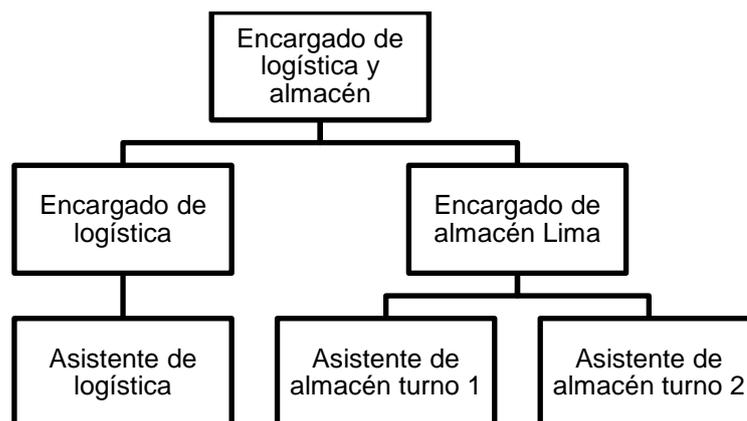
Entre los procesos de apoyo se puede ubicar el proceso de logística y almacén de insumos. La presente investigación se enfocará en proponer y desarrollar mejoras en estos 2 macroprocesos.

### **Organización de las áreas de logística y almacén.**

La jerarquía de estas áreas se representa en el organigrama de la Figura 10.

**Figura 10.**

*Organigrama del área de Logística y Almacén*



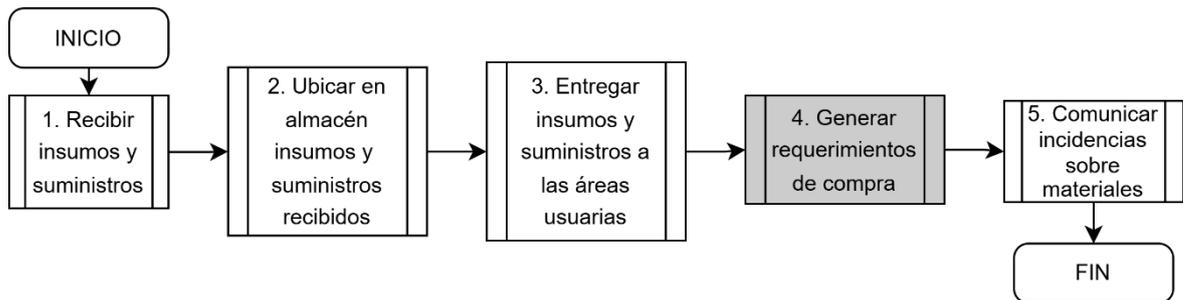
**Fuente:** Elaboración propia

## Macroproceso de gestión de almacenes de insumos.

Estos subprocesos se muestran relacionados en la Figura 11:

**Figura 11.**

*Subprocesos de gestión de almacén de insumos.*



**Fuente:** Elaboración propia

Entendiéndose por cada uno:

1. Recibir insumos y suministros: implica hacer la verificación de que lo recibido coincida con la Orden de Compra, en monto, cantidad y descripción de los artículos.
2. Ubicar en almacén insumos y suministros recibidos: consiste en etiquetar los productos, y asignar un espacio en los racks o anaqueles.
3. Entregar insumos y suministros a las áreas usuarias: dar salida del stock del almacén, con destino a un consumo para una OT o transfiriendo a un almacén de impresiones o acabados.
4. Generar requerimientos de compra (RQ): una vez se revisada la salida de stocks de materiales, y los pedidos puntuales para una OT o un mantenimiento de equipos específico, estos pedidos se consolidan y se solicitan en el ERP. Se resalta este subproceso en gris, puesto que es el más

importante vínculo con el equipo de logística. Los RQ se realizan por estos motivos:

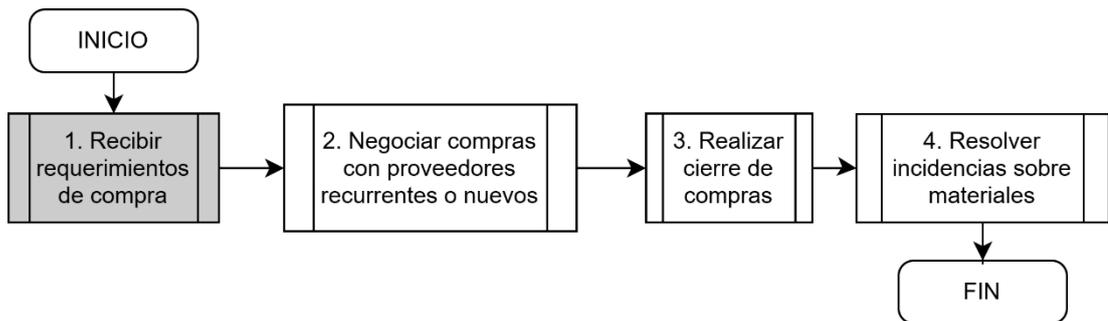
- Reposición de stock. Tanto el punto de reorden como el punto de nivel deseado de inventario son establecidos empíricamente. Además, en ocasiones se pide reposición cuando el stock es cero o insuficiente para la demanda existente.
  - Pedido puntual. Se solicita la compra de un material a usarse para un trabajo específico. Dicho material no se tiene en inventario pues no tendría rotación. También se considera dentro de esta categoría a pedidos que exceden el nivel deseado de inventario de algún material que sí se tiene en inventario.
  - Compra de repuestos. El personal de mantenimiento de equipos solicita un repuesto por primera vez, ya sea para compra local o para importación.
5. Comunicar incidencias sobre materiales: esta alerta puede dar durante la recepción, o durante el proceso productivo. Luego del acuerdo con el proveedor, se realiza el cambio del insumo, o en su defecto la devolución.

## Macroproceso de gestión de logística.

Los subprocesos de la gestión logística se representan en la Figura 12.

**Figura 12.**

### *Subprocesos de gestión logística*



**Fuente:** Elaboración propia

Entendiéndose por cada uno:

1. Recibir requerimientos de compra: no solo de insumos sino también de servicios y activos fijos (en la presente investigación solo nos enfocaremos en la compra de insumos). Implica:
  - a. Revisar si las cantidades y detalles del requerimiento son coherentes.
  - b. Consolidar pedidos para que se obtenga el monto mínimo para garantizar el despacho por parte del proveedor.
2. Negociar compras con proveedores recurrentes o nuevos:
  - a. Seleccionar proveedor en base a criterios como precio, calidad, disponibilidad de stock.
  - b. Planificar demanda para poder garantizar el stock ofrecido por el proveedor.
  - c. Buscar proveedores en caso se requiera de un insumo nuevo.

- d. En caso de importaciones, coordinar no solo con el proveedor extranjero sino también con el agente de carga y agente aduanero, en caso se requiera estos servicios adicionalmente.
3. Realizar cierre de compras:
- a. Solicitar factura(s) al proveedor(es) para compartir al área de almacén y contable, a fin de que dicha factura(s) se registre(n).
  - b. Si corresponde un pago al contado parcial o total, según lo acordado. En caso corresponda el crédito, solicitar la programación del pago.
4. Resolver incidencias sobre materiales: en caso de reclamos por fallas en material, proceder a comunicar al proveedor la incidencia para acordar un cambio o devolución de material.

### 3.2.2. Descripción de procesos de abastecimiento

#### Clasificación de compras.

El abastecimiento se puede clasificar según el origen del proveedor y su forma de pago de acuerdo con el último periodo de compra (ver Tabla 10):

**Tabla 10.**

*Tipo de aprovisionamiento según origen y condición de pago*

<b>Tipo</b>	<b>Monto antes de IGV (soles) (jun 2021-jul 2022)</b>	<b>Días de crédito (promedio)</b>	<b>% del total</b>
Aprovisionamiento local a con pago a crédito	4,477,104.88	64.42	72.3%
Aprovisionamiento local con pago al contado o por un % de adelanto	868,939.05	0	14.0%
Aprovisionamiento por importaciones	844,470.65	0	13.6%

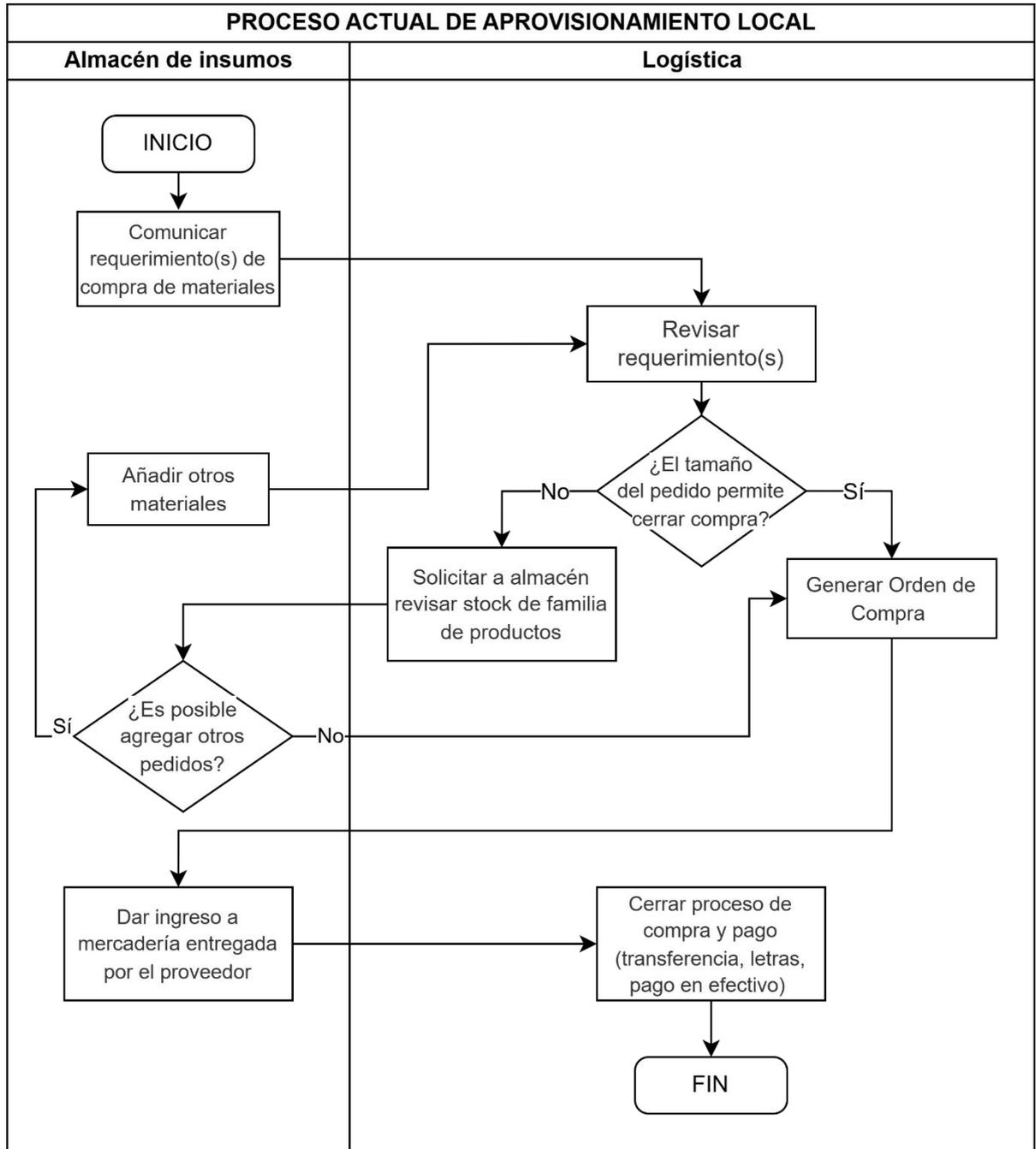
**Fuente:** Tomado de reportes de compras - Julio 2022

#### Proceso de aprovisionamiento local.

En la Figura 13 se representa el flujo del proceso de compras de materiales con proveedores locales, en las cuales interviene tanto el personal de almacén de Lima como el de logística.

**Figura 13**

*Flujograma actual del proceso de aprovisionamiento local*



**Fuente:** Elaboración propia

Las deficiencias del proceso actual pueden detallarse como sigue:

- No se tienen identificados los productos de tipo A y B, lo cual impacta en una compra recurrente y no planificada de estos productos.

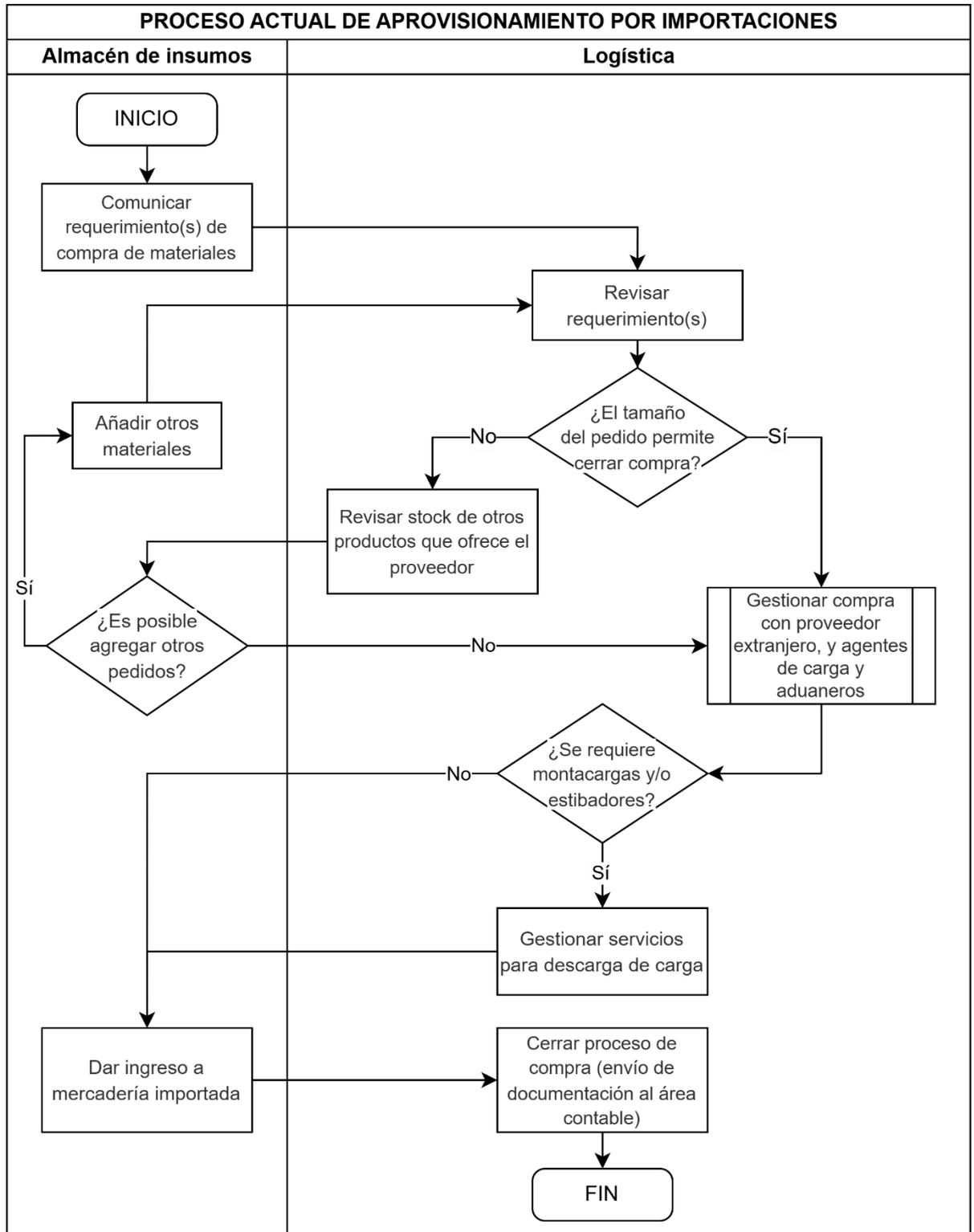
- El área de almacén frecuentemente solicita materiales cuando el stock es cero o se encuentra debajo del stock mínimo (este último es calculado empíricamente).
- Los volúmenes de compra no permiten negociar un mayor crédito por parte de los clientes.
- Las compras de artículos de una misma familia de productos son reiterativas. Se pierde así la posibilidad de consolidar un pedido y generar una menor cantidad de órdenes de compra.
- Al no compartir pronósticos de demanda con los principales proveedores, estos quiebran stock y se deben buscar productos alternativos con otros proveedores. Este hecho, además de conllevar a un mayor consumo de tiempo para el personal de logística, reduce las oportunidades de negociación con los proveedores para obtener menores precios y/o mejores condiciones de venta.
- Si el área de logística decide comprar un pedido a su criterio ideal, aumentando para ello cantidades, se pierde la oportunidad de en el corto plazo consolidar un pedido con materiales que se requieren.

### **Proceso de aprovisionamiento por importaciones.**

En la Figura 14 se representa el flujo del proceso de compras de materiales con proveedores extranjeros, en las cuales interviene tanto personal de almacén de Lima como de logística.

**Figura 14.**

*Flujograma actual del proceso de aprovisionamiento por importaciones*



Fuente: Elaboración propia

Las deficiencias del proceso de compra por importaciones actual son las siguientes:

- El momento en que se realizan los requerimientos de materiales no toman en cuenta los tiempos de entrega total, que puede estar entre 1.5 a 2 meses. En consecuencia, se deben buscar materiales alternativos que son más caros, y pueden no tener el mejor desempeño (como, por ejemplo, en el caso de tintas).
- La consolidación del pedido no es óptima dado que no se tienen identificados todos los artículos que se importan, y tampoco sus respectivos puntos de reorden.

### **3.2.3. Análisis de datos del sistema actual**

#### **Quiebres de stock.**

Por medio del reporte de ingresos y salidas del ERP, se filtran aquellos eventos en los cuales el stock de un artículo es cero durante el año 2022. Al agrupar estos artículos según su clasificación ABC, se obtiene el siguiente reporte mostrado en la Tabla 11.

**Tabla 11.**

*Número de ocurrencias de quiebre de stock (stock= 0)*

<b>Tipo de artículo</b>	<b>Número de ocurrencias</b>
A	71
B	13
C	617
<b>Cantidad total</b>	<b>701</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Se tienen 2 aspectos por determinar:

- El stock mínimo de seguridad en el caso de los artículos A y B.

- Cuántas veces se tuvo un stock por debajo de esta cantidad.

Para ello se hará uso de los reportes del ERP de la empresa ABC (ver Figura 15).

**Figura 15**

*Reporte de entradas y salidas de artículos por almacén*

Almacén	Fec Doc Ing	Responsable	CodDoc	NumDoc	Anexo	Código	Descripción	U.M.	IngSe	Ingreso	Salida	Saldo Cant	Costo U.
MAT01	02/03/2022	Zavala Garay Beltran	G002	0387597	META COLOR	0405050	PEN LINE RUBBER SPC-0599 P	UND	S		2.00	.000	129.430000
MAT01	30/03/2022	Rosales Bendezu Jesus	G002	0390789	META COLOR	0405051	WIPER RUBBER (SPA-0134) PA	UND	S		2.00	.000	93.100000
MAT01	01/03/2022	Zavala Garay Beltran	G002	0387493	META COLOR	0103031	VINIL BLANCO MATTE BCO. CD	M2	S		76.00	.000	3.893000
MAT01	18/07/2022	Zavala Garay Beltran	G002	0404306	META COLOR	0405052	CAP HOLDER 30 M603760 (MIM)	UND	S		2.00	.000	222.585000
MAT01	25/10/2022	Zavala Garay Beltran	G002	0414227	META COLOR	0105020	TELA LONA PUMA CRUDA 350G	ML	S		8.00	.000	11.860000
MAT01	02/01/2022	Najarro Saavedra Gabriela	NS&J	000000057	META COLOR	0105017	TELA LINO ECONOMICO 1.45 M	ML	S		22.50	.000	6.500000

**Fuente:** Tomado de software ERP de la empresa.

**Frecuencia de pedido de un mismo proveedor.**

Se presente en la Tabla 12, una lista con los proveedores con más de 20 compras de materiales hechas durante el año 2022, para la sede Lima. Se observa que son los proveedores con mayor porcentaje de compra aquellos que con más frecuencia se les emite órdenes de compra (OC), y en consecuencia estos hacen despachos con una frecuencia menor a una semana en promedio (ver celdas resaltadas en gris).

Aquí se presenta una oportunidad de mejora, pues se puede cambiar de estrategia de compra que beneficie a ambas partes. Se plantea establecer una compra consolidada de diversos artículos, negociar un precio con descuento y con entregas programadas.

**Tabla 12.***Frecuencia de pedido de un mismo proveedor*

PROVEEDOR	RUBRO	Nro. De OC's en 2022	Promedio de DÍAS ENTRE OC Y ANT. OC	Desviación estándar de DÍAS ENTRE OC Y ANT. OC	VALOR DE COMPRAS 2022 (S/)	% VALOR TOTAL DE COMPRAS
PROV. 1	INSUMOS PARA IMPRESIÓN	113	2.81	2.46	1,294,871.53	24.92%
PROV. 2		100	3.17	2.34	558,260.96	10.74%
PROV. 3		71	4.61	3.57	494,173.81	9.51%
PROV. 4	INSUMOS DE EMBALAJE	61	4.74	2.53	177,906.93	3.42%
PROV. 5	INSUMOS PARA IMPRESIÓN	52	6.21	6.87	285,465.11	5.49%
PROV. 6		52	6.19	4.40	266,726.13	5.13%
PROV. 7		50	6.40	6.24	564,976.82	10.87%
PROV. 8	CINTAS ADHESIVAS	48	6.77	2.72	204,174.57	3.93%
PROV. 9	ART. PARA MUEBLERÍA PUBLICITARIA	42	7.90	13.14	45,818.53	0.88%
PROV. 10	INSUMOS PARA IMPRESIÓN	39	8.46	6.63	136,908.42	2.64%
PROV. 11		38	8.37	7.52	61,250.91	1.18%
PROV. 12	ART. PARA MUEBLERÍA PUBLICITARIA	37	8.68	7.31	19,430.03	0.37%
PROV. 13		34	8.53	10.48	14,850.78	0.29%
PROV. 14		33	9.73	10.28	58,314.91	1.12%
RESTO DE PROVEEDORES		1043				19.49%

**Fuente:** Elaboración propia

**3.2.4. Aplicación del cuestionario SCOR**

Se hizo uso del cuestionario de los macroprocesos planear y abastecer, describiéndose:

- Macroprocesos
- Subprocesos de primer nivel
- Subprocesos de segundo nivel
- Estándares mínimos sugeridos para los subprocesos de segundo nivel

El cuestionario fue aplicado por los miembros del equipo de logística y almacén, así como de la subgerencia general, el detalle del cuestionario figura en el Anexo 3.1 y 3.2. Al consolidar las respuestas, se obtienen los siguientes resultados:

## Macroproceso planear.

El puntaje para cada subproceso de segundo nivel se muestra en la Tabla 13.

**Tabla 13.**

*Puntajes por subproceso de segundo nivel - Macroproceso Planear*

<b>1.0 PLANEAR</b>			
<b>1.1. PLANEAMIENTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>	<b>Puntaje (valor relativo)</b>
1.1.1. Proceso de Estimación de la Demanda	3	0	
1.1.2. Metodología de pronóstico	3	0	
1.1.3. Planeación de ventas y operaciones	3	1.5	
1.1.4. Planeamiento del desempeño financiero	3	0.75	15.48%
1.1.5. Pronóstico de mercado	3	0	
1.1.6. Ejecución de reordenes	3	0	
1.1.7. Plan para devoluciones	3	1	
<b>1.2. ALINEAMIENTO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>	<b>Puntaje (valor relativo)</b>
1.2.1. Técnicas de control	3	1.5	
1.2.2. Gestión de la demanda manufactura	3	0	
1.2.3. Gestión de la demanda (distribución)	3	1.5	25%
1.2.4. Comunicación de la demanda	3	0	
<b>1.3. GESTIÓN DE INVENTARIOS</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>	<b>Puntaje (valor relativo)</b>
1.3.1. Planeamiento de Inventarios	3	0.75	
1.3.2. Exactitud de inventarios	3	1	29.17%
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>8</b>	<b>20.51%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

En líneas generales, la autoevaluación del macroproceso planear obtiene un puntaje de 8 sobre 39 (20.51%). Se observa un mucho menor puntaje, en el subproceso de planeamiento de la cadena de suministro (15.48% del puntaje total).

## Macroproceso abastecer.

Análogamente, en la Tabla 14 se presentan el puntaje para cada subproceso.

**Tabla 14.***Puntajes por subproceso de segundo nivel - Macroproceso abastecer*

<b>2.0 ABASTECER</b>			
<b>2.1. ABASTECIMIENTO ESTRATÉGICO</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>	<b>Puntaje (valor relativo)</b>
2.1.1. Análisis de costos	3	1.5	
2.1.2. Estrategia de compras	3	0	
2.1.3. Gestión de contratos de compra	3	0	
2.1.4. Criterios procesos de selección de proveedores	3	0.75	
2.1.5. Consolidación de proveedores	3	1.5	28.57%
2.1.6. Hacer o comprar (aplicable para productos terminados)	3	1.5	
2.1.7. Compras en grupos	3	0.75	
<b>2.2. GESTIÓN DE PROVEEDORES</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>	<b>Puntaje (valor relativo)</b>
2.2.1. Proveedores tácticos	3	0	
2.2.2. Involucramiento del proveedor	3	0	
2.2.3. Evaluación de proveedores	3	1	
2.2.4. Desempeño del proveedor	3	0.75	26.19%
2.2.5. Relaciones con los proveedores	3	2.25	
2.2.6. Parámetros de trabajo	3	1.5	
2.2.7. Auditoría del proveedor	3	0	
<b>2.3 COMPRAS</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>	<b>Puntaje (valor relativo)</b>
2.3.1 Compras repetitivas (materiales directos e indirectos)	3	0	
2.3.2 Autorización de compras eventuales	3	3	25%
2.3.3 Efectividad de la función de compras	3	0	
2.3.4 Sistema de pagos	3	0	
<b>2.4 GESTIÓN DE PROVEEDORES EN LA LOGÍSTICA DE ENTRADA</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>	<b>Puntaje (valor relativo)</b>
2.4.1 Intercambio de información y comercio electrónico	3	0	
2.4.2 Programas sincronizados de abastecimiento	3	0	25%
2.4.3 Tamaño de lotes y ciclo de tiempos	3	0	
2.4.4 Coordinación de la distribución total	3	3	
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>17.5</b>	<b>26.51%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Se obtiene una puntuación similar en cada subproceso de primer nivel. Posteriormente se procederá a seleccionar los estándares mínimos sugeridos en el cuestionario, para poder llevarlos a la práctica.

### 3.3. SISTEMA PROPUESTO PARA EL REDISEÑO DEL MÉTODO DE CONTROL DE INVENTARIOS DE INSUMOS

Siguiendo la secuencia planteada en la Figura 6, se detalla el rediseño del método de control ejecutado en la empresa ABC.

#### 3.3.1. Clasificación ABC de artículos

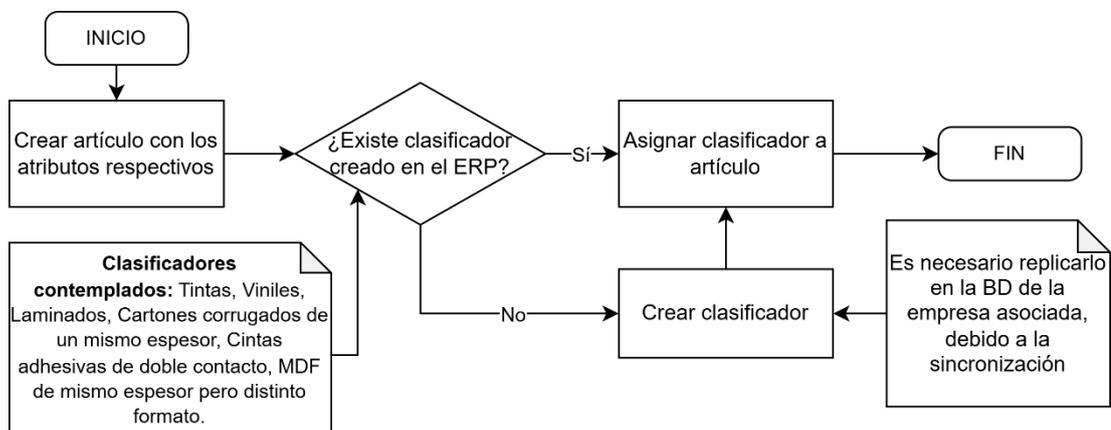
##### Agregación o agrupación de artículos.

Dada sus características similares, se optó por agrupar los siguientes artículos: Tintas para impresión, viniles, laminados, cartones corrugados, cintas adhesivas de doble contacto.

El ERP usado por la empresa, permite crear clasificadores y añadir estos a las características de los artículos a analizar. El nuevo clasificador “Artículo agrupado”, servirá para el análisis de consumos de los artículos listados previamente. El procedimiento que deberá aplicar el usuario de logística que crea un artículo se describe en la Figura 16.

**Figura 16.**

*Procedimiento para asignar un agrupador a un artículo creado*



**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla 15 se muestran ejemplos de 3 casos de agrupación de artículos.

**Tabla 15.**

*Cuadro de agregación o agrupación de artículos semejantes*

Cod. Art.	Descripción	Und	Línea	Familia	Artículo agrupado
0101005	TINTA ECO SOLVENTE BLACK	LTS	IMPRESIONES	TINTA Y TONER	TINTA GALAXI ECO SOLVENTE
0101006	TINTA ECO SOLVENTE CYAN	LTS			
0101007	TINTA ECO SOLVENTE MAGENTA	LTS			
0101008	TINTA ECO SOLVENTE YELLOW	LTS			
0103002	VINIL BLANCO MATTE MARCA A	M2	IMPRESIONES	VINILES	VINIL BLANCO
0103004	VINIL BLANCO MATTE MARCA B	M2		PARA	MATTE
0103017	VINIL BLANCO MATTE MARCA C	M2		IMPRESION	PROMOCIONAL
0103018	VINIL BLANCO MATTE MARCA D	M2			
0103003	VINIL BLANCO MATTE BLACK OUT MARCA A	M2	IMPRESIONES	VINILES	VINIL BLANCO
				PARA	MATTE BLACK
0103024	VINIL BLANCO MATTE BLACK OUT MARCA B	M2		IMPRESION	OUT

**Fuente:** Elaboración propia

El artículo agrupado fue finalmente implementado en el ERP de la empresa (ver Figura17), y su uso está involucrado a la clasificación ABC, tal como se describirá posteriormente.

**Figura 17.**

*Lista de artículos en ERP de empresa ABC*

The screenshot shows a window titled 'Consulta de Artículos' with a search bar and a table of items. The table has columns: Alm, Código, Descripción, Und, Stock, CostoMN, Línea, Familia, Clas., and Art. Agrupado. The 'Art. Agrupado' column is highlighted with a red box. The items listed include various toners and inks, with their corresponding grouped article names.

Alm	Código	Descripción	Und	Stock	CostoMN	Línea	Familia	Clas.	Art. Agrupado
MAT01	0101035	TONER XEROX VERSANT 80 YELLOW	UND	1.000	799.290	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TONER XEROX VERSANT 80
MAT01	0101034	TONER XEROX VERSANT 80 MAGENTA	UND	1.000	788.800	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TONER XEROX VERSANT 80
MAT01	0101033	TONER XEROX VERSANT 80 CYAN	UND	1.000	788.800	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TONER XEROX VERSANT 80
MAT01	0101036	TONER XEROX VERSANT 80 BLACK	UND	1.000	586.500	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TONER XEROX VERSANT 80
MAT01	0101085	TINTA PREDATOR UV INK YELLOW DE 5 LITROS	LTS	25.000	392.982	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TINTA PREDATOR UV
MAT01	0101084	TINTA PREDATOR UV INK MAGENTA DE 5 LITROS	LTS	25.000	393.151	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TINTA PREDATOR UV
MAT01	0101083	TINTA PREDATOR UV INK CYAN DE 5 LITROS	LTS	15.000	393.317	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TINTA PREDATOR UV
MAT01	0101082	TINTA PREDATOR UV INK BLACK DE 5 LITROS	LTS	15.000	393.317	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TINTA PREDATOR UV
MAT01	0101093	TINTA UV A20 RTR NUTECA A20 YELLOW (GRAND)	LTS	0.000	299.376	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TINTA NUTECA UV A20 RTR A20 (GRAND)
MAT01	0101092	TINTA UV A20 RTR NUTECA A20 MAGENTA (GRAND)	LTS	0.000	296.976	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TINTA NUTECA UV A20 RTR A20 (GRAND)
MAT01	0101091	TINTA UV A20 RTR NUTECA A20 CYAN (GRAND)	LTS	0.000	294.435	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TINTA NUTECA UV A20 RTR A20 (GRAND)
MAT01	0101090	TINTA UV A20 RTR NUTECA A20 BLACK (GRAND)	LTS	0.000	287.731	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	C	TINTA NUTECA UV A20 RTR A20 (GRAND)
MAT01	0101016	TINTA MIMAKI CS-100 YELLOW	LTS	14.000	132.141	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	A	TINTA MIMAKI ECOSOLVENTE CS-100
MAT01	0101015	TINTA MIMAKI CS-100 MAGENTA	LTS	12.000	132.238	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	A	TINTA MIMAKI ECOSOLVENTE CS-100
MAT01	0101014	TINTA MIMAKI CS-100 CYAN	LTS	14.000	132.372	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	A	TINTA MIMAKI ECOSOLVENTE CS-100
MAT01	0101013	TINTA MIMAKI CS-100 BLACK	LTS	8.000	132.523	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	A	TINTA MIMAKI ECOSOLVENTE CS-100
MAT01	0101010	TINTA MIMAKI ECOSOLVENTE RS4 YELLOW (V300)	LTS	2.000	205.535	IMPRESIONES	TINTA Y TONE	A	TINTA MIMAKI ECOSOLVENTE RS4 (V300)

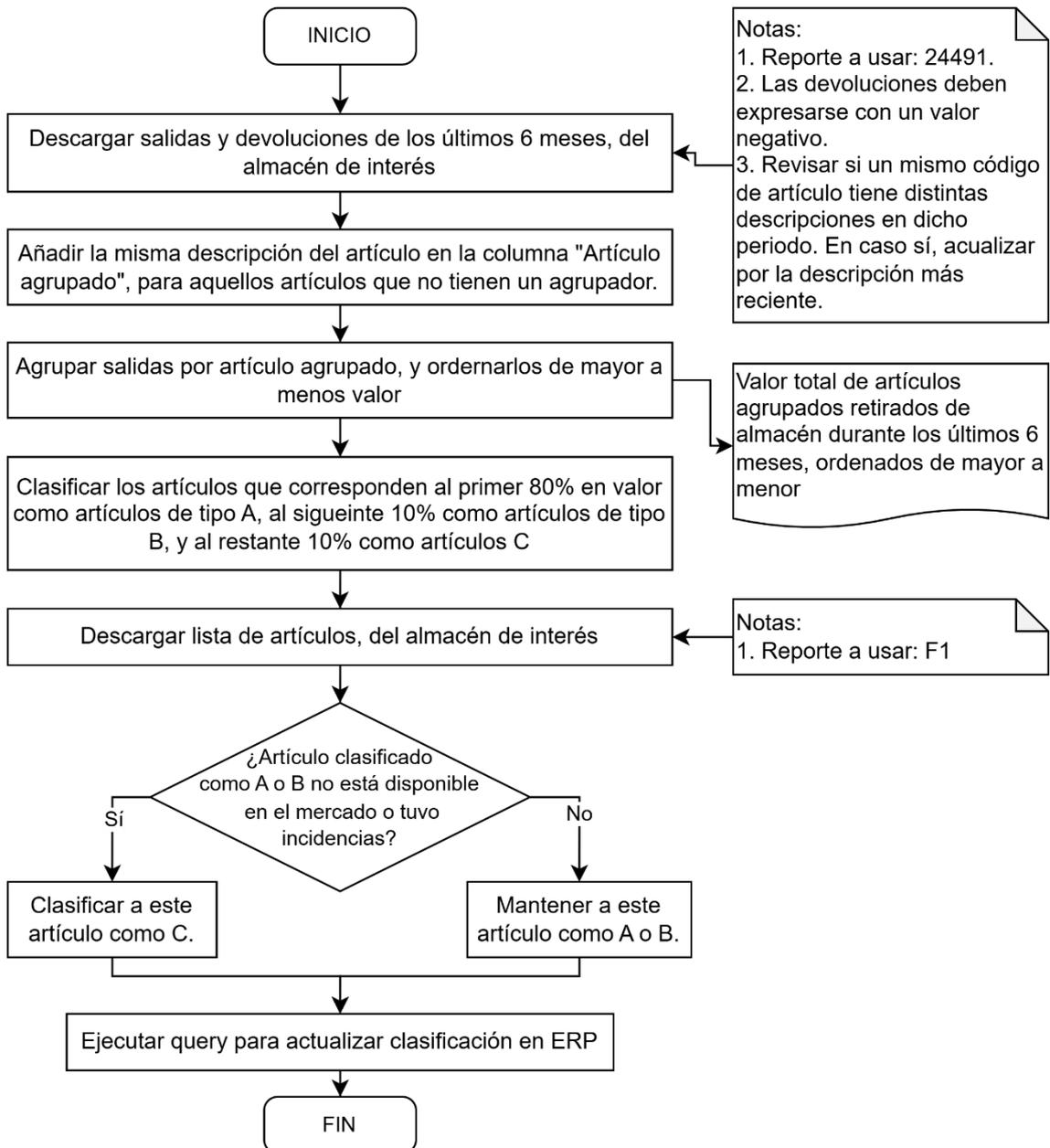
**Fuente:** Tomado del software ERP de la empresa

## Procedimiento para clasificación de artículos en categoría A, B o C.

El procedimiento se describe en la Figura 18, y se realizará mensualmente a fin de actualizar la data maestra de la empresa.

**Figura 18.**

*Procedimiento para clasificación de artículos en categoría A, B o C*



Fuente: Elaboración propia

Inicialmente se recopilan todas las salidas y devoluciones del almacén principal, localizado en Lima, durante los últimos 6 meses. Las devoluciones están expresadas en esta tabla con un valor negativo.

Posteriormente, se procede al filtrado de artículos que están dentro de la clasificación A y B, pero que se decide que no corresponden a esa clasificación en base a la experiencia más reciente u otras fuentes de información como:

- Resultados de pruebas de material.
- Historial de devoluciones, que hacen que un material sea calificado negativamente.
- Proyecciones de compra de activos fijos y su implicancia en la compra de insumos.
- Identificación de repuestos cuyo valor unitario es alto, como por ejemplo cabezales de impresoras, pero cuya rotación de baja (menos de 1 unidad por año), por lo que representan compras puntuales o a pedido.
- Entre otras causas.

Finalmente, se procede a actualizar en el ERP de la empresa, resultando que a diciembre 2023 se tienen establecidos:

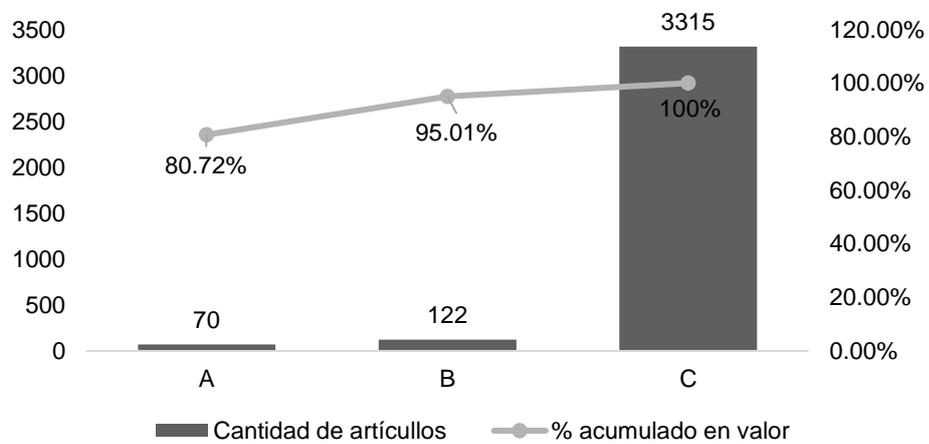
- Artículos de tipo "A" (70 artículos agregados de 3436 en total) (ver en Anexo 5).
- Artículos de tipo "B" (122 artículos agregados de 3436 en total) (ver en Anexo 6).

- Artículos de tipo “C”. Son los artículos no contemplados en los Anexos 5 y 6, corresponde a un total de 3244 artículos.

En la Figura 19 se muestra un comparativo entre el número de artículos según su clasificación y el valor en % que representan del total consumido durante el segundo semestre del 2023.

**Figura 19.**

*Cuadro resumen de artículos ABC a diciembre del 2023*



**Fuente:** Elaboración propia

### **3.3.2. Resultados del pronóstico de la demanda**

Tal como se especificó en el alcance la investigación (sección 1.4), se tomarán los 18 primeros artículos agrupados, del tipo A, para el análisis del pronóstico de la demanda (ver Tabla 16).

**Tabla 16***Artículos seleccionados para el cálculo de pronóstico de la demanda*

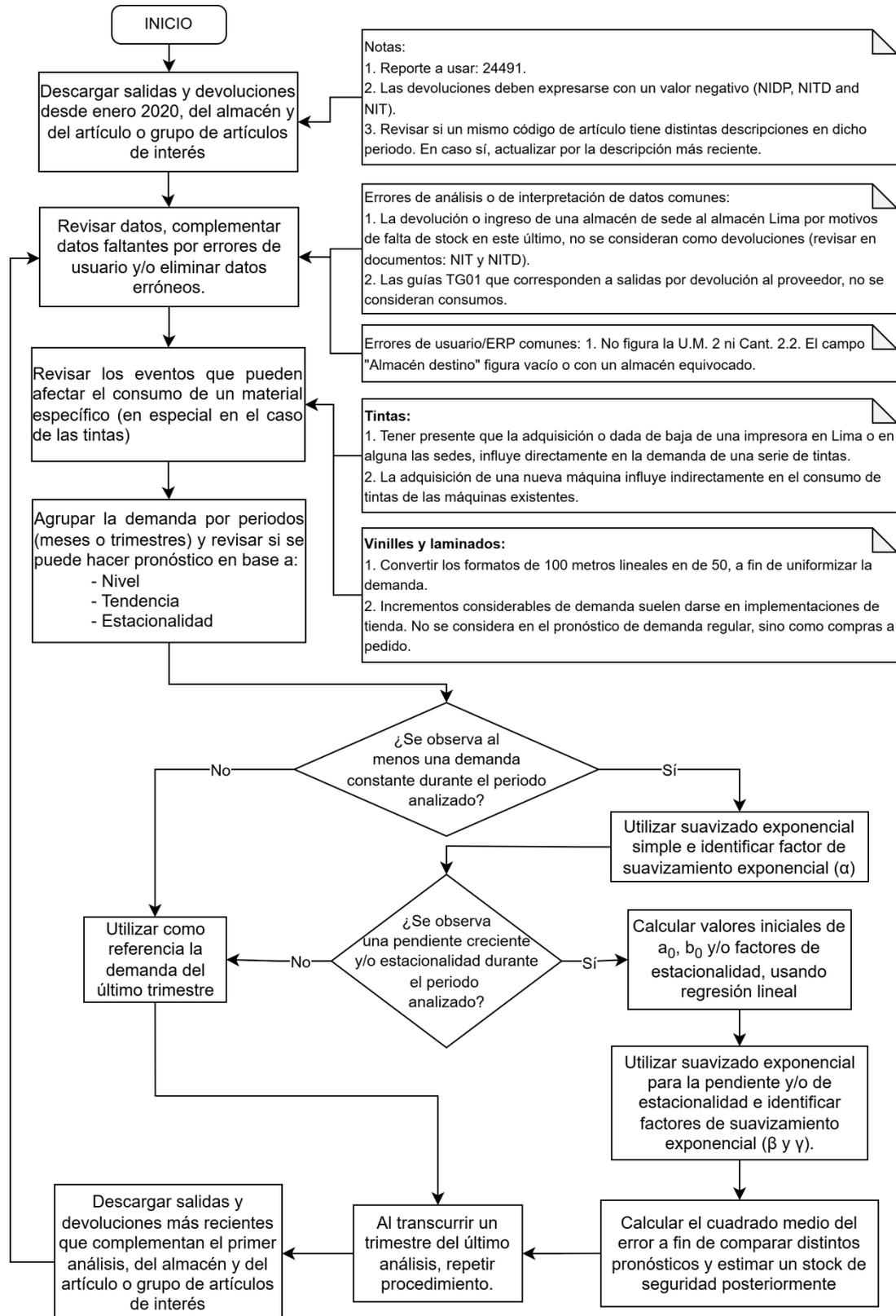
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Uni.</b>	<b>Art. Agrupado</b>
0101013	TINTA MIMAKI CS-100 BLACK	LTS	
0101014	TINTA MIMAKI CS-100 CYAN	LTS	TINTA MIMAKI ECOSOLVENTE CS- 100
0101015	TINTA MIMAKI CS-100 MAGENTA	LTS	
0101016	TINTA MIMAKI CS-100 YELLOW	LTS	
0101041	TINTA GRANDO UV INK YELLOW	LTS	TINTA GRANDO UV
0101042	TINTA GRANDO UV INK CYAN	LTS	
0101043	TINTA GRANDO UV INK MAGENTA	LTS	
0101044	TINTA GRANDO UV INK BLACK	LTS	
0101094	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 BLACK	LTS	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200
0101095	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 CYAN	LTS	
0101096	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 MAGENTA	LTS	
0101097	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 YELLOW	LTS	
0101103	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK BLACK	LTS	TINTA HANDTOP UV HK2-A3
0101104	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK CYAN	LTS	
0101105	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK MAGENTA	LTS	
0101106	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK YELLOW	LTS	
0103001	VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD	M2	VINIL BLANCO MATTE ARCLAD
0103003	VINIL BLANCO MATTE BLACKOUT ARCLAD	M2	VINIL BLANCO MATTE BLACK OUT
0103027	VINIL BLANCO MATTE BLACKOUT INTERTACK PRIME	M2	
0103036	VINIL BLANCO MATTE BLACKOUT RITRAMA	M2	
0104002	SINTRA BLANCA DE 2MM 1.22X2.44 M	PCH	
0104003	SINTRA BLANCA DE 3MM 1.22X2.44 M	PCH	
0104004	SINTRA BLANCA DE 5MM 1.22X2.44 M	PCH	

**Fuente:** Elaboración propia

Después del análisis, se estableció el procedimiento descrito en la Figura 20.

**Figura 20.**

*Procedimiento de pronóstico de demanda*



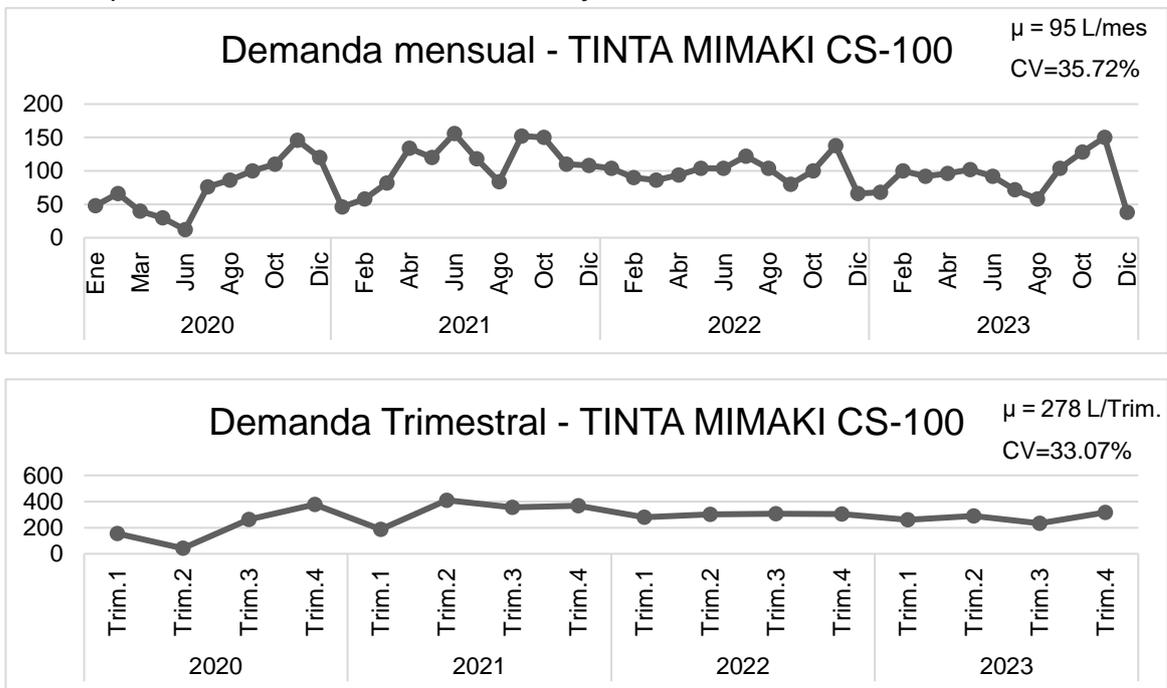
**Fuente:** Elaboración propia.

### Tintas Mimaki CS-100.

Actualmente esta serie de tintas, en presentación de 2 litros, se emplea para 2 impresoras en la sede principal y 1 en una sede norte. Inicialmente, la demanda mensual y trimestral de estas tintas son comparadas, específicamente el valor de los coeficientes de variación (CV) (ver Figura 21).

**Figura 21**

*Comparativo entre la demanda mensual y trimestral de las Tintas Mimaki CS-100*

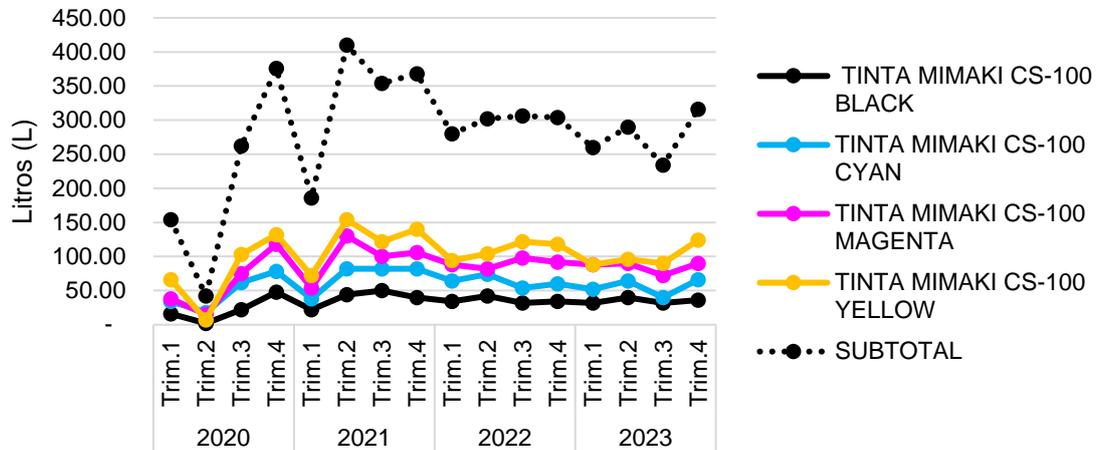


**Fuente:** Elaboración propia

Por tanto, se realiza un comparativo entre trimestres para el cálculo de pronósticos (ver Figura 22).

**Figura 22.**

*Demanda trimestral de tintas serie Mimaki CS-100*



**Fuente:** Elaboración propia

Los eventos que alteraron indirectamente la demanda en la sede Lima es:

- Durante el 2020 y primer semestre del 2021 las ventas bajaron considerablemente en la empresa debido a las consecuencias económicas de la pandemia COVID-19, por lo que no se usarán estos datos como referencia de demanda. Las ventas obtenidas durante este periodo eran eventuales y para campañas de señalética de prevención de contagio del virus, no correspondían necesariamente a las campañas de mercadeo que la Empresa ABC atendía normalmente.
- Ingreso de 1 máquina alterna en Lima en octubre del 2022 (Trim. 4 - 2022) y posteriormente de otra a mediados de octubre del 2023.

Se decide que el modelo tendrá nivel, pero no pendiente ni factor de estacionalidad, por lo que buscará obtener el valor óptimo de " $\alpha$ " (factor de suavizamiento exponencial para el nivel).

Usando las ecuaciones (7) y (8) presentadas en la sección 2.3.2, y seleccionando el valor óptimo de  $\alpha$ , estableciendo como objetivo el mínimo valor del ECM más reciente. Se empleará del complemento de Excel SOLVER.

Los resultados de esta secuencia se muestran en la Tabla 17 y la Figura 23:

**Tabla 17.**

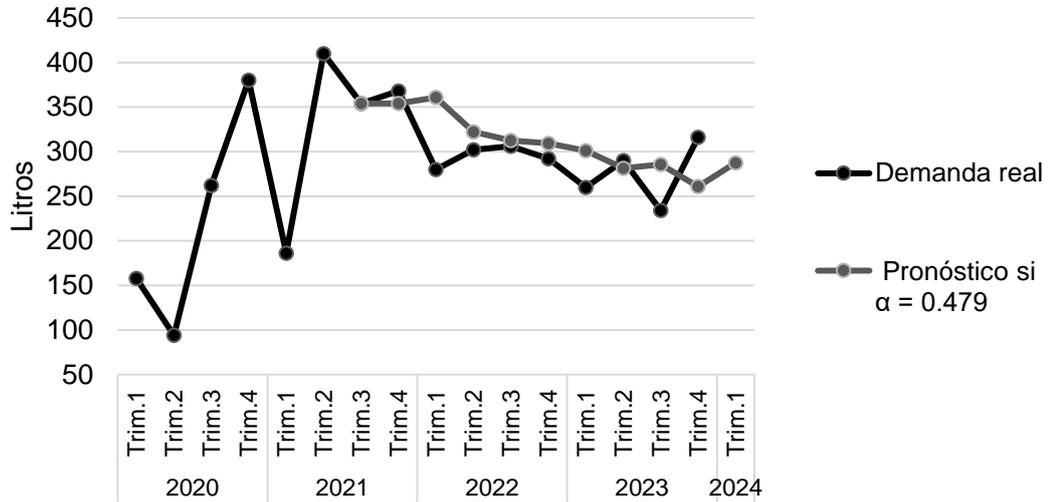
*Pronóstico de la demanda para tintas Mimaki serie CS-100 hasta Trim. 1 del 2024*

Años (Fecha)	Trimestres (Fecha)	Demanda real	Pronóstico si $\alpha =$ 0.479	Análisis de error		
				Valor elevado al cuadrado del error	Error cuadrático medio (ECM)	Actualización del ECM, utilizando suavizado exponencial
2020	Trim.1	158				
	Trim.2	94				
	Trim.3	262				
	Trim.4	380				
2021	Trim.1	186				
	Trim.2	410				
	Trim.3	354	354.00			
	Trim.4	368	354.00	196.00	196.00	
2022	Trim.1	280	360.71	6,514.46	3,355.23	511.92
	Trim.2	302	322.02	400.61	2,370.36	3,207.50
	Trim.3	306	312.42	41.20	1,788.07	2,253.90
	Trim.4	292	309.34	300.73	1,490.60	1,713.70
2023	Trim.1	260	301.03	1,683.23	1,522.71	1,500.23
	Trim.2	290	281.36	74.70	1,315.85	1,450.31
	Trim.3	234	285.50	2,652.34	1,482.91	1,382.67
	Trim.4	316	260.81	3,046.03	1,656.59	1,561.07
2024	Trim.1		287.27			

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 23.**

*Comparación de demanda real y pronosticada, para las tintas Mimaki CS-100*



**Fuente:** Elaboración propia

Posteriormente, se hace una distribución por color de tinta en base a la proporción de los consumos desde 2020-Trim.1 hasta 2023-Trim.4 (Tabla 18):

**Tabla 18.**

*Pronóstico de demanda de tinta de la serie Mimaki CS-100 por color*

	TINTA MIMAKI CS-100 BLACK	TINTA MIMAKI CS-100 CYAN	TINTA MIMAKI CS-100 MAGENTA	TINTA MIMAKI CS-100 YELLOW	TOTAL
<b>Proporción</b>	11.84%	21.38%	30.06%	36.72%	100%
<b>Demanda pronosticada en litros (valores son redondeados)</b>	36	64	90	110	300

**Fuente:** Elaboración propia

### Tintas Grando ecosolvente.

Esta serie de tinta cuya presentación es en botellas de 1 L, es usada en todas las sedes de la empresa, siendo Lima la sede de mayor consumo al contar con 2 impresoras. Dado que la empresa adquirió estas impresoras en diferentes momentos, estos se correlacionan directamente con el consumo de tinta por sede:

1. Ingreso de 1 máquina en Lima en octubre del 2022 (Trim. 4 - 2022).
2. Ingreso de 1 máquina en sede Arequipa en enero del 2022 (Trim. 1 - 2022).
3. Ingreso de 1 máquina en cada una de las sedes Piura y Trujillo en mayo del 2023 (Trim. 2 - 2023).

Los consumos durante el periodo 2021-Trim.3 hasta 2023-Trim.4, se muestran en la Tabla 19.

**Tabla 19.**

*Consumo de tintas Grando ecosolvente por destino, consolidadas trimestralmente*

LITROS		ALMACÉN DESTINO				
Años (Fecha)	Trimestres (Fecha)	IMPRESIONES - SEDE LIMA	SEDE AREQUIPA	SEDE CHICLAYO	SEDE PIURA	SEDE TRUJILLO
<b>2021</b>	Trim.3	61		96		
	Trim.4	97		9		
<b>2022</b>	Trim.1	76	73	26		
	Trim.2	126	80	91		
	Trim.3	208	67	70		
	Trim.4	355	101	95		
<b>2023</b>	Trim.1	242	33	45		
	Trim.2	381	75	55	60	65
	Trim.3	485	61	63	57	72
	Trim.4	495	83	69	57	58

**Fuente:** Elaboración propia

Inicialmente, se optó por seguir la demanda del último trimestre del 2023 para el pronóstico del próximo trimestre. Sin embargo, esta opción no da muchos valores necesarios para el cálculo de los factores de estacionalidad. Por tal motivo, se decide extrapolar los valores promedios de consumo en todas las sedes, para simular una situación en la que todas las sedes hayan tenido consumo desde el Trim. 3 del 2021.

El modelo de pronóstico tendrá nivel, pendiente y estacionalidad, por lo que se empleará la ecuación (A.2), así como los parámetros definidos en las ecuaciones (A.3), (A.4) y (A.5) (ver ecuaciones en el Anexo 5).

Inicialmente se calcularán los factores de estacionalidad normalizados mediante el uso del promedio móvil (ver columnas 4 y 5 de la Tabla 20). Estos factores son normalizados para que cumplan la condición de la ecuación (A.6) (ver Tabla 21), y se utilizarán para calcular la demanda desestacionalizada (columna 7 de la Tabla 20).

**Tabla 20.**

*Factores de estacionalidad y demanda desestacionalizada para tintas Grando ecosolvente*

Años (1)	Trimestres (2)	Demanda total (3)	Promedio móvil de 4 últimos trimestres (4)	Factores de estacionalidad iniciales (5)	Factores de estacionalidad normalizados (6)	Demanda desestacionalizada (7)
2021	Trim.3	352			1.01457572	346.94
	Trim.4	301	342.75	0.878191101	1.13667648	264.81
2022	Trim.1	298	371.75	0.801613988	0.822043352	362.51
	Trim.2	420	465	0.903225806	1.026704448	409.08
	Trim.3	468	501.25	0.933665835	1.01457572	461.28
	Trim.4	674	555.25	1.213867627	1.13667648	592.96
2023	Trim.1	443	622.75	0.711360899	0.822043352	538.90
	Trim.2	636	644.75	0.986428848	1.026704448	619.46
	Trim.3	738			1.01457572	727.40
	Trim.4	762			1.13667648	670.38
2024	Trim.1				0.822043352	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 21.**

*Cálculo de factores de estacionalidad normalizados*

Trimestre	Promedio de factores de estacionalidad iniciales	Factores de estacionalidad normalizados
Trim.1	0.76	0.8220
Trim.2	0.94	1.0267
Trim.3	0.93	1.0146
Trim.4	1.05	1.1367
<b>Total</b>	<b>3.68</b>	<b>4.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Se aplica regresión lineal a los valores de demanda desestacionalizada, con el único objetivo de estimar los valores iniciales de  $\hat{a}_0$  y  $\hat{b}_0$ . Luego de ejecutar el aplicativo SOLVER, se obtiene el valor mínimo del último ECM (última fila de la columna 10, tabla 22). Los resultados finales se muestran asimismo en la Figura 24.

**Tabla 22.**

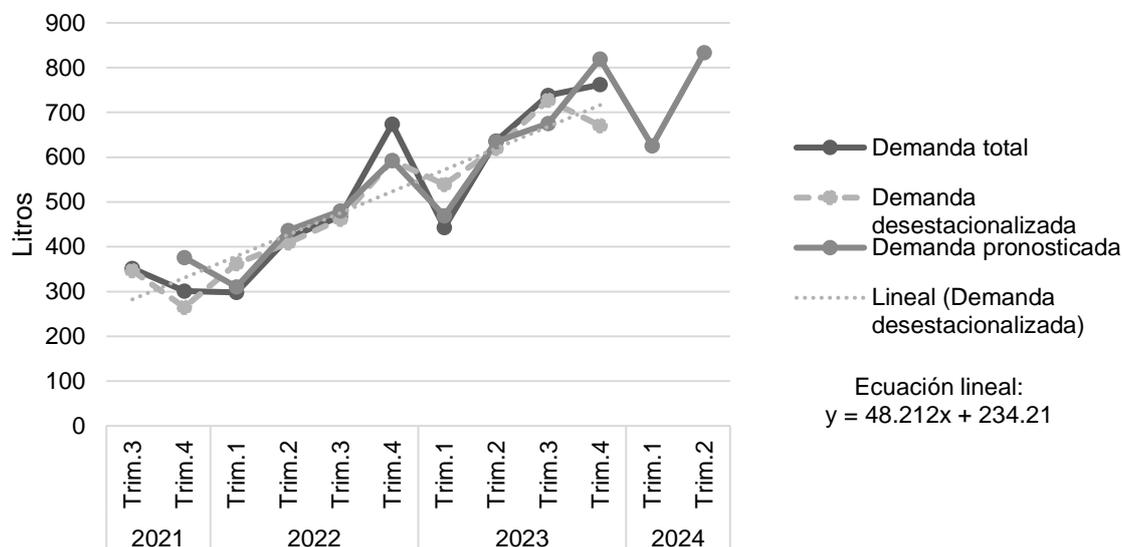
*Pronóstico de la demanda para tintas Grandeco ecosolvente hasta Trim. 2 del 2024*

Años (1)	Trimestres (2)	Demanda total (3)	$\hat{a}_t$ (4)	$\hat{b}_t$ (5)	$\hat{F}_t$ (6)	Demanda pronosticada (7)	Análisis de error		
							Valor elevado al cuadrado del error (8)	Error cuadrático medio (ECM) (9)	Actualización del ECM, utilizando suavizado exponencial (10)
2021	Trim.3	352	282.42	48.21	1.01				
	Trim.4	301	329.32	48.21	1.14	375.82	5,598.61	5,598.61	
2022	Trim.1	298	377.22	48.20	0.82	310.34	152.28	2,875.45	5,326.30
	Trim.2	420	425.10	48.20	1.03	436.79	281.81	2,010.90	2,745.77
	Trim.3	468	473.06	48.20	1.01	480.20	148.85	1,545.39	1,917.80
	Trim.4	674	522.70	48.21	1.14	592.51	6,641.16	2,564.54	1,800.18
2023	Trim.1	443	570.26	48.21	0.82	469.31	692.13	2,252.47	2,470.92
	Trim.2	636	618.49	48.21	1.03	634.99	1.03	1,930.84	2,139.90
	Trim.3	738	667.93	48.21	1.02	675.57	3,897.57	2,176.68	2,029.18
	Trim.4	762	715.13	48.21	1.14	819.49	3,304.89	2,302.04	2,233.09
2024	Trim.1					625.77			
	Trim.2					833.28			

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 24.**

*Comparación de demanda real y pronosticada, para las tintas Grando ecosolvente*



**Fuente:** Elaboración propia

Por último, se distribuye la cantidad pronosticada para los 2 próximos trimestres por cada color de tinta (ver Tabla 23)

**Tabla 23**

*Pronóstico de demanda de tinta de la serie Grando ecosolvente por color*

Código	Descripción	Uni.	Proporción	Demanda pronosticada	
				2024-Trim. 1	2024-Trim. 2
0101094	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 BLACK	LTS	16.17%	101	135
0101095	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 CYAN	LTS	21.14%	132	176
0101096	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 MAGENTA	LTS	28.43%	178	237
0101097	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 YELLOW	LTS	34.25%	215	285
<b>TOTAL DE TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200</b>			<b>100.00%</b>	<b>626</b>	<b>833</b>

**Fuente:** Elaboración propia

## Resultado de pronósticos de artículos seleccionados por muestreo.

Al culminar con el análisis de todos los artículos de muestreo, se consolidan todos los pronósticos en la Tabla 24.

**Tabla 24**

*Pronósticos para los 2 primeros trimestres del 2024 en los artículos seleccionados por muestreo*

Código	Descripción	Uni.	Pronóstico para 2024-Trim.1	Pronóstico para 2024-Trim.2
0101013	TINTA MIMAKI CS-100 BLACK	LTS	36	36
0101014	TINTA MIMAKI CS-100 CYAN	LTS	64	64
0101015	TINTA MIMAKI CS-100 MAGENTA	LTS	90	90
0101016	TINTA MIMAKI CS-100 YELLOW	LTS	110	110
0101041	TINTA GRANDO UV INK YELLOW	LTS	53	53
0101042	TINTA GRANDO UV INK CYAN	LTS	27	27
0101043	TINTA GRANDO UV INK MAGENTA	LTS	40	41
0101044	TINTA GRANDO UV INK BLACK	LTS	19	19
0101094	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 BLACK	LTS	101	135
0101095	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 CYAN	LTS	132	176
0101096	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 MAGENTA	LTS	178	237
0101097	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 YELLOW	LTS	215	285
0101103	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK BLACK	LTS	19	28
0101104	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK CYAN	LTS	20	29
0101105	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK MAGENTA	LTS	27	39
0101106	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK YELLOW	LTS	35	52
0103001	VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD	ROLLO DE 1.05x100M	25	26
0103001	VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD	ROLLO DE 1.40x50M	89	97
0103001	VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD	ROLLO DE 1.52x50M	148	159
0103027	VINIL BLANCO MATTE BLACKOUT INTERTACK PRIME	ROLLO DE 1.52X50M	74	75
0104002	SINTRA BLANCA DE 2MM 1.22X2.44 M	PCH	398	339
0104003	SINTRA BLANCA DE 3MM 1.22X2.44 M	PCH	1,284	1,272
0104004	SINTRA BLANCA DE 5MM 1.22X2.44 M	PCH	180	174

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.3.3. Implementación de mejoras en el proceso de abastecimiento**

La información de pronósticos de demanda ha permitido a la empresa:

- Informar con una antelación de al menos 3 meses sobre estas cantidades demandadas a los proveedores con los que se tiene una mejor relación comercial (mayor línea de crédito, mejores precios, y mayor rapidez de entrega), y a cambio de ello garantizar el stock con lo que abastecerán en los próximos meses a la empresa ABC.
- En caso un proveedor clave seleccionado no pueda abastecer en los meses siguientes la totalidad pronosticada, se busca proveedores alternativos con la antelación debida para compensar un posible déficit de parte del proveedor principal.
- Para el caso de los artículos importados, el pronóstico de demanda es esencial dado que se necesitan programar con una antelación de al menos de 3 meses. En la sección 3.3.4 se describirá los pasos para calcular las cantidades que se deben pedir semestralmente, tomando en cuenta el tiempo de entrega de 3 meses.

### **3.3.4. Diseño del modelo de optimización de inventarios**

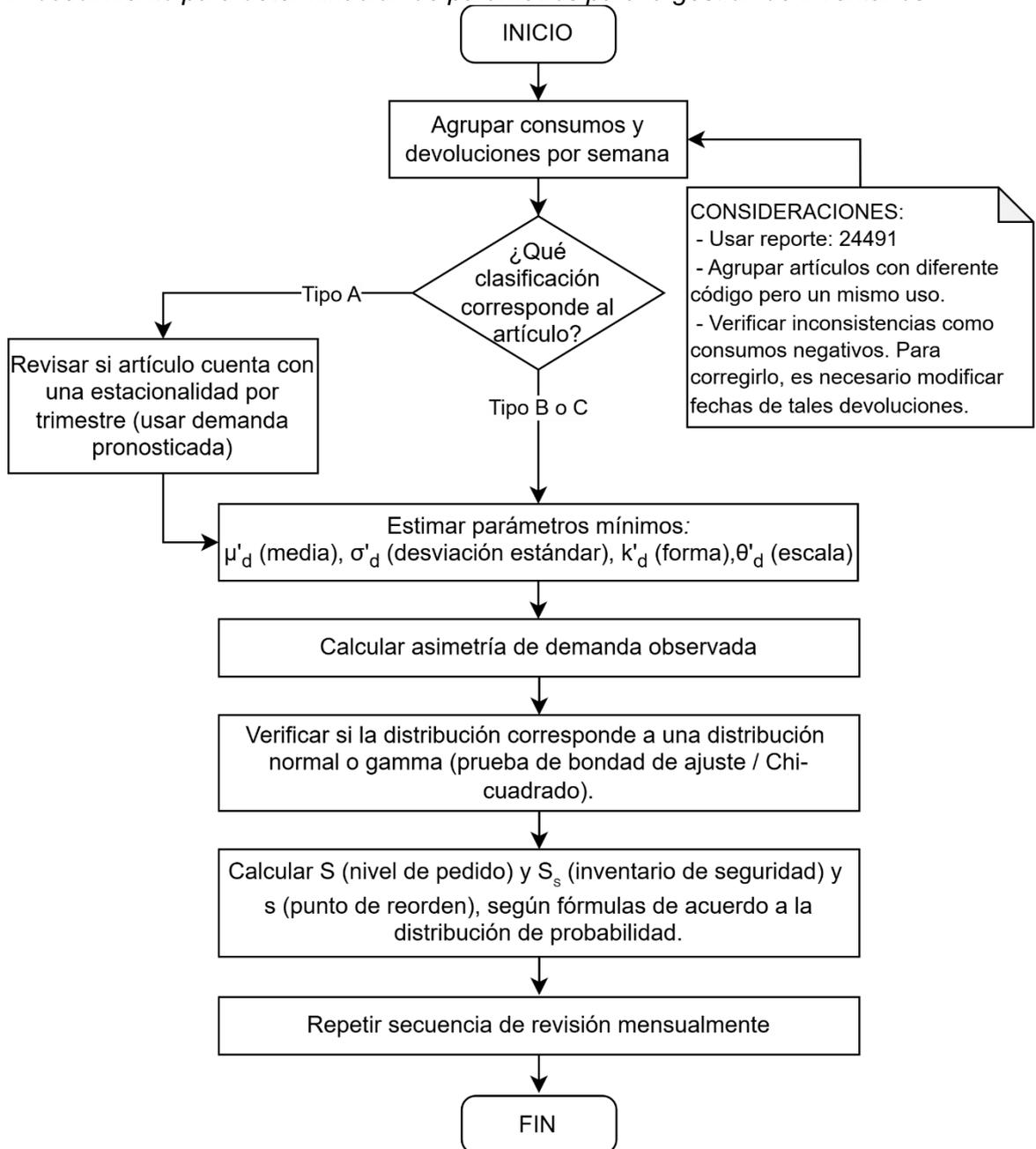
Se establece la siguiente secuencia descrita en la Figura 25 para la determinación de los siguientes parámetros, los cuales serán indicadores para que el personal de almacén de insumos pueda hacer los requerimientos de materiales basados en el historial de pedidos y en el pronóstico de demanda:

- S (nivel de pedido)
- $S_s$  (inventario de seguridad)

- $s$  (punto de reorden)

**Figura 25.**

*Procedimiento para determinación de parámetros para la gestión de inventarios*



**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.5. Implementación de método de revisión de inventario para artículos A (R, s, S)

Se tomaron los artículos listados en la Tabla 17, observando diferentes comportamientos en la distribución de demanda.

#### Tintas Mimaki CS-100.

Debido a que el fin es estandarizar una revisión y pedido semanal de estas tintas (R=1 semana), se tabularon los consumos y devoluciones de estas tintas desde julio del 2021 a diciembre del 2023 a fin de agruparlos semanalmente. Con ello se calcularon los parámetros mostrados en la Tabla 25:

**Tabla 25.**

*Parámetros de la demanda de tintas de la serie Mimaki CS-100*

Parámetro	Símbolo	BLACK	CYAN	MAGENT A	YELLOW
Media	$\mu_d$	2.84	4.19	6.92	8.38
Desviación estándar	$\sigma_d$	2.67	2.84	3.38	4.46
Valor mínimo de demanda semanal	$d_{\min}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Media (compensada): $\mu'_d = \mu_d - d_{\min}$	$\mu'_d$	2.84	4.19	6.92	8.38
<b>Parámetros para distribución Gamma:</b>					
Forma	$k'_d$	1.13	2.18	4.18	3.54
Escala	$\theta'_d$	2.52	1.92	1.65	2.37
<b>Cálculo de asimetrías</b>					
Valor esperado (distribución gamma)	$2(\sigma/\mu)$	1.88	1.35	0.98	1.06
Asimetría observada de demanda	$y_1$	0.93	1.03	0.54	0.72
Valor esperado (distribución normal)	$\sigma/\mu$	0.94	0.68	0.49	0.53

**Fuente:** Elaboración propia

Posteriormente, para la verificación de la prueba de bondad de ajuste, y determinar si la distribución de demanda se acerca más a la distribución probabilística normal o la gamma, se procede a ingresar la tabla de distribución de frecuencias por

cada artículo, y compararlo con las distribuciones teóricas (Tabla 27). Al mismo tiempo, se representa dicha comparación en la Figura 26.

**Tabla 26.**

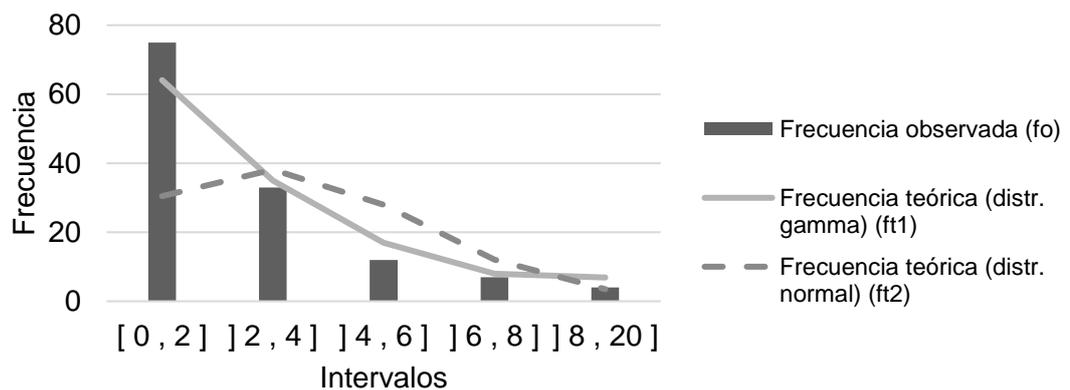
*Distribución de frecuencias de la demanda y frecuencias teóricas para la tinta Mimaki CS-100 black*

Límite inferior	Frecuencia observada ( $f_o$ )	Frecuencia teórica (distribución gamma) ( $f_{t1}$ )	Frecuencia teórica (distribución normal) ( $f_{t2}$ )	$(f_o - f_{t1})^2 / f_{t1}$ (distribución gamma)	$\chi^2_c = (f_o - f_{t2})^2 / f_{t2}$ (distribución normal)
[ 0, 2 ]	75	64.0847	30.4830	1.8592	65.0119
] 2, 4 ]	33	35.0160	38.1512	0.1161	0.6955
] 4, 6 ]	12	16.9509	27.9798	1.4460	9.1264
] 6, 8 ]	7	8.0038	12.0192	0.1259	1.3180
] 8, 20 ]	4	6.8795	3.5040	1.2053	
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>131</b>	<b>130.9350</b>	<b>112.1373</b>	<b><math>\chi^2_{c1}=4.7524</math></b>	<b><math>\chi^2_{c2}=76.1518</math></b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 26.**

*Comparativo de frecuencia de demanda semanal para la tinta Mimaki CS-100 black*



Fuente: Elaboración propia

Siendo las hipótesis y los parámetros para realizar la prueba de bondad de ajuste:

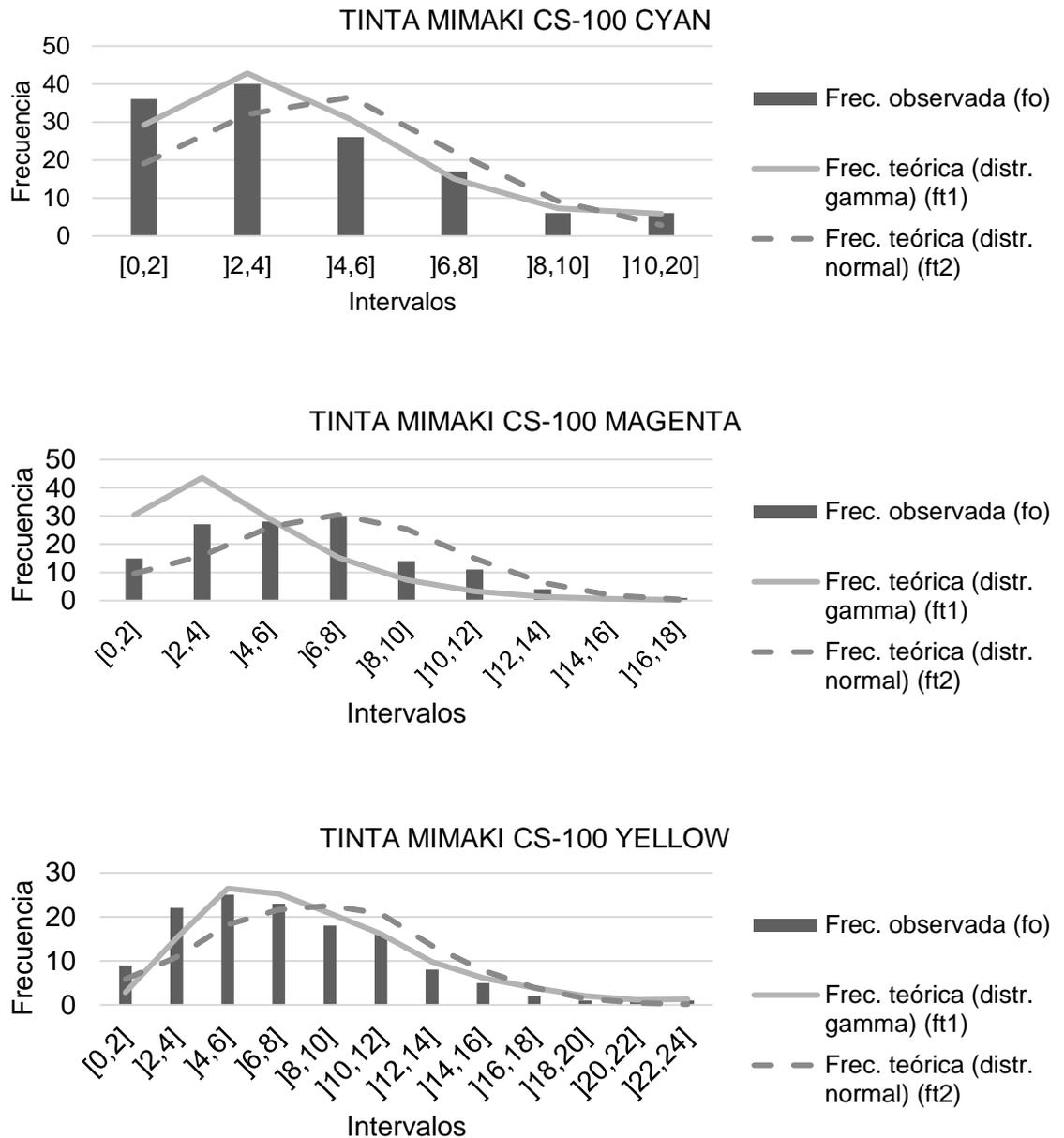
- $H_0: f_i(x) = f_o(x) \rightarrow$  Los datos observados se ajustan con un nivel de significancia de 5% a la distribución propuesta.
- $H_1: f_i(x) \neq f_o(x) \rightarrow$  Los datos observados no se ajustan con un nivel de significancia de 5% a la distribución propuesta.
- $\alpha=0.05 \rightarrow$  Nivel de significancia.
- $k=5 \rightarrow$  Número de clases (se opta por la distribución gamma para esta prueba).
- $p=2 \rightarrow$  Número de parámetros (forma y escala).
- $v=2 \rightarrow$  Grados de libertad ( $v = k - p - 1$ ).

Según las tablas estadísticas respectivas, el valor de  $\chi^2_{0.05,2}=5.9915$ . Dado que  $\chi^2_{c1} < \chi^2_{0.05,2}$ , se acepta la hipótesis  $H_0$ . Por tanto, la distribución de demanda se ajusta a la distribución gamma. La hipótesis también se respalda por lo observado en la Figura 26.

Análogamente, se procede a realizar el mismo análisis para el resto de las tintas de la serie Mimaki CS-100. Los histogramas son mostrados en la Figura 27:

**Figura 27.**

*Histogramas de demanda semanal – Tintas Mimaki CS-100 cyan, magenta y yellow*



**Fuente:** Elaboración propia

Una vez identificadas las distribuciones de probabilidad, se procede a calcular el nivel de pedido (S), stock de seguridad ( $S_s$ ) y punto de reorden (s) para un nivel de servicio de 95% (ver Tabla 27).

**Tabla 27.***Parámetros para la gestión de inventarios – Tintas Mimaki CS-100*

<b>Parámetro</b>	<b>TINTA MIMAKI CS-100 BLACK</b>	<b>TINTA MIMAKI CS-100 CYAN</b>	<b>TINTA MIMAKI CS-100 MAGENTA</b>	<b>TINTA MIMAKI CS-100 YELLOW</b>
Frecuencia de pedido (R)	2	2	2	2
Tiempo de entrega (L)	0.40	0.40	0.40	0.40
Tipo de distribución a la cual se ajusta la demanda	Gamma	Gamma	Normal	Gamma
<b>Valores calculados</b>				
Nivel de pedido (S)	14.73	18.20	25.22	32.65
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	7.92	8.14	8.62	12.53
Punto de reorden (s)	4.52	5.27	6.28	8.91
<b>Valores redondeados</b>				
Nivel de pedido (S)	16	20	26	34
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	8	10	10	14
Punto de reorden (s)	6	6	8	10

**Fuente:** Elaboración propia

### Tintas Grando ecosolvente.

Se aplica el mismo método descrito en la sección 3.3.4, y a la vez se toma en consideración las estacionalidades por cada trimestre. Los parámetros de la demanda se muestran en la Tabla 28.

**Tabla 28.**

*Parámetros de la demanda de tintas Grando ecosolvente*

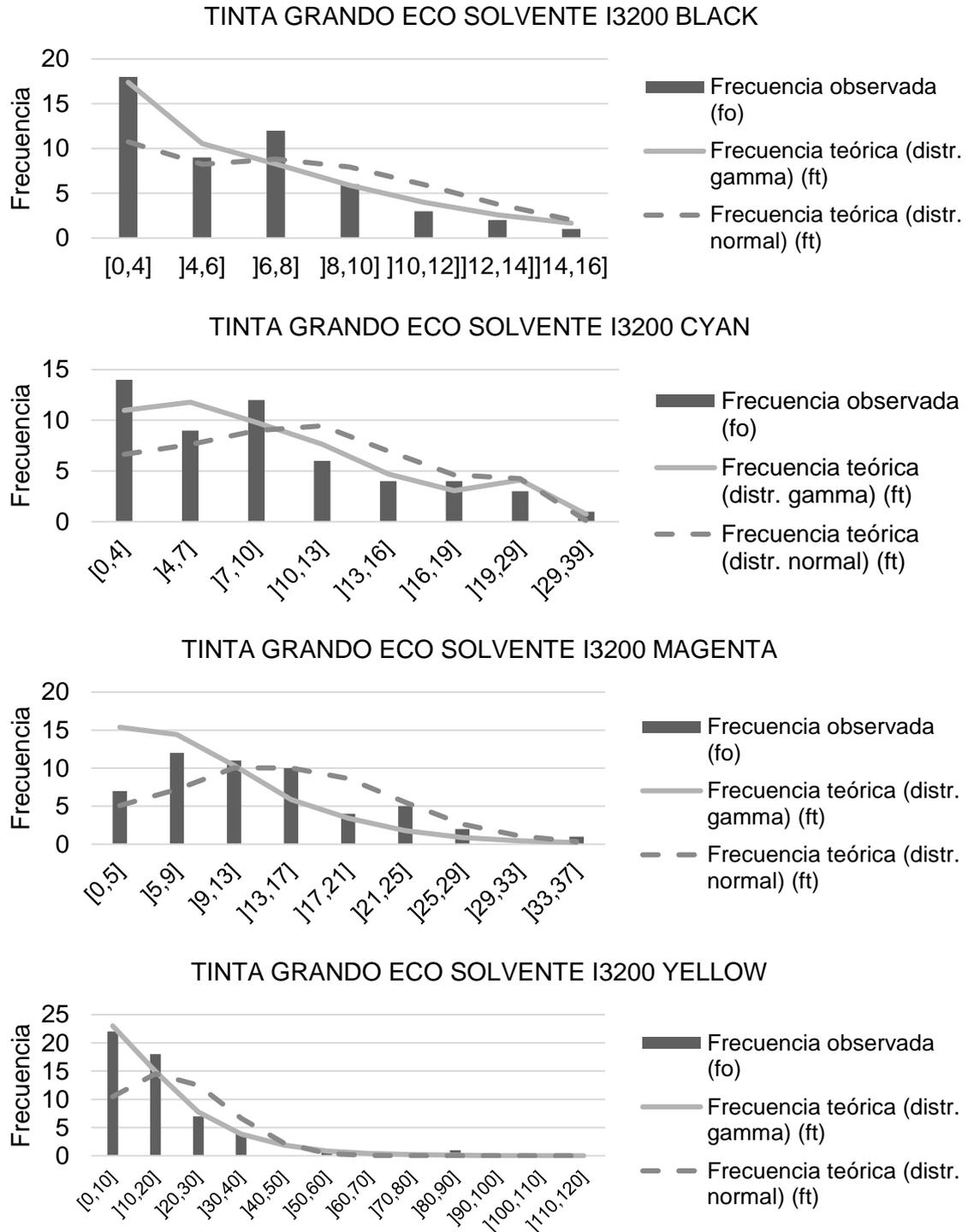
Parámetro	Símbol o	BLAC K	CYA N	MAGENT A	YELLO W
Media	$\mu_d$	6.77	9.45	13.66	16.66
Desviación estándar	$\sigma_d$	4.76	6.78	8.02	14.00
Valor mínimo de demanda semanal	$d_{min}$	0.00	0.00	0.00	1.00
Media (compensada): $\mu'_d = \mu_d - d_{min}$	$\mu'_d$	6.77	9.45	13.66	15.66
<b>Parámetros para distribución Gamma:</b>					
Forma	$k'_d$	2.03	1.94	2.90	1.25
Escala	$\theta'_d$	3.34	4.86	4.70	12.52
<b>Cálculo de asimetrías</b>					
Valor esperado (distribución gamma)	$2(\sigma/\mu)$	1.40	1.43	1.17	1.79
Asimetría observada de demanda	$y_1$	1.30	1.45	0.94	2.40
Valor esperado (distribución normal)	$\sigma/\mu$	0.70	0.72	0.59	0.89

**Fuente:** Elaboración propia

Asimismo, en la Figura 28 se muestran los histogramas de la demanda observada y teórica de cada tinta de la serie. Todos a excepción de la tinta magenta se ajustan a una distribución de probabilidad gamma.

**Figura 28.**

*Histogramas de demanda semanal – Tintas Grando Ecosolvente*



**Fuente:** Elaboración propia

Para esta línea de artículos, se opta por una revisión de inventario semanal de forma que el monto de las órdenes de compra excedería el monto tope señalado

por el área Financiera. En la Tabla 29, se muestran los valores de S, S<sub>s</sub> y s inicialmente calculados.

**Tabla 29.**

*Parámetros para la gestión de inventarios – Tintas Grando Ecosolvente*

<b>Parámetro</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 BLACK</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 CYAN</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 MAGENTA</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 YELLOW</b>
Frecuencia de pedido (R)	1	1	1	1
Tiempo de entrega (L)	0.40	0.40	0.40	0.40
Tipo de distribución a la cual se ajusta la demanda	Gamma	Gamma	Normal	Gamma
<b>Valores calculados</b>				
Nivel de pedido (S)	20.22	28.57	34.73	55.67
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	10.74	15.33	15.60	32.34
Punto de reorden (s)	8.75	12.39	13.80	24.46

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 30.**

*Valores calculados para la gestión de inventarios según estacionalidad– Tintas Grando Ecosolvente*

<b>Valores calculados</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 BLACK</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 CYAN</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 MAGENTA</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 YELLOW</b>
<b>Trimestre 1 / Factor de estacionalidad normalizado: 0.822043352</b>				
Nivel de pedido (S)	21	29	35	56
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	11	16	16	33
Punto de reorden (s)	9	13	14	25
<b>Trimestre 2 / Factor de estacionalidad normalizado: 1.026704448</b>				
Nivel de pedido (S)	21	30	36	58
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	12	16	17	34
Punto de reorden (s)	9	13	15	26
<b>Trimestre 3 / Factor de estacionalidad normalizado: 1.01457572</b>				
Nivel de pedido (S)	21	29	36	57
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	11	16	16	33
Punto de reorden (s)	9	13	15	25
<b>Trimestre 4 / Factor de estacionalidad normalizado: 1.13667648</b>				
Nivel de pedido (S)	23	33	40	64
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	13	18	18	37
Punto de reorden (s)	10	15	16	28

**Fuente:** Elaboración propia

A diferencia de las tintas Mimaki CS-100, dada la condición de estacionalidad, se emplean los factores mostrados en la Tabla 22 para el ajuste de los parámetros por cada trimestre, exceptuando el caso del trimestre 1, cuyo factor es **0.8220**, este no afecta el valor de  $S$ ,  $S_s$  y  $s$ . Los valores finales se muestran en la Tabla 30.

### Tintas Handtop UV.

Se presenta este caso particular, debido a que se cuentan con pocos datos de la demanda (tan solo 16 semanas desde septiembre hasta diciembre del 2023), por lo que las tablas de distribución de frecuencias no cumplen con las condiciones mínimas para realizar la prueba de bondad de ajuste. Los parámetros de demanda e histogramas se muestran en la Tabla 31 y Figura 29, respectivamente.

**Tabla 31.**

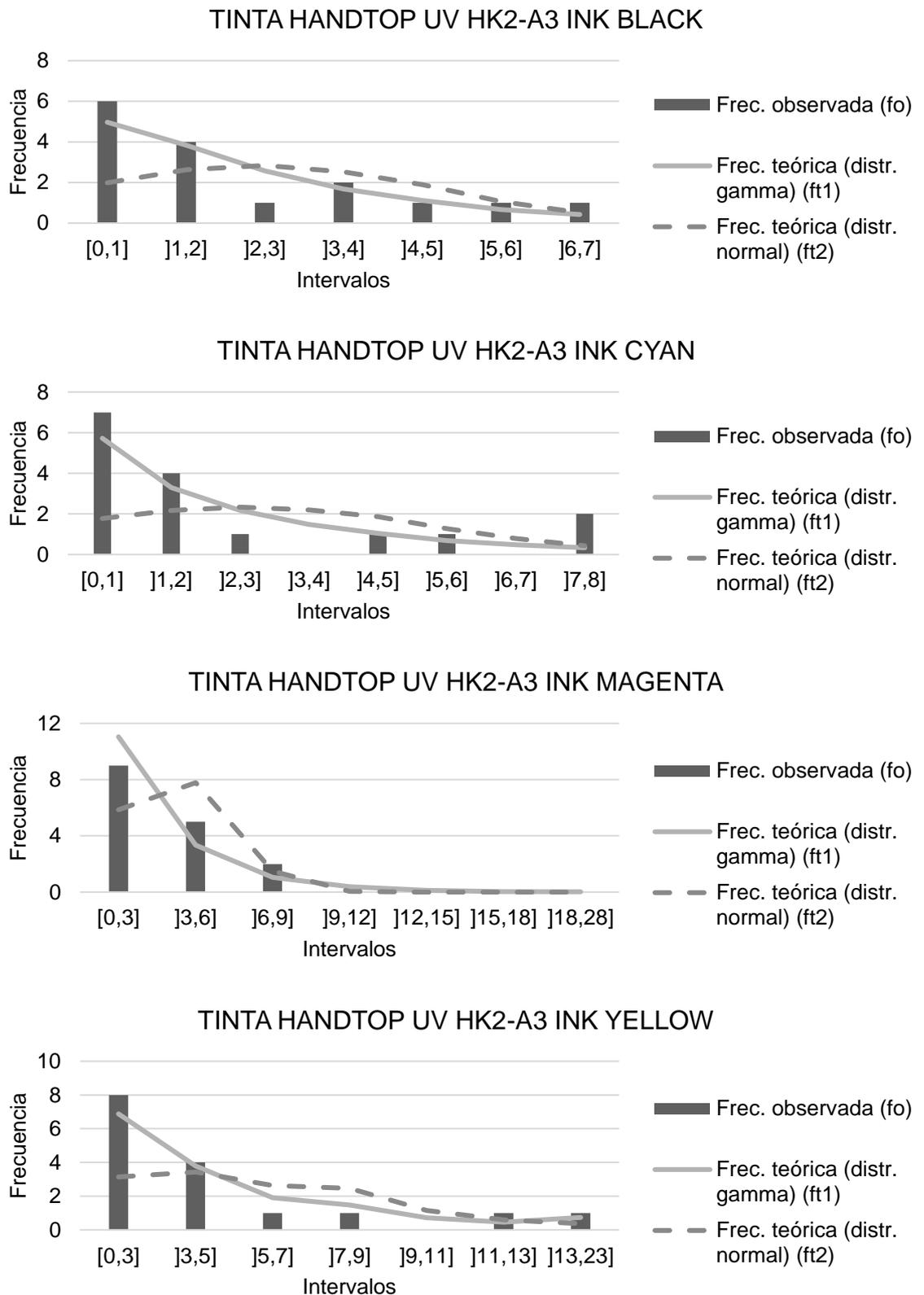
*Parámetros de la demanda de tintas Handtop UV*

Parámetro	Símbol $\sigma$	BLAC K	CYA N	MAGENT A	YELLO W
Media	$\mu_d$	2.38	2.50	3.31	4.44
Desviación estándar	$\sigma_d$	2.20	2.69	2.02	4.09
Valor mínimo de demanda semanal	$d_{min}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Media (compensada): $\mu'_d = \mu_d - d_{min}$	$\mu'_d$	2.38	2.50	3.31	4.44
<b>Parámetros para distribución Gamma:</b>					
Forma	$k'_d$	1.16	0.86	2.68	1.18
Escala	$\theta'_d$	2.05	2.90	1.23	3.77
<b>Cálculo de asimetrías</b>					
Valor esperado (distribución gamma)	$2(\sigma/\mu)$	1.86	2.15	1.22	1.84
Asimetría observada de demanda	$y_1$	0.60	0.98	0.30	1.32
Valor esperado (distribución normal)	$\sigma/\mu$	0.93	1.08	0.61	0.92

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 29.**

*Histogramas de demanda semanal – Tintas Handtop UV*



**Fuente:** Elaboración propia

Adicionalmente, se tomará en cuenta que el periodo de revisión de inventarios es semestral, dado los costos de importación implicados (pagos al agente de cargo y al agente de aduanas, gastos de transferencia internacional, tiempo empleado por el área de compras para gestionar la importación). Por otro lado, un periodo de revisión anual no sería posible dado el tiempo de vigencia de las tintas, el cual es de aproximadamente 1 año.

Respecto al tiempo de entrega, se establece un tiempo máximo de 3 meses.

En la Tabla 32, se presentan los valores calculados para a gestión de inventarios de estas tintas. Se considera una subdivisión semestral, ya que los pedidos se realizan a inicios y mediados de año.

**Tabla 32.**

*Valores calculados para la gestión de inventarios según estacionalidad– Tintas Handtop UV*

<b>Parámetro</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 BLACK</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 CYAN</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 MAGENTA</b>	<b>TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 YELLOW</b>
Frecuencia de pedido (R)	26	26	26	26
Tiempo de entrega (L)	13	13	13	13
Tipo de distribución a la cual se ajusta la demanda	Gamma	Gamma	Gamma	Gamma
<b>Valores calculados</b>				
Nivel de pedido (S)	116.37	126.71	150.64	217.13
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	23.75	29.21	21.45	44.07
Punto de reorden (s)	45.00	49.94	55.72	83.91
<b>Trimestres 2 y 3 / Factor de estacionalidad normalizado: 1.020640084</b>				
Nivel de pedido (S)	119	130	154	222
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	25	30	22	45
Punto de reorden (s)	46	51	57	86
<b>Trimestres 4 y 1 / Factor de estacionalidad normalizado: 0.979359916</b>				
Nivel de pedido (S)	114	125	148	213
Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	24	29	22	44
Punto de reorden (s)	45	49	55	83

**Fuente:** Elaboración propia

**Resultado de revisión de inventario de artículos seleccionados por muestreo.**

Al culminar con el análisis de todos los artículos de muestreo, se consolidan todos los valores para la gestión de inventarios en la Tabla 33.

**Tabla 33. (Parte 1 de 2)**

Valores calculados para la gestión de inventarios en los artículos seleccionados por muestreo

Código	Descripción	Uni.	Frec. de pedido (R)	Tiempo de entrega (L)	Tipo de distribución de demanda	Valores calculados			Valores redondeados			
						Nivel de pedido (S)	Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	Punto de reorden (s)	Nivel de pedido (S)	Inventario de seguridad (S <sub>s</sub> )	Punto de reorden (s)	
0101013	TINTA MIMAKI CS-100 BLACK	LTS	2	0.40	Gamma	14.73	7.92	4.52	-	16	8	6
0101014	TINTA MIMAKI CS-100 CYAN	LTS	2	0.40	Gamma	18.20	8.14	5.27	-	20	10	6
0101015	TINTA MIMAKI CS-100 MAGENTA	LTS	2	0.40	Normal	25.22	8.62	6.28	-	26	10	8
0101016	TINTA MIMAKI CS-100 YELLOW	LTS	2	0.40	Gamma	32.65	12.53	8.91	-	34	14	10
0101041	TINTA GRANDO UV INK YELLOW	LTS	1	0.40	Gamma	15.12	9.12	6.71	-	16	10	7
0101042	TINTA GRANDO UV INK CYAN	LTS	1	0.40	Gamma	8.51	5.45	3.79	-	9	6	4
0101043	TINTA GRANDO UV INK MAGENTA	LTS	1	0.40	Gamma	12.49	7.87	5.56	-	13	8	6
0101044	TINTA GRANDO UV INK BLACK	LTS	1	0.40	Gamma	6.72	4.45	2.98	-	7	5	3
0101094	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 BLACK	LTS	1	0.4	Gamma	20.22	10.74	8.75	Sí (Trim.1)	0.822	17	9
									Sí (Trim.2)	1.027	21	12
									Sí (Trim.3)	1.015	21	11
									Sí (Trim.4)	1.137	23	13
									Sí (Trim.1)	0.822	24	13
									Sí (Trim.2)	1.027	30	16
									Sí (Trim.3)	1.015	29	16
									Sí (Trim.4)	1.137	33	18
0101095	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 CYAN	LTS	1	0.4	Gamma	28.57	15.33	12.39	Sí (Trim.1)	0.822	29	13
									Sí (Trim.2)	1.027	36	17
									Sí (Trim.3)	1.015	36	16
									Sí (Trim.4)	1.137	40	18
0101096	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 MAGENTA	LTS	1	0.4	Normal	34.73	15.60	13.80	Sí (Trim.1)	0.822	29	13
									Sí (Trim.2)	1.027	36	17
									Sí (Trim.3)	1.015	36	16
									Sí (Trim.4)	1.137	40	18
0101097	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 YELLOW	LTS	1	0.4	Gamma	55.67	32.34	24.46	Sí (Trim.1)	0.822	46	27
									Sí (Trim.2)	1.027	58	34
									Sí (Trim.3)	1.015	57	33
									Sí (Trim.4)	1.137	64	37

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 33 (Parte 2 de 2)**

Valores calculados para la gestión de inventarios en los artículos seleccionados por muestreo

Código	Descripción	Uni.	Frec. de pedido (R)	Tiempo de entrega (L)	Tipo de distribución de demanda	Valores calculados				Valores redondeados			
						Nivel de pedido (S)	Inventario o de seguridad (S <sub>s</sub> )	Punto de reorden (s)	¿Factor de estacionalidad? (Sí/No)	Nivel de pedido (S)	Inventario o de seguridad (S <sub>s</sub> )	Punto de reorden (s)	Factor de estacionalidad
0101103	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK BLACK	LTS	26	13	Gamma	116.37	23.75	45.00	Sí (Trim.2&3)	1.021	119	25	46
0101104	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK CYAN	LTS	26	13	Gamma	126.71	29.21	49.94	Sí (Trim.2&3)	1.021	130	30	51
0101105	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK MAGENTA	LTS	26	13	Gamma	150.64	21.45	55.72	Sí (Trim.2&3)	1.021	154	22	57
0101106	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK YELLOW	LTS	26	13	Gamma	217.13	44.07	83.91	Sí (Trim.2&3)	1.021	222	45	86
0103001	VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD	ROLLO DE 1.05x100 M	1	0.40	Gamma	6.37	3.99	2.84	No	-	7	4	3
0103001	VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD	ROLLO DE 1.40x50M	1	0.40	Gamma	15.11	9.78	6.72	No	-	16	10	7
0103001	VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD	ROLLO DE 1.52x50M	1	0.40	Gamma	27.36	16.05	12.10	No	-	28	17	13
0103027	VINIL BLANCO MATTE BLACKOUT INTERTACK PRIME	ROLLO DE 1.52x50M	1	0.40	Gamma	14.46	7.76	6.27	No	-	15.00	8	7
0104002	SINTRA BLANCA DE 2MM 1.22X2.44 M	PCH	1	0.40	Gamma	341.50	189.48	149.32	No	-	342	190	150
0104003	SINTRA BLANCA DE 3MM 1.22X2.44 M	PCH	1	0.40	Gamma	216.96	136.79	96.62	No	-	217	137	97
0104004	SINTRA BLANCA DE 5MM 1.22X2.44 M	PCH	1	0.40	Gamma	69.51	46.53	30.77	No	-	70	47	31

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.6. Revisión de indicadores de inventario

#### Índice de rotación de inventarios

Al comparar los valores de inventario de los artículos seleccionados por muestreo, durante el periodo junio 2023 - agosto 2024, se obtienen los resultados presentados a continuación.

- Tintas Mimaki CS-100

Se recopilan el costo del material retirado de almacén, así como el valor promedio de almacén, ambos valores expresados en soles. Los resultados se presentan en la Tabla 34 y las Figuras 30 y 31.

**Tabla 34.**

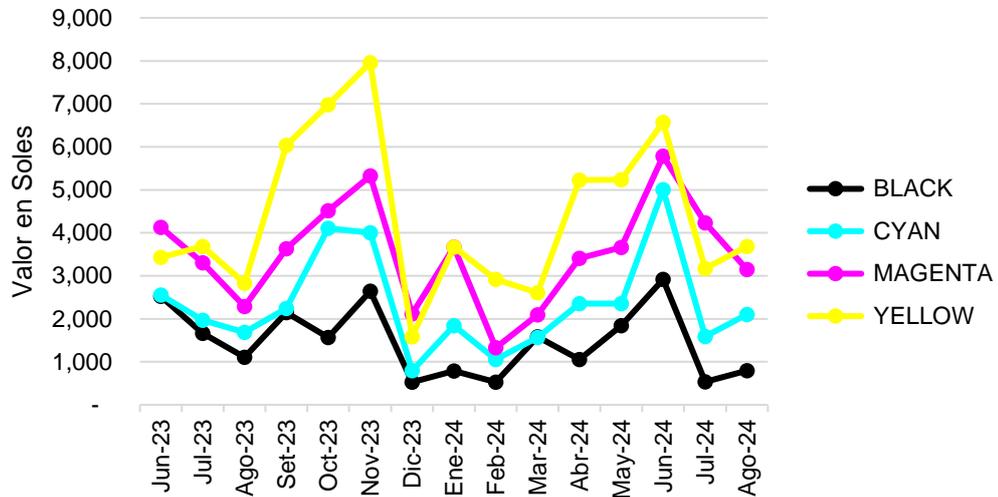
*Costo mensual y valor de inventario promedio mensual de tintas de la serie Mimaki CS-100*

MES- AÑO	COSTO DE MATERIA PRIMA UTILIZADA (EN SOLES)				VALOR DE INVENTARIO PROMEDIO MENSUAL (EN SOLES)			
	BLACK	CYAN	MAGENTA	YELLOW	BLACK	CYAN	MAGENTA	YELLOW
Jun-23	2528	2554	4131	3431	4253	8300	2977	11350
Jul-23	1661	1967	3306	3683	2667	6703	2703	8627
Ago-23	1106	1683	2285	2833	1703	4832	1872	5520
Set-23	2145	2240	3635	6039	1348	2971	2199	2797
Oct-23	1569	4106	4517	6977	2093	1447	1590	1656
Nov-23	2646	4003	5321	7961	1823	1803	2130	2289
Dic-23	530	794	2116	1586	1376	2050	2201	2361
Ene-24	789	1841	3667	3668	2047	2439	2223	2779
Feb-24	528	1058	1327	2916	3098	2867	3447	3097
Mar-24	1585	1568	2098	2603	2198	2867	3002	2985
Abr-24	1055	2357	3409	5227	2032	2637	2071	2269
May-24	1839	2357	3664	5235	3211	3967	2093	2245
Jun-24	2916	5004	5786	6571	1644	2688	2303	3302
Jul-24	532	1589	4234	3172	437	1618	1716	2905
Ago-24	795	2104	3148	3680	408	874	915	2433

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 30**

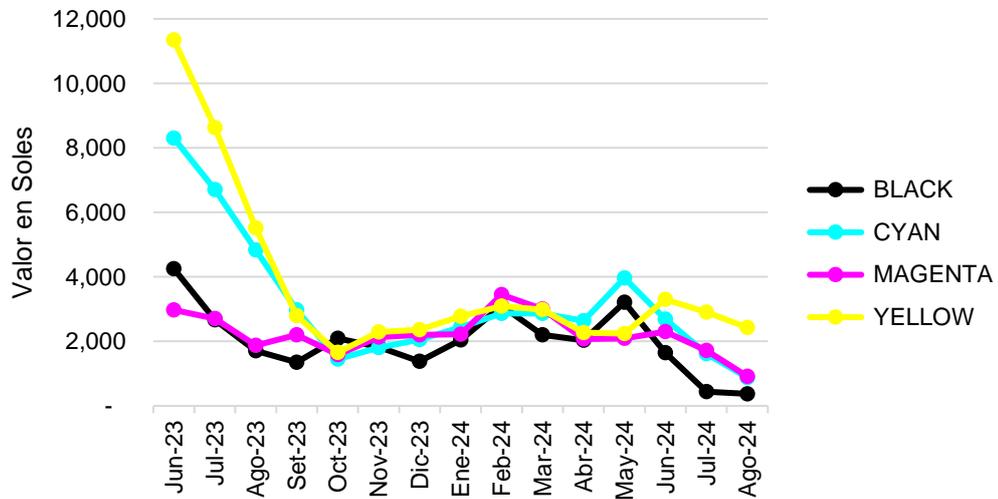
*Costo mensual de tintas de la serie Mimaki CS-100*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 31.**

*Valor de inventario promedio mensual de tintas de la serie Mimaki CS-100*



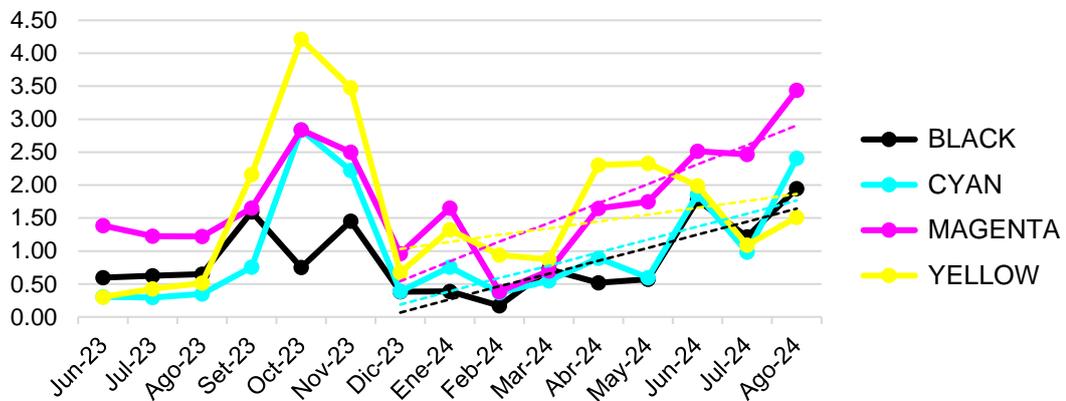
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 30 se observa una alta variabilidad en la demanda mes a mes, destacando picos significativos en noviembre de 2023 y junio de 2024. Además, la Figura 30 muestra una tendencia a la disminución del valor almacenado, manteniéndose así hasta el último mes en que se mide dicho valor.

En la Figura 32 se muestra el índice de rotación, observándose una mejora en este indicador desde enero de 2024 (ver líneas punteadas). Se aplica una regresión lineal para calcular el incremento mensual promedio de los índices de rotación, cuyos valores se presentan en la Tabla 35.

**Figura 32.**

*Índice de rotación de inventarios de tintas de la serie Mimaki CS-100 y líneas de tendencia de indicador a partir de diciembre 2024*



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 35**

*Índice de rotación de inventarios de tintas de la serie Mimaki CS-100 y variación mensual promedio de rotación de inventarios a partir de enero 2024*

MES-AÑO	BLACK	CYAN	MAGENTA	YELLOW
Jun-23	0.59	0.31	1.39	0.30
Jul-23	0.62	0.29	1.22	0.43
Ago-23	0.65	0.35	1.22	0.51
Set-23	1.59	0.75	1.65	2.16
Oct-23	0.75	2.84	2.84	4.21
Nov-23	1.45	2.22	2.50	3.48
Dic-23	0.39	0.39	0.96	0.67
Ene-24	0.39	0.75	1.65	1.32
Feb-24	0.17	0.37	0.39	0.94
Mar-24	0.72	0.55	0.70	0.87
Abr-24	0.52	0.89	1.65	2.30
May-24	0.57	0.59	1.75	2.33
Jun-24	1.77	1.86	2.51	1.99
Jul-24	1.22	0.98	2.47	1.09
Ago-24	1.95	2.41	3.44	1.51
<b>Incremento mensual con respecto a dic-23</b>	<b>54.14%</b>	<b>50.72%</b>	<b>30.65%</b>	<b>15.48%</b>

Fuente: Elaboración propia

- Consolidado de resultados

El método descrito en la sección anterior se aplica al resto de los artículos seleccionados para el muestreo, y los resultados se presentan en la Tabla 36. Se observa una mejora en la rotación de inventarios a partir de diciembre de 2023 o enero de 2024 en la mayoría de los artículos, con la excepción de la SINTRA BLANCA DE 5MM 1.22X2.44 M.

**Tabla 36. (Parte 1 de 2)**

*Variación mensual de rotación de inventarios de los artículos seleccionados por muestreo*

Descripción	Variación mensual de rotación de inventarios	Índices de rotación de inventarios por mes
TINTA MIMAKI CS-100 BLACK	54.14%	
TINTA MIMAKI CS-100 CYAN	50.72%	
TINTA MIMAKI CS-100 MAGENTA	30.65%	
TINTA MIMAKI CS-100 YELLOW	15.48%	
TINTA GRANDO UV INK YELLOW	10.96%	
TINTA GRANDO UV INK CYAN	26.84%	
TINTA GRANDO UV INK MAGENTA	28.48%	
TINTA GRANDO UV INK BLACK	23.40%	
TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 BLACK	5.53%	
TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 CYAN	3.82%	
TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 MAGENTA	2.60%	
TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 YELLOW	1.52%	

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 36. (Parte 2 de 2)**

*Variación mensual de rotación de inventarios de los artículos seleccionados por muestreo*

Descripción	Variación mensual de rotación de inventarios	Índices de rotación de inventarios por mes
TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK BLACK	4.39%	
TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK CYAN	16.24%	
TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK MAGENTA	26.24%	
TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK YELLOW	62.80%	
VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD - ROLLO DE 1.05x100M	13.55%	
VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD - ROLLO DE 1.40x50M	36.63%	
VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD - ROLLO DE 1.52x50M	21.78%	
VINIL BLANCO MATTE BLACKOUT INTERTACK PRIME - ROLLO DE 1.52X50M	26.93%	
SINTRA BLANCA DE 2MM 1.22X2.44 M	10.42%	
SINTRA BLANCA DE 3MM 1.22X2.44 M	9.42%	
SINTRA BLANCA DE 5MM 1.22X2.44 M	-7.24%	

**Fuente:** Elaboración propia.

Finamente, al consolidar el costo y el promedio de inventarios de los todos los artículos de la muestra, el resultado es un incremento mensual del 10.70% en el índice de rotación de inventarios (ver Tabla 37 y Figura 33).

**Tabla 37.**

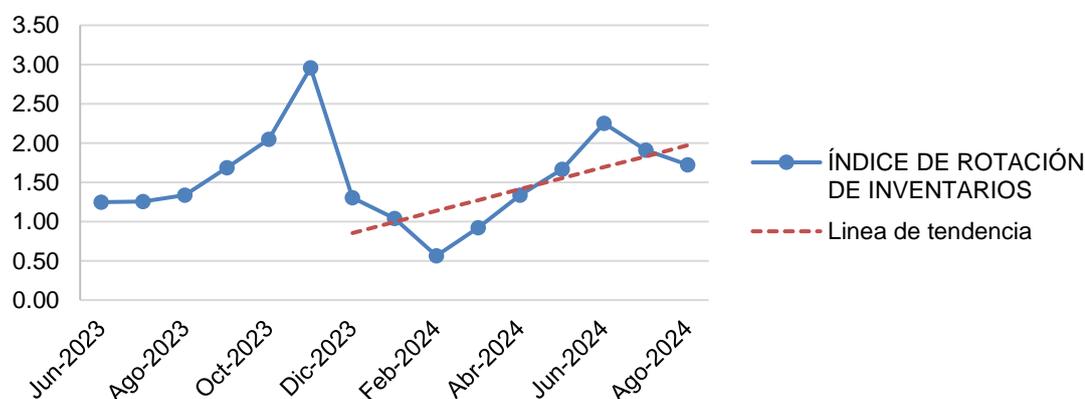
*Cálculo global de índice de rotación de inventarios de los artículos seleccionados para la muestra y variación mensual promedio de rotación de inventarios*

Mes-Año	Costo de materia prima utilizada (en soles)	Valor de inventario promedio mensual (en soles)	Índice de rotación de inventarios
Jun-2023	78,878	63,158	1.25
Jul-2023	80,345	63,935	1.26
Ago-2023	73,481	54,900	1.34
Set-2023	117,047	69,345	1.69
Oct-2023	132,758	64,831	2.05
Nov-2023	179,811	60,757	2.96
Dic-2023	57,859	44,313	1.31
Ene-2024	78,941	75,856	1.04
Feb-2024	43,309	76,761	0.56
Mar-2024	65,077	70,552	0.92
Abr-2024	85,496	64,026	1.34
May-2024	104,356	62,610	1.67
Jun-2024	107,003	47,548	2.25
Jul-2024	87,023	45,567	1.91
Ago-2024	86,763	50,418	1.72
<b>Variación mensual promedio de rotación de inventarios con respecto a diciembre 2023</b>			<b>10.70%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 33.**

*Índice de rotación de inventarios de todos los artículos de la muestra y línea de tendencia de crecimiento de indicador a partir de diciembre 2023*



Fuente: Elaboración propia

## Tasa de entrega de proveedores a tiempo

Para el cálculo de este indicador, es implementado un documento de evaluación que debe ser completado por el personal del área de almacén por cada vez que realizaba la nota de ingreso de una orden de compra, es decir, cada vez que el material es recibido en almacén (ver Figura 34). Los aspectos evaluados son: alcance (si el requerimiento fue cumplido en su totalidad o no), puntualidad (excelente, bueno e insatisfactorio) y calidad (excelente, bueno e insatisfactorio).

**Figura 34**

*Evaluación de alcance, puntualidad y calidad de cada ingreso de material*

20/09/2024 02:38:51 p. m.

Documento: NIN - Nota de Ingreso Nacional      Numero: 2401-0147

General | Detalle | Comentario

Anexo: 20257070876P      GRAFIMUNDO ETIQUETAS PAPELES Y AUTOADHESIVOS S.A.

Contacto: 1      GISSELA CAMARENA

Responsable: R004      Lourdes Sonia Tomaylla Yauyo

Solicitante:     

Documento:

Trabajo:      Item:     

Actividad:      Sub Item:      Item:     

1 - Alcance    2 - Puntualidad    3 - Calidad

¿Acepta la Puntualidad del ingreso de la Mercadería?

Evento	P	Detalle
<input type="checkbox"/> 1. Excelente	100	Todos Cump.
<input type="checkbox"/> 2. Bueno	80	1 No Cumplido
<input type="checkbox"/> 4. Insatisfactorio	40	(0) Req. Cump.

Comentario:     

Detalle:     

Inicio Pro: 20/09/2024 00:00 a. m.

Guardar      Cerrar

**Fuente:** Tomado del software ERP de la empresa

Las escalas establecidas son de 40 para la puntuación mínima, 80 para la puntuación buena o regular, y 100 para la máxima puntuación. Luego de ello, se

recopilan estos datos desde julio 2023 hasta agosto 2024. Los resultados son resumidos en la Tabla 38 y Figura 35.

**Tabla 38**

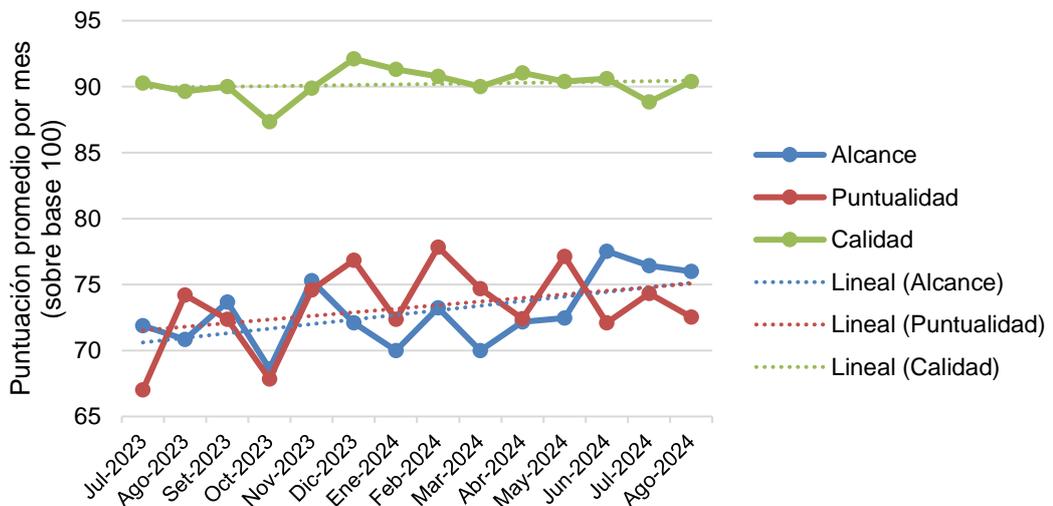
*Resultados de la evaluación realizada por el personal de almacén sobre las entregas de proveedores*

Mes-Año	Alcance	Puntualidad	Calidad
Jul-2023	71.89	67.03	90.27
Ago-2023	70.84	74.22	89.64
Set-2023	73.68	72.37	90.00
Oct-2023	68.61	67.85	87.34
Nov-2023	75.29	74.59	89.88
Dic-2023	72.11	76.84	92.11
Ene-2024	70.00	72.37	91.32
Feb-2024	73.23	77.85	90.77
Mar-2024	70.00	74.69	90.00
Abr-2024	72.18	72.41	91.03
May-2024	72.47	77.14	90.39
Jun-2024	77.53	72.10	90.62
Jul-2024	76.42	74.32	88.84
Ago-2024	76.00	72.53	90.40
<b>Incremento con respecto al valor inicial</b>	<b>6.27%</b>	<b>5.26%</b>	<b>0.59%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Figura 35.**

*Puntuación promedio en las entregas de proveedores y líneas de tendencia*



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 35 se observa que el cambio favorable más significativo ocurre en el aspecto de alcance, ya que las entregas cumplen con lo solicitado por el almacén con mayor frecuencia. También se registra una mejora en la puntualidad, gracias a la reducción de situaciones de urgencia debido a la disponibilidad de un stock de seguridad. El aspecto de calidad no ha mostrado cambios significativos, ya que los proveedores manejan productos estandarizados, y los errores de materiales, en su mayoría, son detectados por las áreas operativas, en vez de ser detectados por el personal de almacén en el momento de recibir el material.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA**

1. La adecuada clasificación de insumos mediante la técnica ABC influye en el incremento de la eficiencia de una empresa de impresión gráfica publicitaria, dado que se concentran mayores esfuerzos en los artículos de mayor relevancia económica (tipo A), mientras que se programan revisiones periódicas con menor frecuencia para los artículos que se saben tienen menor rotación de inventarios (tipo B y C).
2. Los pronósticos de la demanda de insumos contribuyen a incrementar la eficiencia en la empresa ABC, pues el área de compras tiene información que le permite negociar con los proveedores cantidades a comprar en un periodo futuro, así como plazo de entrega y condiciones de pago. Esto último tiene como objetivo garantizar una mayor liquidez a la empresa. Al mismo tiempo, los pronósticos de demanda son un factor para considerar en la gestión del inventario, como se observó en la sección 3.3.5 para el caso de las tintas Grandó ecosolvente y tintas Handtop UV.
3. Las políticas de inventario, según el tipo de insumo, contribuyen a incrementar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria. El aplicar por

primera vez en la empresa ABC el concepto de nivel de servicio de 95%, brinda una referencia clara al área de logística y almacén de en qué cantidades hacer los pedidos, en qué momento y cuál es el nivel de orden que servirá como alerta para saber con suficiente antelación que están ante un inminente punto de quiebre de stock.

4. El rediseño de prácticas de abastecimiento de insumos contribuye a incrementar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria. Además de las ventajas descritas en el punto 2 de esta sección, la empresa puede también mantener un flujo constante de insumos críticos, minimizando las interrupciones en la producción y reduciendo los riesgos asociados a la falta de materiales.

#### **4.2. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL**

1. Al tener un mejor control de los inventarios, se evita también tener sobre stock de artículos que expiran y pasan a ser desmedro. La disposición de artículos como tintas expiradas implica un impacto no solo en términos económicos sino también ambientales.
2. Al mejorar la frecuencia de pedidos a los proveedores, se reducen los eventos de urgencia que a la vez involucran un mayor número de fletes (transporte terrestre, marítimo, o aéreo en el peor de los casos, para tintas o repuestos de máquinas). Al reducir dichos eventos se tiene una menor huella de carbono por la reducción de generación de gases de efecto invernadero.

## CONCLUSIONES

La investigación realizada para aplicar mejoras en el control de inventarios en una empresa de impresión gráfica ha permitido obtener varias conclusiones importantes:

1. Mejora en la eficiencia del control de inventarios: La implementación de la clasificación ABC y los métodos de pronóstico de la demanda ha permitido una gestión más eficiente de los más de 3'400 SKU utilizados por la empresa. Esto ha optimizado el uso del espacio y los recursos financieros disponibles, garantizando que los productos más críticos estén disponibles sin mantener stocks excesivos.
2. Optimización de recursos financieros: Gracias a la correcta clasificación de los inventarios y la aplicación de políticas adecuadas de reabastecimiento e inventario, ha sido posible liberar capital que puede ser utilizado en otras áreas estratégicas de la empresa. El indicador empleado es índice de rotación de inventarios de los artículos analizados en la muestra, el cual tuvo un incremento mensual del 10.70% durante el periodo diciembre 2023 – agosto 2024.
3. Mayor precisión en el pronóstico de la demanda: La utilización de métodos avanzados para el pronóstico de la demanda ha facilitado la planificación de

inventarios y ha reducido las incidencias de faltantes o excedentes, mejorando así el nivel de servicio al cliente.

4. Reducción de tiempos de respuesta: Al garantizar la cobertura adecuada de stocks para los productos de mayor demanda, la empresa ha podido responder de manera más ágil a los pedidos de los clientes. Esto es crucial en un mercado competitivo donde la rapidez y la eficiencia son determinantes para mantener la satisfacción y lealtad del cliente.
5. Estrategias de abastecimiento sólidas: El establecimiento de relaciones estratégicas con proveedores clave ha asegurado un abastecimiento continuo y confiable. Esto se refleja en un aumento total del 6.27% en la puntualidad y del 5.26% en el cumplimiento de las entregas por parte de los principales proveedores, según la evaluación de recepción de compras.

En resumen, la implementación de un sistema robusto de control de inventarios basado en técnicas de clasificación y pronóstico, junto con una gestión estratégica de proveedores, ha permitido a la empresa de impresión gráfica mejorar significativamente su eficiencia operativa y competitividad en el mercado. Las metodologías y estrategias aplicadas en esta investigación pueden servir como referencia para otras empresas del sector que buscan optimizar sus procesos de gestión de inventarios.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda ensayar modelos en los que se simulen qué valores de beta y gamma son los óptimos, el modelo propuesto solo busca optimizar el valor óptimo de alfa, empleando el error cuadrático medio.

Asimismo, se recomienda aplicar el modelo de pronóstico de demanda y de control de inventarios al resto de artículos no considerados en la muestra, y también en las sedes de la empresa ABC, de forma que se pueda acordar con los proveedores principales el abastecimiento de materiales a estos destinos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APICS. (2017). Supply Chain Operations Reference Model - SCOR - Versión 12.0.  
<https://www.apics.org/docs/default-source/scor-training/scor-v12-0-framework-introduction.pdf>
- Burgin, T. A. (1975). The Gamma Distribution and Inventory Control. *Journal of the Operational Research Society*, 26(3), 507-525.  
<https://doi.org/10.1057/jors.1975.110>
- Caplice, C. (2018). MITx CTL.SC1x. *Supply Chain Fundamentals [MOOC]*.  
<https://www.edx.org/es/course/supply-chain-fundamentals>
- Castellanos Rose-Morrey, S., Sutta Casapino, J., & Noriega-Aranibar, M. T. (2024). *Improvement proposal in the logistics area of a winery from Los Aquijes district- Ica, through the SCOR model*.
- Chau De la Cruz, F. M., & Montero Lulli, C. L. (2018). *Desarrollo de algoritmos de pronóstico de demanda y planificación de compras para reducir excedentes y faltantes en la gestión de Stocks de un RETAIL farmacéutico Universidad Nacional de Ingeniería*. Lima. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/13262>
- Coyle, J. J., Langley, C. J., Gibson, B. J., & Novack, R. A. (2018). *Administración de la cadena de suministro: Una perspectiva logística*. Cengage Learning.
- Davenport, T. H., & Short, J. E. (1990). The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. 2024, 11-27.

<https://sloanreview.mit.edu/article/the-new-industrial-engineering-information-technology-and-business-process-redesign/>

Guerrero, H. (2017). *Inventarios, manejo y control*. Ecoe Ediciones.

Infantes Marcelo, C. (2019). *Implementación de un sistema de control de inventarios para mejorar los procesos de almacenamiento en una empresa proveedora de sistema contra incendios* Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10633>

Kerber, B., & Dreckshage, B. J. (2011). *Lean Supply Chain Management Essentials: A Framework for Materials Managers* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781439891223>

Malhotra, Y. (1998). Business Process Redesign: An Overview. *IEEE Engineering Management Review*, 3.

Nahmias, S., & Lennon Olsen, T. (2015). *Production and Operation Analysis*. Waveland Press.

Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. (2017). *Inventory and Production Management in Supply Chains*. Taylor & Francis.

Strijbosch, L. W. G., & Moors, J. J. A. (2002). Simulating an (R,s,S) Inventory System. *Econometrics*, 13.

Tapia Dextre, S. I. (2019). *Aplicación de un sistema logístico de planificación para la mejora en el proceso de control de inventarios en una empresa RETAIL tecnológica* Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/19884>

Vandeput, N. (2020). *Inventory Optimization: Models and Simulations*. Walter de Gruyter.

## ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: CUADRO DIAGNÓSTICO PARA EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	2
ANEXO 3: MODELO SCOR – MACROPROCESOS PLANEAR Y ABASTECER3	
ANEXO 3.1: MACROPROCESO PLANEAR .....	3
ANEXO 3.2: MACROPROCESO ABASTECER .....	7
ANEXO 4: PRONÓSTICOS DE DEMANDA.....	11
ANEXO 4.1: PRONÓSTICOS CON ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA....	11
ANEXO 4.2: PRONÓSTICO EXPONENCIAL SIMPLE.....	14
ANEXO 4.3: MEDICIÓN DEL ERROR DE PRONÓSTICO .....	15
ANEXO 5: ARTÍCULOS DE TIPO "A" .....	16
ANEXO 6: ARTÍCULOS DE TIPO "B" .....	19

# ANEXO 1: CUADRO DIAGNÓSTICO PARA EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

**Tabla A.1**

*Cuadro diagnóstico para el planteamiento del problema*

SÍNTOMAS	CAUSAS	PRONÓSTICO	CONTROL AL PRONÓSTICO
<p>1. 54.87% de los artículos en existencia no han tenido salida en los últimos 6 meses (reporte a dic. 2022), mientras que, al mismo tiempo, ocurre que se quiebra el stock mínimo de seguridad o inclusive se llega a tener un stock de 0 en artículos de alta rotación.</p> <p>2. Existen compras de último momento, por la urgencia. Esto deja sin posibilidad al área de Logística de negociar precios u obtener un mayor crédito.</p> <p>3. Las compras de artículos de una misma familia de productos son reiterativas. Se pierde así la posibilidad de consolidar un pedido y generar una menor cantidad de órdenes de compra.</p>	<p>1. Personal con desconocimiento en gestión de inventarios, y no clasifican los artículos de tipo A, B y C.</p> <p>2. No se tienen pronósticos de demanda de artículos, más que solo estimaciones empíricas.</p> <p>3. El punto de pedido es calculado empíricamente. Y no se tienen políticas de inventario establecidas o estandarizadas.</p>	<p>1. La empresa perderá competitividad, al no ofrecer tiempos de entrega suficientemente cortos para atender a los clientes, o tener retrasos en los tiempos de entrega estipulados.</p> <p>2. También se impactará en los márgenes de utilidad, puesto que las compras no planificadas y urgentes generan sobrecostos (consumo de horas hombre no laboradas, más horas hombre del área logística y de almacén, horas máquina no empleadas).</p>	<p>Es necesario un cambio en el método de control de inventarios, mediante la implementación de técnicas de tanto para el pronóstico de demanda como de políticas de inventario; y rediseño de las prácticas de abastecimiento.</p>

**Nota:** Referencia tomada de Méndez (Metodología: diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales, 2011, pág. 170).

## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Tabla A.2**  
*Matriz de consistencia*

PROBLEMA	¿El rediseño de un método de control de inventarios incrementará la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria?		
OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Rediseñar el método de control de inventarios de insumos para incrementar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar el cuestionario SCOR para el diagnóstico de la situación inicial de la empresa.</li> <li>- Clasificar los insumos de acuerdo con el método ABC.</li> <li>- Identificar métodos adecuados de pronóstico de demanda de insumos y aplicarlos en los artículos del muestreo.</li> <li>- Implementar mejoras en el abastecimiento de insumos.</li> <li>- Diseñar las políticas de inventario según el tipo de insumo.</li> <li>- Implementar las políticas de inventario según el tipo de insumo.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El rediseño del método de control de inventarios de insumos incrementará la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La adecuada clasificación de insumos mediante la técnica ABC influirá en el incremento de la eficiencia de una empresa de impresión gráfica publicitaria.</li> <li>- Los pronósticos de la demanda de insumos contribuirán a incrementar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria.</li> <li>- Las políticas de inventario, según el tipo de insumo, contribuirán a incrementar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria.</li> <li>- El rediseño de prácticas de abastecimiento de insumos contribuirá a incrementar la eficiencia en una empresa de impresión gráfica publicitaria.</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente (X):</b></p> <p>Rediseño del método de control de inventarios de insumos</p>	<p><b>Enfoque de la investigación:</b> cualitativa</p> <p><b>Población y muestra:</b> La población de datos son los movimientos de stock de insumos en la empresa ABC; y la muestra es una lista de 18 artículos en el almacén principal Lima, desde el 2021 al 2024.</p> <p><b>Técnica de recolección de datos:</b> análisis de documentos.</p> <p><b>Procedimiento de recolección de datos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selección de muestra por relevancia.</li> <li>2. Extracción de datos mediante consultas a reportes en el ERP o queries en base de datos.</li> <li>3. Verificación de calidad de datos</li> <li>4. Uso de análisis estadístico y modelos matemáticos.</li> <li>5. Verificación de validez y confiabilidad.</li> </ol> <p><b>Limitaciones:</b> Imprecisión o error en los datos recopilados, ya sea en las fechas, cantidades o artículo en cuestión.</p>

**Nota:** Elaboración propia

## **ANEXO 3: MODELO SCOR – MACROPROCESOS PLANEAR Y ABASTECER**

El modelo SCOR cuenta con cinco componentes, de los cuales la presente investigación se enfocará en dos: planear y abastecer. Las tablas A.3 y A.4 presentan los estándares mínimos según SCOR, junto con un promedio de las respuestas obtenidas luego de aplicar el cuestionario con miembros del equipo de logística y almacén.

### **ANEXO 3.1: MACROPROCESO PLANEAR**

Los procesos de planificación describen las actividades asociadas con el desarrollo de planes de la cadena de suministro. Partiendo de la demanda, estos procesos recopilan información sobre los recursos disponibles y los requisitos de equilibrio entre la demanda y la oferta, para determinar las capacidades y las variaciones de la demanda o los recursos. Este componente es de importancia crucial para todo el marco. A lo largo de esta etapa, los analistas consideran diferentes flujos de información, evalúan las peculiaridades relevantes de sus entornos y desarrollan pronósticos sobre la demanda.

**Tabla A.3***Aplicación de cuestionario SCOR – macroproceso planear*

<b>1.0 PLANEAR</b>				
<b>1.1. PLANEAMIENTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO</b>		<b>Rpta.</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>
	Se tiene asignado a un responsable de la gestión del proceso de estimación de la demanda.	No		-
	La inteligencia de mercado es utilizada para proyectar la demanda a largo plazo.	No		-
1.1.1. Proceso de Estimación de la demanda	La inteligencia de mercado es procesada y analizada con base temporal/estacional.	No		-
	Los cambios planeados en productos, precios y promociones son considerados en la proyección.	No	3	-
	El planeamiento, pronósticos y reabastecimiento colaborativos (técnica CPFR) son utilizados adecuadamente.	No		-
	Se mide la desviación del pronóstico vs. lo real.	No		-
	Los pronósticos de corto plazo son revisados semanalmente como mínimo.	No		-
	Los pronósticos son actualizados con las ventas reales.	No		-
1.1.2. Metodología de pronóstico	Inteligencia de mercado es actualizada en los informes mensuales del personal de campo clientes y proveedores.	No	3	-
	Se usan métodos apropiados para generar pronósticos.	No		-
	Todas las fuentes de datos son evaluadas para ver su exactitud	No		-
	Las ventas y planificación de Operaciones (S&OP) a través de actividades específicas, previenen obstáculos en coordinación con marketing, ventas y finanzas.	No		-
1.1.3. Planeación de ventas y operaciones	Las reuniones formales mensuales se llevan a cabo para abordar las cuestiones de funcionamiento empresarial y enlazar la estrategia del negocio con las capacidades operativas.	Sí	3	0.75
	Existe coordinación funcional para satisfacer los requerimientos del mercado.	Sí		0.75
	Un único pronóstico operacional es acordado por las distintas unidades funcionales.	No		-
1.1.4. Planeamiento del desempeño	Los requerimientos de mercado (por ejemplo, cuota de mercado) están validados para su viabilidad financiera.	No	3	-
	La administración entiende las necesidades financieras y los compromisos en todas las áreas funcionales.	No		-

financiero	Los contratos de fabricación y/o almacenamiento por terceros consideran los picos de demanda.	No		-
	La administración entiende que existen requerimientos extras para soportar las actividades de diseño, fabricación y envío al mercado.	Sí		0.75
1.1.5. Pronóstico de mercado	La investigación de mercado se lleva a cabo incorporando las necesidades de nuevos clientes potenciales.	No	3	-
	La planificación de nuevos productos (incluyendo productos de la competencia) está incluido en los estudios de investigación de mercado.	No		-
1.1.6. Ejecución de reordenes	Las reordenes son basadas en sistemas sencillos de planificación eficaz con el apoyo de técnicas de control apropiadas.	No	3	-
	Los requisitos del sistema del MRP se basan en plazo mínimos de ejecución, pedidos del cliente, horizontes del pronóstico.	No		-
1.1.7. Plan para devoluciones	Las devoluciones son planeadas basándose en la información del producto y los clientes.	No		-
	El ciclo de vida del producto los requerimientos de repuestos son considerados.	Sí	3	1
	Los procesos son claramente documentados y monitoreados.	No		-
<b>1.2. ALINEAMIENTO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA</b>		<b>Rpta.</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>
1.2.1. Técnicas de control	Técnicas de control apropiadas (MTS, MTO) son usadas y revisadas periódicamente a fin de reflejar los cambios en la demanda en la capacidad disponible.	No	3	-
	El inventario y los tiempos de entrega son estudiados y optimizados.	Sí		1.50
1.2.2. Gestión de la demanda manufactura	Se realiza un balance proactivo entre servicio alto al cliente versus eficiencia de producción minimizando así el inventario.	No		-
	Los planes de demanda son compartidos con proveedores a fin de evitar rupturas en el abastecimiento debido a picos de demanda.	No	3	-
	Los planes de la demanda se comparten con los proveedores en un programa convenido o cuando el acuerdo de flexibilidad al alza o a la baja.	No		-
1.2.3. Gestión de la demanda (distribución)	Una gestión de demanda proactiva balancea los altos servicios de atención al cliente y la eficiencia del abastecimiento.	No	3	-
	Operadores logísticos u otros proveedores de almacenamiento son usados para los picos de demanda máxima.	Sí		1.50

1.2.4.	El pronóstico de la demanda se actualiza con la demanda real y se utiliza para conducir operaciones.	No		-
Comunicación de la demanda	La programación de la producción/ distribución y necesidades de personal es actualizada semanal o diariamente en base a la demanda real, dependiendo de la volatilidad.	No	3	-
<b>1.3. GESTIÓN DE INVENTARIOS</b>				
		<b>Rpta.</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>
1.3.1.	Los niveles de inventario son fijados de acuerdo con técnicas de análisis y revisados frecuentemente versus el estimado.	No		-
Planeamiento de Inventarios	Los niveles de stock se basan en los niveles de servicio al cliente requerido (por ejemplo, una clasificación ABC y determinación estadística del stock de seguridad en lugar de semanas de abastecimiento).	No		-
	Los niveles de stock son revisados frecuentemente versus el pronóstico.	No		-
	Los niveles de servicio son medidos y el nivel de stock es ajustado para compensar el nivel de servicio si es necesario.	No	3	-
	Los niveles de servicio son establecidos teniendo en cuenta los costos e implicaciones de las roturas de stock.	No		-
	La rotación de inventarios es revisado y ajustado mensualmente.	No		-
	El inventario obsoleto es revisado al nivel de códigos.	Sí		0.38
	Todas las decisiones sobre inventario son tomadas teniendo en cuenta los costos relevantes y los riesgos asociados.	Sí		0.38
1.3.2.	Las ubicaciones del stock están registradas en el sistema.	No		-
Exactitud de inventarios	Conteo cíclico con el mínimo de parámetros: 1. SKUs de volumen alto (A) son contados semanalmente. 2. SKUs de volumen moderado (B) son contados mensualmente. 3. SKUs de volumen bajo (C) son contados trimestralmente.	No	3	-
	Discrepancias en el picking activan un conteo cíclico.	Sí		1

**Fuente:** Tomado de Castillo Venegas, 2012, pág. 66.

## ANEXO 3.2: MACROPROCESO ABASTECER

Los procesos fuente describen las actividades que van desde la realización de pedidos a un socio hasta la recepción de bienes y servicios. Estos procesos comienzan con la emisión de órdenes de compra y la programación de entregas entrantes hasta la recepción, validación, almacenamiento de bienes y la aceptación y el consiguiente pago de la factura del proveedor.

**Tabla A. 4**

*Aplicación de cuestionario SCOR – macroproceso abastecer*

<b>2.0 ABASTECIMIENTO</b>				
<b>2.1. ABASTECIMIENTO ESTRATÉGICO</b>		<b>Rpta.</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>
2.1.1. Análisis de costos	La calidad y el precio son considerados como los componentes claves del costo, pero también se consideran otras variables tales como: el ciclo de tiempo del proveedor y su variabilidad, el grado de aseguramiento de la fuente de suministro, entre otros.	Sí	3	1.50
	El análisis de precio considera los costos logísticos, incluyendo los costos de mantener inventarios.	No		-
2.1.2. Estrategia de compras	Los costos de rotura de stock son compartidos con el proveedor para identificar las oportunidades de reducir costos.	No		-
	Cuando los incrementos de precios son justificables, se aplican solo a la porción específica de costos (material, labor logística, etc.).	No	3	-
	Los procesos y aplicaciones son compartidos con el proveedor para tomar ventaja de su experiencia.	No		-
2.1.3. Gestión de contratos de compra	Los contratos con proveedores a largo plazo están basados en el costo total de adquisición.	No		-
	Los contratos con proveedores obligan a reducir costos de mejora en el tiempo mediante el lenguaje de "mejora continua".	No	3	-
	Los acuerdos a largo plazo son tal que permiten contratos u órdenes de compra uno o varios años para reducir en el costo total de ordenar.	No		-
2.1.4. Criterios procesos de selección de	Los criterios de selección son definidos previamente para los procesos de requerimiento para información los requerimientos para propuestas (RFI/RFP).	N/A	3	-
	Tienen programas obligatorios de certificación de proveedores.	N/A		-

proveedores	Como parte del proceso de selección se establece una relación a largo plazo con el proveedor para asegurar suministro a bajo costo.	Sí		0.75
	Se realiza análisis de la capacidad del proveedor en áreas específicas que se llevará a cabo.	No		-
2.1.5. Consolidación de proveedores	Se tiene una única fuente obligada de suministro de materiales, pero solo hasta el límite de la capacidad del proveedor.	No	3	-
	Cuenta con proveedores alternativos de fuentes de suministro de materiales identificados cuantificados.	Sí		1.50
2.1.6. Hacer o comprar (aplicable para productos terminados)	Realizan revisiones anuales del costo total de productos vendidos para los productos fabricados internamente y costo total de adquisición para productos suministrados por proveedores.	Sí	3	1.50
	Realizan análisis del margen de contribución para el análisis de hacer o comprar.	No		-
	Tienen acuerdos de compras en grupo para materiales estratégicos y/o de alto valor.	Sí		0.75
2.1.7. Compras en grupos	Los equipos de múltiples áreas e instalaciones compran internamente insumos para ganar apalancamiento.	No	3	-
	Utiliza contratistas para las aplicaciones no estratégicas.	N/A		-
	Se utilizan subastas, intercambios de información y mercados donde sea práctico.	N/A		-
<b>2.2. GESTIÓN DE PROVEEDORES</b>		<b>Rpta.</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>
	Mide a los proveedores contra objetivos publicados de desempeño.	No		-
2.2.1. Proveedor es táctico	Se realiza una comparación entre los proveedores para evaluar pérdidas de procesos buscar oportunidades.	No	3	-
	Se realiza la puntuación de proveedores vinculados a acuerdos de niveles de servicio, en los que se incluye disponibilidad calidad y otros criterios.	No		-
2.2.2. Involucramiento del proveedor	Tiene iniciativas de mejoramiento conjunto con los proveedores más importantes, para mejorar el desempeño del suministro contra objetivos previamente definidos.	No	3	-
	Los proveedores más importantes están involucrados proactivamente, incluyendo el desarrollo conjunto de nuevos productos.	No		-
2.2.3. Evaluación de	Se realizan reuniones regulares (por ejemplo, revisión trimestral) para evaluar usando conjuntamente determinados criterios de costo servicio.	No	3	-

proveedores	La información sobre requerimientos está establecida y entendida por todas las partes.	Sí		1
	Las medidas de desempeño son establecidas controladas y comunicadas.	No		-
2.2.4. Desempeño del proveedor	Los envíos fuera de tiempo o incompletos, y/o con defectos están incluidas en las medidas de desempeño.	Sí		0.75
	La gerencia del producto trabaja con el proveedor para establecer las causas raíz de los defectos o problemas, y determinar la apropiada solución al problema.	No	3	-
	La calidad del proveedor está asegurando efectivamente los procedimientos en el lugar de operaciones.	No		-
	Las medidas de desempeño incluyen la calidad, costo, tiempo y servicio.	No		-
2.2.5. Relaciones con los proveedores	Mantiene una relación positiva usando la filosofía ganar-ganar.	Sí		0.75
	La relación con los proveedores es diferenciada basadas por su valor estratégico.	Sí	3	0.75
	La calidad y experiencia del proveedor en los procesos son utilizadas cuando ocurren los problemas.	Sí		0.75
	Se mantiene contacto en todos los niveles con visitas regulares a la compañía y fábricas de los proveedores.	No		-
2.2.6. Parámetros de trabajo	Los estándares de trabajo son utilizados solo para los clientes más importantes.	No	3	-
	Los estándares de trabajo creados internamente son normalmente utilizados.	Sí		1.50
2.2.7. Auditoría del proveedor	Se realizan auditorías de desempeño de los proveedores con personas que no son parte de la negociación del proveedor ni del proceso de aprobación.	No	3	-
	Los problemas encontrados durante los procesos de auditoría son usualmente dirigidos solucionados cuando estos ocurren.	No		-
<b>2.3 COMPRAS</b>		<b>Rpta.</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>
2.3.1 Compras repetitivas (materiales directos e indirectos)	Se emiten órdenes de compra abierta para cubrir requerimientos del periodo.	No		-
	Se cancelan órdenes de compra contra órdenes de compra abiertas, las cuales son generadas automáticamente y están basadas en la demanda periódica.	No	3	-
	Se tiene un claro entendimiento de la capacidad el proveedor el cual está reflejado en el ciclo de tiempo y las restricciones de volumen del sistema de compras.	No		-

2.3.2 Autorización de compras eventuales	Los procedimientos definidos para compras eventuales permiten compras a ser autorizadas por personal como: compradores o gerentes dependiendo del costo.	Sí	3	1.50
	La autorización de compras eventuales está basada en un conjunto formal de reglas de negocios.	Sí		1.50
2.3.3 Efectividad de la función de compras	Existen equipos multifuncionales en la decisión de suministro con contratos de negociación de compra.	No	3	-
	El comprador tiene la responsabilidad de reevaluar la fuente de suministro, como también la administración de las órdenes de compra.	No		-
2.3.4 Sistema de pagos	La facturación consolida mensualmente facturas contra órdenes de compra abiertas.	No	3	-
	Se realiza el pago contra recibo de materiales y auto facturación para un número seleccionado de proveedores con muchas transacciones.	No		-
<b>2.4 GESTIÓN DE PROVEEDORES EN LA LOGÍSTICA DE ENTRADA</b>		<b>Rpta.</b>	<b>Puntaje máximo</b>	<b>Puntaje obtenido</b>
2.4.1 Intercambio de información y comercio electrónico	El intercambio de información está debidamente automatizado vía interfaces electrónicas.	No	3	-
	En la industria se intercambia información de forma estandarizada.	No		-
2.4.2 Programas sincronizados de abastecimiento	El despacho con cross-docking está debidamente programado sobre la base de tiempos predeterminados.	N/A	3	-
	Los despachos se realizan directamente a la línea de producción, al final del cambio de turno antes de ser usados.	N/A		-
2.4.3 Tamaño de lotes y ciclo de tiempos	Los tamaños de lote y los ciclos de tiempo son optimizados tomando en cuenta el espacio de almacén y la eficiencia del transporte.	No	3	-
2.4.4 Coordinación de la distribución total	Los despachos de los proveedores están conformes a lo acordado en: tiempo, tamaño de lote, embalaje, condiciones de ventas, modo de transporte y un adecuado transportador.	Sí	3	3

**Fuente:** Tomado de Castillo Venegas, 2012, pág. 66.

## ANEXO 4: PRONÓSTICOS DE DEMANDA

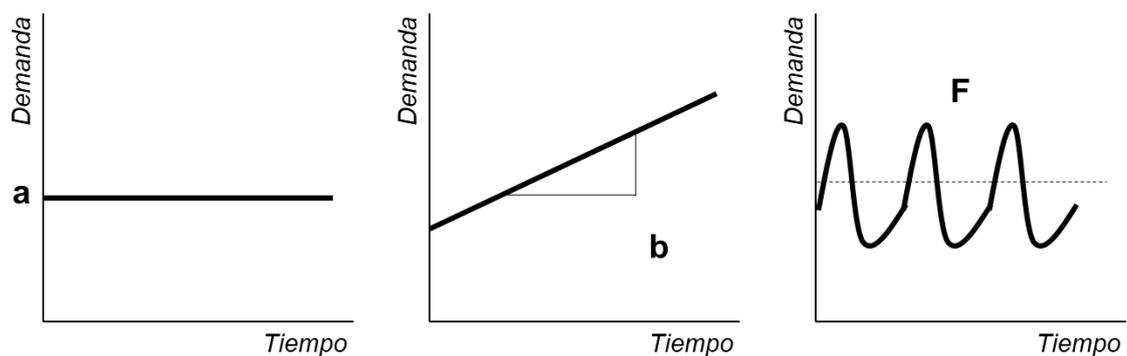
### ANEXO 4.1: PRONÓSTICOS CON ESTACIONALIDAD DE LA DEMANDA

Una serie de tiempo estacional sigue un patrón repetitivo durante el mismo periodo de tiempo (este usualmente puede ser un año, mientras que el patrón se puede observar entre los mismos meses o semanas). Tomemos por ejemplo la temporada navideña, en la que anualmente suele incrementarse la demanda de productos como juguetes para niños, o el uso de ropa más abrigadora durante la temporada de invierno.

El método o modelo de Holt-Winter es uno de los más conocidos y se basa en el suavizado exponencial triple. Se utilizan tres ecuaciones de suavizado distintas para pronosticar el nivel, la pendiente y los factores de estacionalidad. Para Caplice (2018), gráficamente, estos parámetros se representan en la Figura A.1:

**Figura A.1**

*Representaciones de nivel, pendiente y factor de estacionalidad*



**Fuente:** Tomado de MITx CTL.SC1x. *Supply Chain Fundamentals* por Caplice, Chris, 2018

El modelo base tiene la siguiente forma:

$$x_t = (a + tb)F_t + e_t \quad (\text{A.1})$$

Donde:

- $x_t$ : Demanda en el momento “ $t$ ”
- $a$ : Nivel
- $b$ : Pendiente
- $F_t$ : Factor de estacionalidad en el momento “ $t$ ”
- $e_t$ : Factor de error en el momento “ $t$ ”

Siendo así el modelo de pronóstico:

$$\hat{x}_{t,t+\tau} = (\hat{a}_t + \tau \hat{b}_t) \hat{F}_{t+\tau-P} \quad (\text{A.2})$$

Donde:

- $\hat{x}_{t,t+\tau}$ : Demanda pronosticada en el momento “ $t + \tau$ ”, estando en el momento “ $t$ ”
- $\hat{a}_t$ : Nivel estimado en el momento “ $t$ ”
- $\tau$ : Número de momentos adelantados en el futuro
- $\hat{b}_t$ : Pendiente estimada en el momento “ $t$ ”
- $\hat{F}_{t+\tau-P}$ : Factor de estacionalidad del periodo similar más reciente

Adicionalmente, las tres ecuaciones auxiliares para el cálculo de los parámetros de la ecuación (A.2) son:

$$\hat{a}_t = \alpha \left( \frac{x_t}{\hat{F}_{t-P}} \right) + (1 - \alpha)(\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) \quad (\text{A.3})$$

$$\hat{b}_t = \beta(\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) + (1 - \beta)\hat{b}_{t-1} \quad (\text{A.4})$$

$$\hat{F}_t = \gamma \left( \frac{x_t}{\hat{F}_{t-P}} \right) + (1 - \gamma)\hat{F}_{t-P} \quad (\text{A.5})$$

Donde:

- $\alpha$ : Factor de suavizamiento exponencial para el nivel ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ).
- $\beta$ : Factor de suavizamiento exponencial para la pendiente ( $0 \leq \beta \leq 1$ ).
- $\gamma$ : Factor de suavizamiento de la estacionalidad ( $0 \leq \gamma \leq 1$ ).
- $P$ : Número de periodos de tiempo dentro de la estacionalidad

Para ilustrar el concepto del factor de estacionalidad, supongamos que en la demanda en un insumo se define con un periodo de estacionalidad en base a los trimestres del año, siendo los índices multiplicativos de estacionalidad los mostrados en la Tabla A.1.

**Tabla A.5**

*Ejemplo de factores de estacionalidad normalizados*

<b>Trimestre</b>	<b><math>F_t</math></b>
1ero (enero-marzo)	0.80
2do (abril-junio)	0.75
3ero (julio-septiembre)	1.25
4to (octubre-diciembre)	1.20
<b>Número de periodos: <math>P</math></b>	<b>4</b>

**Nota:** Elaboración propia

Al interpretar los datos de la Tabla A.1, se deduce que los trimestres de mayor consumo son los 2 últimos del año, y los de menor consumo los 2 primeros. Y este patrón se repite anualmente. Asimismo, para que los factores sean considerados como normalizados, la suma total de estos factores es igual al número de periodos. Debe por tanto cumplirse la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^P F_i = P \tag{A.6}$$

## ANEXO 4.2: PRONÓSTICO EXPONENCIAL SIMPLE

En caso la demanda histórica muestre una tendencia sin estacionalidad ni pendiente, se optará por considerar un modelo como una demanda estacionaria. La ecuación (A.7) representa el modelo de pronóstico:

$$\hat{x}_{t,t+1} = \alpha x_t + (1 - \alpha)\hat{x}_{t-1,t} \quad (\text{A.7})$$

Donde:

$\hat{x}_{t,t+1}$ : Demanda pronosticada en el momento "t + 1", estando en el momento "t"

$x_t$ : Demanda en el momento "t"

$\alpha$ : Factor de suavizamiento exponencial para el nivel ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ).

$\hat{x}_{t-1,t}$ : Demanda pronosticada para el momento "t", estando en el momento "t-1"

### ANEXO 4.3: MEDICIÓN DEL ERROR DE PRONÓSTICO

Se empleará el error cuadrático medio (ECM), pero dado que a lo largo de un periodo se tienen distintos valores de este, se utilizará un factor de suavizamiento exponencial, para el valor del ECM más reciente. Se define la ecuación como:

$$ECM_t = \omega(x_t - \hat{x}_{t-1,t})^2 + (1 - \omega)ECM_{t-1} \quad (A.8)$$

Donde:

$ECM_t$ : Error cuadrático medio en el momento "t"

$\omega$ : Factor de suavizamiento exponencial para el ECM ( $0.01 \leq \omega \leq 0.10$ ).

$x_t$ : Demanda en el momento "t"

$\hat{x}_{t-1,t}$ : Demanda pronosticada para el momento "t", estando en el momento "t-1"

## ANEXO 5: ARTÍCULOS DE TIPO "A"

**Tabla A.6**  
*Artículos de tipo "A"*

Nro.	CODART	DESCRIPCIÓN DE ARTÍCULO
1	0101013	TINTA MIMAKI CS-100 BLACK
2	0101014	TINTA MIMAKI CS-100 CYAN
3	0101015	TINTA MIMAKI CS-100 MAGENTA
4	0101016	TINTA MIMAKI CS-100 YELLOW
5	0101041	TINTA GRANDO UV INK YELLOW
6	0101042	TINTA GRANDO UV INK CYAN
7	0101043	TINTA GRANDO UV INK MAGENTA
8	0101044	TINTA GRANDO UV INK BLACK
9	0101094	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 BLACK
10	0101095	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 CYAN
11	0101096	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 MAGENTA
12	0101097	TINTA GRANDO ECO SOLVENTE I3200 YELLOW
13	0101103	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK BLACK
14	0101104	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK CYAN
15	0101105	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK MAGENTA
16	0101106	TINTA HANDTOP UV HK2-A3 INK YELLOW
17	0103001	VINIL BLANCO MATTE BCO. ARCLAD
18	0103003	VINIL BLANCO MATTE BLACKOUT ARCLAD
19	0103027	VINIL BLANCO MATTE BLACKOUT INTERTACK PRIME
20	0103036	VINIL BLANCO MATTE BLACKOUT RITRAMA
21	0104002	SINTRA BLANCA DE 2MM 1.22X2.44 M
22	0104003	SINTRA BLANCA DE 3MM 1.22X2.44 M
23	0104004	SINTRA BLANCA DE 5MM 1.22X2.44 M
24	0104005	FOAM ESPUMA BLANCO DE 5MM 1.22X2.44 M
25	0104006	FOAM BOARD PAPER BLANCO DE 5MM 1.22X2.44 M
26	0104008	FOAM BOARD PAPER NEGRO DE 5MM DE 1.22X2.44 M
27	0104014	POLIESTIRENO BLANCO DE 1MM 1.20X2.40 M

<b>Nro.</b>	<b>CODART</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE ARTÍCULO</b>
28	0104027	CARTON PLAST CORRUGADO BLANCO DE 3MM 1.22X2.44 M
29	0104029	CARTON PLAST CORRUGADO BLANCO DE 4MM 650GSM 1.22X2.44 M
30	0104036	CARTON AGLOMERADO ESTRUCTURAL DE 10MM DE 1.22X2.24 M FALCON
31	0104043	CARTON CORRUGADO SIMPLE FLAUTA C 4MM 1.20 X 2.30 Mts. BLANCO/BLANCO
32	0104052	CARTON CORRUGADO SIMPLE FLAUTA C DE 4MM 1.22 X 2.44 M BLANCO/KRAF COD. 250B/300B
33	0105001	BANNER FLEX MATTE 13 OZ
34	0105005	BANNER MESH 13 OZ
35	0106005	PAPEL SOLVENTE DE 150 G.
36	0201001	LAMINADO MATTE ARCLAD
37	0201003	LAMINADO BRILLANTE ARCLAD
38	0201005	LAMINADO DE ALTO TRANSITO PARA PISO, FLOOR GRAPHIC NAR/INTERTACK/ECONOLAM
39	0201006	LAMINADO DE ALTO TRANSITO PARA PISO, FLOOR GRAPHIC ARCLAD
40	0201014	LAMINADO MATTE NV4003 (IMPRIMIBLE) 80 MIC. NAR/CAVASER CV08T12M
41	0201021	LAMINADO MATTE INTERTACK PRIME 80MIC. (IMPRIMIBLE)
42	0201022	LAMINADO MATTE DULL LISO ECONOLAM 80 MIC (IMPRIMIBLE)
43	0201029	LAMINADO BRILLANTE INTERTACK PRIME 80MIC. (IMPRIMIBLE)
44	0201032	LAMINADO BRILLANTE (IMPRIMIBLE) 80 MIC. MARCA AFINK
45	0201035	LAMINADO BRILLANTE 80 MIC. MARCA SOLJET
46	0201038	LAMINADO BRILLANTE RITRAMA
47	0205077	TUBO DE ALUMINIO REDONDO DE 5/16"X6 M 8MM COD. 5504
48	0205084	TUBO DE PVC REDONDO DE 5/8"X3 M (170)
49	0206017	MDF DE 5.5MM 2.14 X 2.60 M
50	0206018	MDF DE 9MM 2.14 X 2.60 M
51	0207007	BASE PRIMER AUTOMOTRIZ
52	0209035	ACRILICO CRISTAL DE 3MM(1/8")X1.25X1.85 M
53	0209041	ACRILICO CRISTAL DE 4.8MM(3/16") X1.25X1.85 M
54	0209090	ACRILICO CRISTAL DE 4MM 1.60 X 2.50 MT.
55	0211005	CINTA BLANCA ESPUMA D/C 3/4"X30 M 662
56	0211014	CINTA DE EMBALAJE TRANSPARENTE 2" 48MMX100 M 45 MICRAS
57	0211023	CINTA DUPLO (PP FILMICA) TESA 4965 DOBLEFAZ 19MMX50M C48 ROJA

<b>Nro.</b>	<b>CODART</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE ARTÍCULO</b>
58	0211028	CINTA MASKINGTAPE DE 2"X55 YDS.
59	0211071	CINTA DUPLO 444 D/C DE 3/4"X55 YDS. DF-622
60	0211096	CINTA DOBLE FAZ ESPUMA TESA 62935 BLANCA DE 19MMX50M
61	0211097	CINTA DUPLO SOMITAPE SH238 D/C DE 20MMX50M (ROJA)
62	0212041	NYLON CRISTAL DE 0.60MMX100 M
63	0217012	CARTON CORRUGADO 1.64 DE ANCHO (PARA EMBALAJE)
64	0217019	BOLSA DE EMBALAJE 20 MICRAS 20" X 2 KILOS 0.50X500 MTS. STRECH FILM
65	0301005	PANTALLA TELEVISOR LED FULL HD, SEGUN DETALLE
66	0301023	MODULO SV3, 192*192MM (SV3 MODULE) WITH 45 DEGREE EDGE
67	0302041	MODULO SV3 192*192MM (SV3 MODULE)
68	0302048	MODULO / LCH2.5 module,320*160mm
69	0302053	PANTALLA DEMO / V-Rhea-2.9 demo screen
70	0401055	REPUESTO DE CUCHILLA OLFA "ASB-10" 9MM

## ANEXO 6: ARTÍCULOS DE TIPO "B"

**Tabla A.7**  
*Artículos de tipo "B"*

Nro.	Código	Descripción
1	0101021	TINTA SOLVENTE CHALLENGER SEIKO 9 BLACK
2	0101022	TINTA SOLVENTE CHALLENGER SEIKO 9 CYAN
3	0101023	TINTA SOLVENTE CHALLENGER SEIKO 9 MAGENTA
4	0101024	TINTA SOLVENTE CHALLENGER SEIKO 9 YELLOW
5	0101045	TINTA EPSON ULTRA YELLOW GS3 S40 T890400 DE 700ML.
6	0101046	TINTA EPSON ULTRA CYAN GS3 S40 T890200 DE 700ML.
7	0101047	TINTA EPSON ULTRA MAGENTA GS3 S40 T890300 DE 700ML.
8	0101048	TINTA EPSON ULTRA BLACK GS3 S40 T890100 DE 700ML.
9	0102019	SOLVENTE ECO SOLVENTE GRANDO PARA CABEZAL I3200 (SD-S008)
10	0103012	VINIL BLANCO BRILLANTE FUNDIDO ARLON
11	0103014	VINIL PERFORADO WHITE ESTANDAR ADHESIVO NEGRO, NAR
12	0103031	VINIL BLANCO MATTE BCO. COALA 1D STRONG 100 MIC LINER 140GR/M2
13	0103037	VINIL HOLOGRAFICO BRILLANTE PARA IMPRESION DE 1.52 M (Decor Films)
14	0103042	VINIL PERFORADO WHITE ESTANDAR ADHESIVO NEGRO, OWV-S40 SOLJET
15	0104017	POLIESTIRENO BLANCO DE 2MM 1.20X2.40 M
16	0104037	CARTON AGLOMERADO ESTRUCTURAL DE 10MM 1.22X2.44 M HONEY
17	0104046	CARTON CORRUGADO DOBLE FLAUTA BC DE 7MM 1.20X2.44 M BLANCO/KRAF 0.879 GR. 400B
18	0104062	FOAM BOARD PAPER BLANCO DE 10MM 1.22X2.44 M
19	0104063	FOAM ESPUMA BLANCO DE 10MM 1.22X2.44 M
20	0104067	MICA RIGIDA PET TRANSPARENTE DE 0.70X1.00 M DE 500 MICRAS
21	0104068	MICA RIGIDA PET TRANSPARENTE DE 0.70X1.00 M DE 1000 MICRAS
22	0105002	BANNER FLEX MATTE BLACKOUT 13 OZ
23	0105018	TELA LINO LIVIANO 1.45 M DE ANCHO
24	0106002	BACKLIT GLOSSY 300 G. KINTEX
25	0106003	DUPLEX C-14 EN BOBINA R/BLANCO
26	0106004	DUPLEX C-18 PLIEGO DE 0.70X1.00 M R/BLANCO

<b>Nro.</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
27	0106006	PELICULA PVC TRASLUCIDO CEILING FILM 250MIC, TELA LED
28	0108001	LAMINA MAGNETICA DE 0.4MM DE 0.61 M
29	0202026	VINIL ROTULADO NEGRO MATTE (VNM-82) DE 1.40 M
30	0202050	VINIL BRUSHED DORADO GOLD 0.61 M MCCAL
31	0202057	VINIL FOTOLUMINISCENTE 4 - 5 HORAS 0.62 X 45.70 MT.
32	0202062	VINIL PAVONADO / ESMERILADO / ARENADO (VSV-80) DE 1.40 M ARCLAD
33	0202094	VINIL ROTULADO TRANSPARENTE DE COLORES DE 1.22 M MCCAL, segun detalle
34	0202102	VINIL ROTULADO ESPECIAL DE 0.61 MTS. DE ANCHO, SEGUN DETALLE
35	0203029	POSTE SEPARADOR CONTROL PEATONAL Y BASE DE ACERO MAS CORDON Y GANCHOS, SEGUN DETALLE
36	0203033	ROLL SCREEN DE 1.00X2.00 M
37	0204098	TUBO DE FIERRO CUADRADO DE 1"X0.9MMX6 M.
38	0204126	TUBO DE FIERRO RECTANGULAR DE 1"X2"X0.9MMX6 M
39	0204199	TUBO DE FIERRO RECTANGULAR 3"x1"x3.0 MMx6 M.
40	0205111	PERFIL DE ALUMINIO FLEX. DE 17.5 X 7 X 200 CM. CON DIFUSOR LP1707 P/CINTA LED, SIN ALETA
41	0205116	PERFIL DE ALUMINIO DE 08 CM X 6.78 M P/CAJA DE LUZ COD. YH-7837B
42	0205121	COBERTURAS TECHO DE ALUZINC TR4 DE 1.00 X 6.00 MT.
43	0206004	LISTON DE MADERA PINO 1 1/2"X2"X 3.20 M
44	0206012	MDF DE 12MM 2.14 X 2.60 M
45	0206013	MDF DE 15MM 2.14 X 2.60 M
46	0206014	MDF DE 18MM 2.14 X 2.60 M
47	0206041	STARON BLANCO DE 12MM 3.66 X 0.76 M
48	0206052	LISTON DE MADERA PINO 2"X2"X 3.20 M
49	0206060	LISTON DE MADERA PINO 1"X2"X 3.20 MT.
50	0206063	MDF DE 15MM 2.14 X 2.44 M
51	0206067	TRIPLAY CAPINURI DE 4MM 1.22X2.44 M PARA EMBALAJE, SEGUN DETALLE
52	0206068	TRIPLAY CAPINURI D/D TRIMASA 12MM 1.22X2.44 M
53	0207010	BENCINA INDUSTRIAL SIV X CIL
54	0207017	COLA PARA MADERA ULTRA TEKNO
55	0207023	LACA ACRILICA BLANCA

<b>Nro.</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
56	0207036	MASILLA PLASTICA DE 1/4" G.
57	0207044	PINTURA ACRILICA MATIZADO, segun muestra
58	0207052	PINTURA LATEX MATIZADO
59	0207071	TEROCHAP TEKNO PEGAMENTO PARA ENCHAPE
60	0207072	THINNER ACRILICO INDUSTRIAL 100 NOFISCALIZADO X CIL
61	0209008	ACRILICO BLANCO DE 3MM(1/8")X1.25X1.85 MT. IMPORTADO
62	0209013	ACRILICO BLANCO DE 4.8MM(3/16")X1.50X2.50 M
63	0209020	ACRILICO CRISTAL DE 1/4"X1.25X1.85 M
64	0209027	ACRILICO CRISTAL DE 2MMX1.25X1.85 M
65	0209042	ACRILICO CRISTAL DE 4.8MM(3/16")X1.22X2.44 M
66	0209043	ACRILICO CRISTAL DE 4.8MM(3/16")X1.53X2.44 M
67	0209045	ACRILICO CRISTAL DE 4MMX1.25X1.85 M
68	0209074	ACRILICO BLANCO OPALINO DE 6MM 1.50 X 2.50 MTS. COD. 6004
69	0210018	BARRA DE LUCES LED DIFUSA DE 12 LED X 95 CM. 24V. 12 WATTS
70	0210027	CABLE FREETOX NH-80 450/750 2.5MM2 INDECO L. HALOGENO
71	0210045	CABLE VULCANIZADO LSOH DE 3X2.5 M. MIGUELEZ LIBRE DE HALOGENO
72	0210067	CAJA DE MONTAJE UNIVERSAL 2X4 (TOMACORRIENTE)
73	0210089	CINTA LED 5050 BLANCO FRIO S/SILICONA 60LED/M 12 V.
74	0210117	FLUORESCENTE LEDTUBE T8 DE 1200MM, SEGUN DETALLE
75	0210138	INTERRUPTOR DIFERENCIAL EASY9 DE 2X25A DOM.
76	0210192	REFLECTOR DE 150 W TRANSF. ELECTRONICO LAMP DOBLE CONT. PHILIPS
77	0210235	FUENTE DE PODER DE 12V. 350 WATTS 29 AMP. IP20 MEAN WELL - LRS (CON VENTILADOR)
78	0210241	FUENTE DE PODER DE 12V. 102 WATTS 8.33 AMP. IP67 MEAN WELL - LPV
79	0210242	TOMACORRIENTE DOBLE 2P+T UNIVERSAL 16A 250V SENCIA BTICINO EMPOTRABLE
80	0210246	FUENTE DE PODER DE 12V. 192-200W 16.7 AMP. IP67 MEAN WELL - XLG
81	0210251	TRANSFORMADOR ADAPTADOR DE 2.5 AMP. 30 WATS. 12 V.
82	0210263	BARRA DE LUCES LED DE 12 LED X 95 CM. 12V DC 14 WATTS.
83	0210276	CABLE GPT 12AWGX100 M INDECO
84	0210278	FUENTE DE PODER DE 24V. 200 WATTS 8.33 AMP. IP20 MEAN WELL - LRS

<b>Nro.</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
85	0210299	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X10AMP. RIEL/ENGRAMPE
86	0211056	PEGAMENTO SPRAY 3M SUPER 77 DE 16.5 OZ
87	0211078	CINTA ESPUMA D/C 20MM X 1MM X 50 MT NEOTAPE/GRAFITAPE SH334 / SH332
88	0211084	PEGAMENTO INSTANTANEO 3M CA40 DE 1 OZ (GOTITA)
89	0212002	ALAMBRE GALVANIZADO NRO 16
90	0213012	FORMICA LAMITECH 1.22X2.44 MT. según detalle
91	0214209	TORNILLO SPAX DE 4.0X70MM
92	0215016	PORTA PRECIO TIPO T FIJO DE 7.5X4.3X3.5 CM - LHR014 (VIÑETERO)
93	0216262	TIRA DE SILICONA DE 10X3.2MM PARA BORDE DE TELA P/ALUMINIO COD. SILTEL
94	0216332	BOLSILLO EN MICA RIGIDA FORMATO A4 VERTICAL TAMAÑO 22X30.7CM CON MARCA PARA DOBLEZ
95	0216373	TORNILLO VIKINGO DE PLASTICO
96	0217025	SUPERLON ESPUMA DE POLIETILENO BLANCO DE 10MM DE 1.00 MT. DE ANCHO P/EMBALAJE
97	0217029	CARTON CORRUGADO SIMPLE FLAUTA C DE 4MM 1.22 X 2.44 MTS. KRAF/KRAF (PARA EMBALAJE) TEST T070606-C
98	0218005	ALCOHOL ISOPROPILICO
99	0218016	EXTRA THINNER ACRILICO PARA ACABADOS
100	0218025	PAÑO BLANCO (PARA LIMPIEZA DE CABEZAL)
101	0218026	PAPEL TRANSFER MAIN TAPE DE 0.61M
102	0218030	TRAPO INDUSTRIAL COLOR BLANCO
103	0218031	TRAPO INDUSTRIAL COLORES
104	0218046	SILLA/SILLON (SEGUN DETALLE)
105	0302003	FUENTE ABSEN PARA PANEL LED IMPORTADO
106	0302009	CONTROLADOR TB3 (NOVASTAR)
107	0302023	FUENTE DE ALIMENTACIÓN - LEYARD
108	0302024	CONTROLADOR TB3 (NOVASTAR)
109	0302043	CONTROLADOR / Controller,MCTRL300
110	0302047	GABINETE PARA MODULO / LED empty cabinet,640*480mm
111	0302049	TARJETA RECEPTORA / Receiving card,LYD-NA5S
112	0302065	CONTROLADOR TB1 (SIN MODULOS 4G) - NOVASTAR
113	0302077	MAGNETIC PILLAR & MAGNETIC STEEL PARA LED DISPLAY MODULES
114	0302078	FUENTE DE ALIMENTACION DE MODULO SV3 / SV3 POWER SUPPLY 5V/60A (INCLUYE PLACA DE MONTAJE)

<b>Nro.</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
115	0302079	CONTROLADOR / CONTROLLER MCTRL600 NOVASTAR (SENDING CARD)
116	0302080	TARJETA RECEPTORA / RECEIVING CARD LYD-N7516
117	0302089	CONTROLADOR TB1 (SIN MODULOS 4G) - NOVASTAR
118	0302104	CPU Ci5 ,8 GB ram , 480GB SSD ,TARJETA VIDEO NVIDIA 1650 ,FUENTE 600W,TARJETA WIFI ,MONITOR 20" ,TECLADO Y MOUSE
119	0302113	CONTROLADOR TB 40 (NOVASTAR)
120	0401033	CUCHILLA OLFA MOD A-5 C/MINI CUCHILLA 9MM
121	0420150	BATERIA OXFORD XF18-12 (12V 18AH) RECARGABLE
122	0432005	INK DAMPER I3200