

Universidad del Bío-Bío  
Facultad de Ingeniería  
Depto. de Ingeniería Industrial

Profesor Guía:  
Sr. Felipe Muñoz V.



**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN DE  
INVENTARIO PARA EL STOCK CRÍTICO DE UNA EMPRESA DEL  
RUBRO AGRÍCOLA FORESTAL”**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos  
para obtener el título de Ingeniero Civil Industrial

Concepción, 17 de enero de 2023

Javiera Stuardo Arismendi  
Ingeniería Civil Industrial

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a toda mi familia, en especial a mi hermana, por apoyarme y animarme en todo el proceso de mi carrera y el desarrollo de esta tesis.

A mi amiga Catalina por su apoyo, amistad y soporte incondicional en todo momento de mi paso por la universidad.

A mi pareja por animarme cada vez que caía mi motivación, por acompañarme en la realización del seminario y por su apoyo incondicional a diario.

Por último y no menos importante, me gustaría agradecer a mi profesor guía Felipe Muñoz, por apoyar y entregar su experiencia durante la carrera y el desarrollo de este trabajo de titulación.

## RESUMEN

Esta investigación aborda el problema que tiene una empresa cosechadora forestal por no realizar una correcta gestión de inventario, afectando directamente a las planificaciones de compras de artículos y al mismo tiempo, a las planificaciones de envíos de repuestos a las distintas bodegas ubicadas en la región del Bio-Bio. El trabajo fue dividido en cuatro grandes etapas para finalmente proponer un modelo que permita a la empresa mejorar la gestión de inventarios enfocándose en el stock crítico, es decir, artículos que en su ausencia paraliza el proceso productivo de la empresa.

Para comenzar se realizó un diagnóstico con el fin de identificar el propósito de la organización en cuanto a sus objetivos y estrategias para posteriormente investigar lo necesario sobre los procesos del área involucrada, con el fin de encontrar oportunidades de mejoras. En la segunda etapa se propuso un modelo de clasificación ABC, en la cual se identificaron los artículos correspondientes al stock crítico a partir de un criterio definido por interés de la empresa. Luego, se determinó que se debe aplicar una política de revisión continua para los artículos críticos. Finalmente, la cuarta etapa fue aplicar métodos de pronósticos a dos ítems representativos, el primero representaba al 31,45% con demanda intermitente y el segundo representaba al 1,07% con demanda no errática.

La principal conclusión de esta investigación es que el modelo de gestión de inventario propuesto para la empresa tiene vital importancia en el proceso productivo de la misma, dado que permite optimizar los recursos, actuar preventiva y eficientemente y facilitar los procesos de retroalimentación comunicacional dentro de la empresa. Lo que deja en manifiesto la importancia de estandarizar los procesos productivos de las organizaciones.

**Palabras Claves:** Gestión de inventarios, clasificación ABC, pronósticos de demanda, políticas de revisión.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción.....	7
1.1	Contexto de la situación bajo estudio.....	7
1.2	Justificación.....	9
1.3	Objetivos: general y específicos.....	11
1.4	Alcance del estudio .....	11
1.5	Metodología.....	12
1.5.1	Participantes.....	13
1.5.2	Materiales.....	14
1.5.3	Métodos.....	14
2.	Marco teórico .....	18
2.1	Inventario .....	18
2.1.1	Gestión de inventario.....	18
2.1.2	Políticas de inventario.....	19
2.1.3	Clasificación ABC de Inventarios.....	20
2.2	Pronósticos de demanda.....	21
2.2.1	Promedio móvil simple.....	22
2.2.2	Suavizamiento exponencial Simple .....	23
2.2.3	Suavizamiento exponencial Doble (Holt-Winter).....	23
2.2.4	Método de Croston .....	24
2.2.5	Errores de pronóstico .....	26
2.3	Trabajos relacionados .....	27
3.	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	31
4.	DESARROLLO Y ANÁLISIS .....	34
4.1.1	Clasificación ABC .....	34

4.1.2	Modelos de pronósticos de demanda .....	35
5.	RESULTADOS .....	37
5.1.1	Resultados clasificación ABC .....	37
5.1.2	Resultados modelos de pronósticos .....	38
5.1.3	Ejemplo ítem representativo $CVD \geq 1$ .....	40
5.1.4	Ejemplo ítem representativo $CVD < 1$ .....	41
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	44
	Conclusiones: .....	44
	Recomendaciones .....	46
	Referencias .....	51
ANEXO A:	Entrevistas a Colaboradores .....	54
ANEXO B:	Clasificación de Componentes .....	55

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Diagrama actual del proceso de logística del stock crítico .....	8
Figura 1-2: Etapas de métodos .....	14
Figura 1-3: Etapa del diagnóstico.....	15
Figura 1-4: Etapas mejora de inventario.....	16
Figura 3-1: Diagrama de Flujo de procesos .....	32
Figura 5-1: Comportamiento de la demanda en la clase AA .....	38
Figura 5-2: Demanda y pronóstico método Croston .....	40
Figura 5-3: Demanda y pronóstico método promedio móvil simple .....	41
Figura 5-4: Demanda y pronóstico método suavizamiento exponencial simple ....	42
Figura 5-5: Demanda y pronóstico método suavizamiento exponencial doble.....	42
Figura 6-1: Propuesta de diseño de modelo de gestión para stock crítico .....	48

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Sistemas de pronósticos y su patrón de demanda.....	26
Tabla 5-1: Clasificación según criticidad .....	38
Tabla 5-2: Distribución de clase AA por categoría .....	39
Tabla 5-3: CVD para artículos clase AA.....	40
Tabla 5-4: Resultado método de Croston demanda no errática .....	40
Tabla 5-5: Resultados métodos con demanda no errática .....	41
Tabla 7-1: Categorías de repuestos .....	55

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente capítulo es contextualizar la organización y la problemática que se trabajará, identificación de participantes, materiales y métodos a utilizar.

### 1.1 Contexto de la situación bajo estudio

Sociedad Agrícola y Forestal Doña Isidora Ltda., es una empresa dedicada a la prestación de servicios forestales, especializándose en Cosecha Forestal, la cual tiene por objetivo aportar todo su conocimiento y experiencia para el óptimo aprovechamiento de los recursos de su único cliente Forestal Mininco.

A continuación, se detallarán las cuatro etapas del proceso productivo:

1. Volteo: etapa en que talan los árboles de las respectivas faenas en las que la empresa opera, además, deben controlar el lugar en que caerán los árboles mientras se ejecuta el proceso, ya que se debe evitar el daño al medio ambiente.
2. Trozado: una vez que los árboles caen, se comienza a procesar el tronco, es decir, se troza con el fin de que sea más fácil el traslado.
3. Madereo: etapa donde se llevan los troncos de trozado a una zona de almacenamiento.
4. Clasificado: clasificación del árbol de acuerdo con parámetros de la empresa.

El proceso productivo de esta organización se diferencia en dos tipos de cosecha forestal: mecanizada y aérea, ambos tipos de cosechas tienen el mismo proceso y solo existe una diferencia en la etapa de madereo. En cada una de estas cuatro etapas mencionadas anteriormente, son importante los equipos y maquinarias que se utilizan. La etapa de volteo se realiza con grandes máquinas como Feller Buncher, trozado se realiza de forma mecánica con un procesador, madereo terrestre se realiza a través de Skidder Grapper y en el caso de madereo aéreo mediante torres de madereo. Por ende, es necesario la disponibilidad de estos equipos, sus repuestos y su correcto mantenimiento para el buen funcionamiento del proceso

El proyecto surge bajo la necesidad del gerente general, Carlos Barrenechea, de establecer y definir un modelo de gestión para la empresa, específicamente en el proceso de inventario, en donde el actual escenario es el de una mala gestión de inventarios lo que termina afectando a toda la cadena del proceso.

La organización mantiene una clasificación de inventario diferenciada en stock crítico e inventario general. Para esta investigación se analizará exclusivamente el stock crítico, el cual según Ruiz (2019) stock crítico se define como aquellos productos que tienen mayor rodaje en sus ventas y por el cual usted debe saber con anterioridad cuantas unidades tienes para no quedar en , es por esta razón que en el stock crítico están incluidos aquellos artículos que de no contar con stock suficiente generarían inconvenientes en el proceso productivo de la planta, específicamente en alguna de las etapas del proceso; volteo, trozado, madereo o clasificado, por otro lado, en el stock general son integradas todas las compras que no cumplan la condición de crítico. La elección de criticidad es evaluada por un grupo de colaboradores; mecánicos, encargado de faena y encargado de compras, lo anterior lo realizan en base a sus experiencias y conocimientos. Para realizar esto utilizan una planilla no actualizada con compras realizadas con bastante anterioridad, esto ha generado consecuencias como, mala planificación de compras, rotura de stock, pérdida económica y lo más grave, detención en el proceso productivo

Actualmente no se cuenta con un modelo estandarizado, pero los colaboradores operan de acuerdo con las siguientes etapas mencionadas en la Figura 1-1. A continuación, se explica cada etapa del diagrama del proceso de logística asociado al stock crítico.

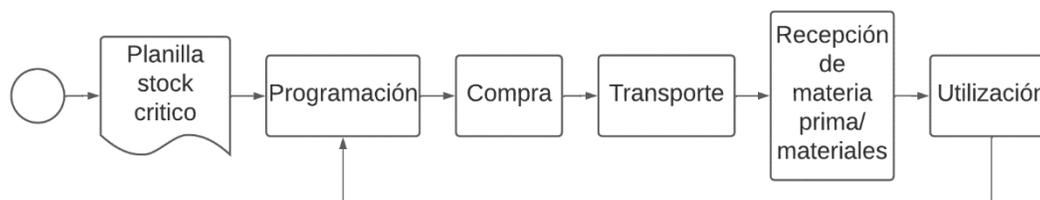


Figura 1-1: Diagrama actual del proceso de logística del stock crítico

Fuente: Elaboración propia

**Programación:** Etapa donde el equipo de trabajo encargado de la selección de stock crítico se reúne para determinar cuáles artículos tienen la característica de criticidad. Esta fase se desarrolla de acuerdo al criterio personal y de experiencias de cada uno de los miembros del equipo, pero no existe un modelo estandarizado.

**Compra:** Proceso de compra, pago y facturación de los artículos críticos.

**Transporte:** El envío de estos puede ser directamente a faena o también existe la opción de que la compra llegue a la casa matriz para luego ser enviada a la faena correspondiente (por un envío directo o por un viaje de algún colaborador hacia ese lugar).

**Recepción de materia prima/ materiales:** Son recibidas por el encargado de cada faena para luego ser ubicadas en el lugar que él encuentre adecuado.

**Utilización:** En el momento en que, por ejemplo, alguna maquinaria necesite de algún repuesto y se utiliza desde el stock crítico, esto con el fin de no frenar la producción.

Luego de esta última etapa, se debe volver a la etapa de programación, la cual no tiene tiempo definido de realización.

## **1.2 Justificación**

Esta compañía está encargada únicamente de la cosecha forestal, es decir, las etapas de volteo, madereo, trozado y clasificado, dejando fuera la etapa de transporte hacia el cliente. En estas cuatro fases nombradas anteriormente, son imprescindible algunos artículos, por ejemplo, cabezales de maquinarias, filtros, correas y empaquetaduras, los cuales están en la categoría de stock crítico.

De la situación bajo estudio se identifica que el proceso carece de una correcta gestión de inventarios, es decir, no hay una clasificación de repuestos, por lo tanto, todos son considerados con igual importancia y manejados en conjunto, asimismo, las compras y envíos se realizan de acuerdo con urgencias presentadas. Como consecuencia se generan diversos problemas que entorpecen que el flujo del

proceso sea el más adecuado, como, por ejemplo, mala planificación de compras y envíos, rotura de stock, pérdida económica y detención del proceso productivo.

Por otro lado, la empresa utiliza un sistema ERP<sup>1</sup> el cual es SAP<sup>2</sup> Business One, pero actualmente no les entrega una información confiable, esto porque se encuentran diferencias entre las cantidades reales que hay físicamente en las bodegas y las registradas en el sistema.

Toda organización mejora su desempeño cuando se hace cargo de los artículos con característica de criticidad, “las industrias necesitan estar en constante monitoreo sobre su capacidad productiva, pérdidas de materia prima y desperdicios financieros. Para obtener estas respuestas e identificar sus causas, el cálculo OEE<sup>3</sup> se convierte en una herramienta indispensable y estratégica” (Delta equipamientos, s.f.). Para el índice OEE la productividad de una organización o equipo de trabajo de obtiene cuando se mezclan tres elementos; disponibilidad, desempeño y calidad.

Si se realiza una mejor gestión donde el repuesto siempre se encuentre disponible para reparar la máquina, se tiene una organización que mejora la disponibilidad de equipos, por ende, se mejora la productividad y además al no tener sobre stock se genera un ahorro de costos.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es proponer mejoras a través de metodologías que clasifiquen los repuestos de acuerdo a criterios establecidos en conjunto con colaboradores que influyen en el proceso de inventario, además proponer métodos que permitan hacer pronósticos diferenciados en el comportamiento de consumo de cada artículo y por último, aportar con una propuesta de revisión de inventario para lograr igualar las cantidades físicas en bodega con las registradas en el sistema ERP.

---

<sup>1</sup> Enterprise Resource Planning

<sup>2</sup> Systems Applications and Products

<sup>3</sup> Overall Equipment Effectiveness

### **1.3 Objetivos: general y específicos**

Los objetivos planteados para este proyecto son:

**Objetivo general:** Diseñar un modelo de gestión de inventario en una empresa de servicio de Cosecha Forestal para mantener un control del stock crítico necesario para cada bodega móvil existente en la región del Bio-Bio.

#### ***Objetivos específicos:***

1. Seleccionar desde la bibliografía metodologías de gestión aplicables a la naturaleza de la organización con el fin de diseñar el mejor modelo.
2. Categorizar artículos con características de criticidad en función del criterio de impacto.
3. Analizar datos históricos de los artículos en inventario con el fin de identificar su comportamiento a través de la aplicación de técnicas de pronósticos de demanda.

Para fines de este estudio se entenderá como stock crítico a aquellos artículos que de no contar con stock suficiente generarían inconvenientes en el proceso productivo de la planta, específicamente en alguna de las etapas del proceso; volteo, trozado, madereo o clasificado.

### **1.4 Alcance del estudio**

La investigación busca encontrar mejoras para el área de logística de la empresa Agrícola y Forestal Doña Isidora, esta propuesta iniciará con el diagnóstico de la situación actual entrevistando a cinco colaboradores involucrados en el área de logística. A continuación, se realiza una clasificación ABC de inventario para todos los artículos registrados en el sistema ERP (desde enero del 2020 a octubre del 2022) con el fin de encontrar cuales artículos serán críticos, ya que el inventario general será abordado en otro proyecto de título. Luego, se trabajará con un conjunto representativo de ítems clasificados como críticos para probar, ajustar y mostrar ciertas técnicas de pronósticos, los cuales son: método de Croston, promedio móvil simple, suavizamiento exponencial simple y doble.

Otro aspecto que limitará un desarrollo más amplio de este seminario es el tiempo, por lo que la etapa de implementación y seguimiento de los planes propuestos no serán incluidos en los objetos de estudio debido a que la empresa dio un horizonte de tiempo de 4 meses, desde el 20 de septiembre hasta enero como extensión máxima.

### **1.5 Metodología**

El enfoque metodológico para la presente investigación es de carácter cuantitativo, lo anterior se sustenta dado que, este enfoque utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Hernández, 2014). Es importante destacar en este punto, que en un inicio de la investigación se llevaron a cabo entrevistas a los distintos funcionarios de la organización con el objetivo de conocer el panorama actual de la empresa, como también criterios de relevancia para la clasificación de materiales, pero que no se consideró como una metodología mixta, dado que las entrevistas solo se utilizaron para orientar la investigación, la cual se enfoca en el análisis de datos concretos extraídos de la misma empresa, por tanto se rige bajo parámetros cuantitativos.

El alcance de este estudio es en primer lugar, descriptivo ya que como señal Saldaña (2015) los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Sólo pretenden medir o recoger información de forma independiente o conjunta sobre los conceptos o variables con los que se relacionan. Su objetivo no es indicar cómo se relacionan. Sumado a esto, debido a que para la empresa la implementación del proyecto es algo que nunca han realizado, se podría considerar exploratorio ya que “se aplican procesos de análisis de datos básicos en donde se puede identificar la frecuencia en la cual se presenta el fenómeno de interés y sus características generales” (Ramos, 2020).

Lo anterior llevado a la investigación se puede señalar que el alcance final de la investigación es exploratorio, dado que se busca diseñar un sistema de clasificación

de inventario que actualmente no existe en la empresa, y que necesita del análisis de varios elementos para llevarlo cabo, no obstante, en paralelo el alcance explicativo permitirá describir el proceso productivo de la empresa, conocer las características de este para así diseñar el más adecuado modelo de inventario.

Por iniciativa de la empresa de abordar problemas de inventario, se dividió en dos categorías los repuestos, stock crítico e inventario general, debido a que actualmente no se tiene una clasificación de repuestos y son manejados de igual forma sin tener en cuenta la importancia e influencia en el proceso productivo. La alumna de ingeniería civil industrial de la universidad del Bío-Bío, Catalina Gallardo Valdebenito, desarrollará su actividad de proyecto de título abordando la categoría de no críticos, pero ambos estudios tendrán una base común.

### **1.5.1 Participantes**

El desarrollo del proyecto se trabajó en común con Catalina Gallardo (alumna seminarista), Cristóbal Leiva (Ingeniero de proyectos) y Javiera Stuardo (alumna seminarista), pues el tema surgió de un proyecto logístico realizado por los tres integrantes en Agrícola y Forestal Doña Isidora.

En el desarrollo de este estudio, los principales participantes son Eduardo Iraira (encargado departamento de compras) y Jorge Beltrán (encargado de maquinarias), ya que el tema de estudio está enfocado con sus respectivas áreas.

Para poder conocer el funcionamiento del proceso de logística se realizó entrevistas a los dos colaboradores anteriormente mencionados y de igual forma a Roy Lepe (encargado de bodega), Cristian Henríquez (encargado de logística) y a Luis Toledo (encargado departamento de control y gestión).

Por otro lado, Carlos Barrenechea (gerente general) es quién solicitó diseñar un modelo de gestión y, además, con quien se realiza reuniones de evaluaciones para determinar el avance del proyecto y conocer sus sugerencias.

Marco Estrada (encargado departamento SAP) es quien entrega los informes empresariales con el fin de recopilar información, categorizar inventario mediante método ABC y realizar los pronósticos de demanda.

### 1.5.2 Materiales

Para comenzar a realizar el estudio, se realizará un proceso de recopilación de datos y antecedentes generales para obtener conocimiento del rubro a través de fuentes primarias y secundarias:

- **Fuentes primarias:** Entrevistas y/o encuestas con trabajadores de la empresa en cada uno de los procesos (Ingeniero logístico, jefe de logística, administrativos de control de gestión, compras y SAP) e informes empresariales del sistema ERP de la empresa.
- **Fuentes secundarias:** Bases de datos, tesis anteriores y buscadores online, como Google académico y revisión de bases de datos con acceso online tales como, Scielo, Dialnet, entre otros. El presente estudio se basó en dos libros para estudiar y entender los modelos de inventario, el primero es planeación y control de la producción de Daniel Sipper y Robert Bulfin, el segundo, fundamentos de control y gestión de inventarios de Carlos Vidal.

### 1.5.3 Métodos

Con el propósito de dar solución a la problemática antes mencionada se estableció desarrollar tres grandes etapas las cuales se detallarán a continuación en la Figura 1-2:

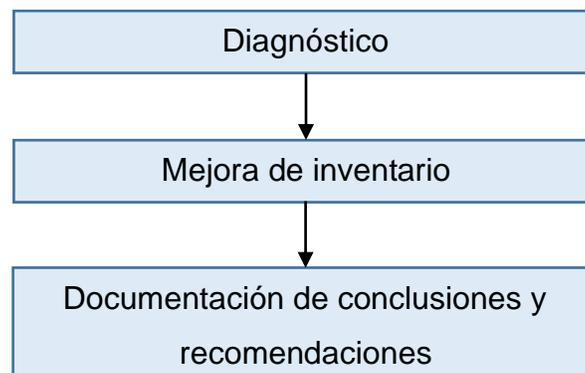


Figura 1-2: Etapas de métodos

Fuente: Elaboración propia

**Diagnóstico:** Etapa inicial de los métodos a implementar, donde se busca identificar el propósito de la empresa en cuanto a sus objetivos y estrategias respecto al tema

a tratar para posteriormente investigar lo necesario sobre los procesos del área involucrada, con el fin de encontrar oportunidades de mejoras.

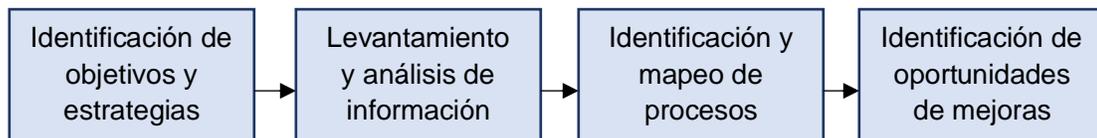


Figura 1-3: Etapa del diagnóstico

Fuente: Elaboración propia

- Identificación de objetivos y estrategias: Mediante una reunión con el gerente de operaciones de Agrícola y Forestal Doña Isidora, Carlos Barrenechea, se analizó la situación actual de la empresa en todo lo que implica el procedimiento del área logística de esta, identificando procesos que necesitan ser rediseñados y estructurados para adaptarse a las estrategias y objetivos de la organización, identificando así la necesidad de aplicar metodologías que permitan mejorar la actual gestión de inventario de la empresa y asimismo proponer un mejor modelo de gestión.
- Levantamiento y análisis de información: Análisis de la literatura para identificar procedimientos de organización de inventario y métodos de pronósticos de demanda. Además, se recopilará y estudiará información interna de la empresa a través de las bases de datos del sistema ERP que utiliza la empresa y de entrevistas con distintos colaboradores involucrados en el proceso.
- Identificación y mapeo de procesos: Reconocimiento de los departamentos que tienen directa relación con la gestión y control de inventario, y en base a esto tener una representación visual a través de un diagrama de flujo que represente el funcionamiento del área logística y la relación entre cada departamento que pertenecen a esta área.
- Identificación de oportunidades de mejoras: En base al análisis del diagrama de flujo del proceso logístico de la empresa creado en el paso anterior, se

identificará oportunidades de mejora enfocadas en mejorar el proceso actual de inventario.

**Mejora de inventario:** Aplicación de la metodología propuesta basada en la literatura para dar solución a la problemática planteada en la sección.

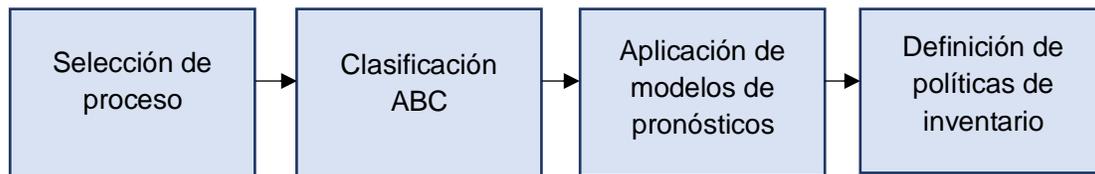


Figura 1-4: Etapas mejora de inventario

Fuente: Elaboración propia

- Selección de proceso: Luego del diagnóstico a la empresa se identificará el tipo de inventario a mejorar: para esta memoria de título el tema es stock crítico.
- Clasificación ABC: Se definirán criterios para diferenciar el stock crítico del stock general con el fin de identificar para cada artículo si es clase A, B o C
- Aplicación de modelos pronósticos: Se identificará y seleccionará para dos artículos, a modo de ejemplo, el método de pronóstico que más se ajuste al comportamiento de la demanda en función del mínimo error cometido. Los datos utilizados corresponderán al periodo comprendido entre enero de 2020 a octubre de 2022, donde los primeros 24 meses serán de entrenamiento para ajustar el modelo y con los 10 meses restantes se evaluará el desempeño de este.
- Definición de políticas de inventario: Proponer políticas de inventario según la clasificación de los repuestos realizada en la etapa anterior, basando la recomendación en lo que sugiere la literatura.

### **Documentación de conclusiones y recomendaciones**

Consejos a la organización y a los colaboradores involucrados sobre las buenas prácticas del modelo de gestión de inventario diseñado y, además, mejoras internas en información que deban tener en cuenta.

La recopilación de resultados, generación de propuestas y lineamientos de mejora, documentación de conclusiones y recomendaciones serán entregados por escrito al gerente general y a su vez se realizará una presentación.

## **2. MARCO TEÓRICO**

El objetivo del capítulo es revisar y analizar los aportes de la literatura en relación con los grandes temas de clasificación ABC y pronósticos de demanda, se diferenciarán en marco teórico y trabajos relacionados.

### **2.1 Inventario**

Según Sipper & Bulfin (1998, p. 219) inventario es “Una cantidad de bienes bajo el control de una empresa, guardados durante algún tiempo para satisfacer una demanda futura”. Por lo tanto, todos los bienes (materia prima, unidades compradas, etc.) almacenados en un espacio físico corresponden al inventario, el cual se convierte en un “amortiguador” entre dos procesos: el abastecimiento y la demanda. El proceso de abastecimiento contribuye con bienes al inventario, mientras que la demanda consume el mismo inventario”.

Toda empresa debería mantener un número mínimo de stock para anticipar un aumento de la demanda y del mismo modo, evitar que ocurra una paralización de la producción por no disponer de los recursos necesarios. Por lo tanto, la necesidad de un inventario surge ya que se producen diferencias entre el abastecimiento y la demanda, y cuyos factores que producen las diferencias se clasifican en endógenos y exógenos, donde este último es el más relevante pues corresponde a la incertidumbre. Una forma de disminuir el impacto de este factor es contar con un inventario de seguridad, el cuál ayuda a estar preparados en caso de que exista mayor demanda con respecto a la pronosticada, y también permite evitar un paro de la producción ya que existe incertidumbre en los tiempos de entrega.

#### **2.1.1 Gestión de inventario**

La gestión de inventarios es uno de los procesos más complejos e importantes dentro de la cadena de suministro y surge a partir de que los productos presentan mucha variabilidad en la demanda y también los tiempos de reposición (Lead Times). Esto se puede corregir mediante algunas estrategias como la obtención de información precisa y en tiempo real sobre la demanda en el punto de consumo, consolidación de las bodegas y centros de distribución, estandarización de los

productos, mejoramiento de los pronósticos de demanda, reducción de tiempos de reposición a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, entre otras.

Una buena gestión de inventario logrará que se tenga conocimiento exacto del inventario, lo cual permitirá definir la cantidad óptima de productos a ordenar y también implicará el aprovechamiento de toda la instalación, evitando además que se tengan existencias en exceso y/o faltantes en inventario.

### 2.1.2 Políticas de inventario

Dado que la demanda es el principal elemento que afecta al inventario, es importante que un sistema de inventario responda a variables de decisión de tiempo y cantidad, es decir, ¿Cuánto y cuándo debe ordenarse? Cuyas preguntas se responden utilizando dos políticas de control de inventarios diferentes: de revisión periódica y de revisión continua. A continuación, se muestra la notación que se utilizará en la explicación de las dos políticas de control mencionadas anteriormente, definidas en Sipper & Bulfin (1998, p.224).

$T$ : Periodo de revisión.

$Q$ : Cantidad por ordenar en cada pedido, varía de un periodo a otro.

$R$ : Punto de reorden (determinado por la empresa).

$S$ : Nivel de inventario hasta el cual debe ordenarse.

$I$ : Nivel de inventario.

**Política de revisión periódica:** El inventario se debe revisar con una frecuencia de periodo regular, este tiempo ( $T$ ) es fijado por cada empresa, puede ser cada una semana, un mes, un semestre, etc.

Si al realizar la revisión el nivel de inventario ( $I$ ) es mayor que el punto de reorden ( $R$ ), no se realizará un pedido. En cambio, si el inventario es menor se realiza un pedido por la cantidad que se necesite para completar el nivel máximo de inventario ( $S$ ).

Ejemplo: si en un tiempo de revisión  $t_1$ ,  $I < R$ , se deben ordenar:  $Q = S - I$ .

**Política de revisión continua:** Consiste en controlar continuamente el nivel de inventario ( $I$ ), es decir, cada vez que exista una transacción, ya sea un despacho, recepción, solicitud, etc., se realiza la revisión de este. Cuando el nivel llega al punto de reorden  $R$ , que corresponde a la decisión de tiempo, se debe ordenar una cantidad fija  $Q$  (decisión de cantidad).

### 2.1.3 Clasificación ABC de Inventarios

El origen de este concepto comenzó a formarse a raíz de las declaraciones que realizó Wilfredo Pareto, sociólogo y economista italiano, quien en 1897 afirmó que la demanda no está distribuida de manera uniforme entre los artículos de un inventario. Así, los que más se venden superan ampliamente a los demás (Peiró, 2017).

La clasificación ABC surge de la aplicación del principio de Pareto y según Babai et al. (2010) se define como: “clasificación de un grupo de ítems en orden decreciente de volumen anual de dólares (precio multiplicado por volumen proyectado de ventas) u otro criterio. Este arreglo es luego dividido en tres clases llamadas A, B y C” y usualmente quedan constituidos de la siguiente forma:

- Artículos clase A: Son aquellos que poseen un volumen monetario anual alto. Representan aproximadamente al 15% del total de los artículos, sin embargo, poseen entre el 70 u 80 por ciento del consumo monetario total.
- Artículos clase B: Son los que tienen un volumen monetario anual medio. Generalmente, representan al 30 por ciento del volumen de artículos de inventario y entre el 15 y 25 por ciento del valor monetario total.
- Artículos clase C: Estas existencias representan un volumen monetario anual bajo, representando un 5 por ciento del volumen monetario, pero alrededor del 55 por ciento del total de los artículos en inventario.

Lo anterior es solo una referencia, pero la decisión final respecto a los porcentajes depende de cada caso en particular, pudiendo crearse incluso nuevas clasificaciones ya sea AA (o AAA) para ítems muy importantes o una clasificación D cuando la cantidad de artículos que forman parte de la clase C son muchos,

cuando tienen bajo volumen anual, ítems que están desapareciendo o que ya no deberían estar activos en el sistema de la empresa (Vidal, 2010, p. 26).

En las secciones que continúan, desde la 2.2 hasta 2.2.5, se exponen los métodos de pronóstico que se utilizarán en este trabajo, definidos en el texto “Fundamentos de control y gestión de inventarios” de Vidal (2010), libro que fue utilizado como una guía para el trabajo a realizar.

## **2.2 Pronósticos de demanda**

Los sistemas de pronósticos se consideran fundamentales para el cumplimiento de los objetivos de la empresa, ya que al implementarlos ayudan a tomar decisiones a través de una estimación previa de lo que sucederá en el futuro con el menor error posible.

En todo proceso que implique tomar decisiones se necesita pronosticar una o más variables de interés ya que se necesita determinar qué pasará en el futuro para que la decisión que se tome sea la óptima. Dado esto, los pronósticos de demanda son elementos claves dentro de una organización ya que además de disminuir la incertidumbre respecto al futuro, ayudan a anticiparse a cualquier cambio que se pueda presentar en la demanda de los artículos que se tienen en inventario, permitiendo así una planificación y gestión eficiente de los productos (Vidal, 2010, p. 85).

La demanda puede presentar diferentes patrones de comportamientos, los cuales son:

- **Tendencia:** Es aquella que se observa cuando la demanda se incrementa o disminuye de manera continua en el tiempo.
- **Estacionalidad:** Patrón de demanda que usualmente ocurre en una base anual, pero puede ocurrir semanalmente o de forma diaria.
- **Variación aleatoria:** Ocurre cuando hay muchos factores que afectan la demanda durante periodos específicos y ocurre de manera aleatoria.

- Variación cíclica: Componente que se presenta en el curso de periodos de tiempo más largos (años o decenios), la demanda se incrementa o decrecienta gradualmente siendo menos previsible.

Para identificar el comportamiento de la demanda de los datos y contribuir a la elección de qué método de pronósticos de demanda se utilizará, se debe analizar si la demanda es intermitente a través del cálculo del coeficiente de variación de la distribución de la demanda (CVD) el cual queda definido como:

$$CVD = \frac{\text{Desviación estándar de la demanda}}{\text{Demanda promedio}} \quad (2.1)$$

Si  $CVD \geq 1$  (100%) se considera que la demanda es intermitente, en caso contrario, puede considerarse estacionaria o constante, donde un menor un coeficiente de variación de la demanda implica baja aleatoriedad en esta (Vidal, 2010, p. 58).

Existen diferentes métodos de pronósticos como el promedio móvil, la suavización exponencial simple y doble, y el método de Croston, entre otros. La aplicación de estos diferentes métodos de pronóstico depende en gran medida del patrón de demanda que se esté abordando.

### 2.2.1 Promedio móvil simple

Es un método considerado fácil de aplicar y se utiliza principalmente cuando no existe una tendencia significativa ni estacionalidad en la serie de tiempo. En la práctica, se debe definir cuántos periodos ( $n$ ) serán utilizados para realizar el promedio y obtener la demanda pronosticada ( $F$ ) en el periodo ( $t$ ) requerido.

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + \dots + A_{t-n}}{n} \quad (2.2)$$

Donde:

$F_t$ : Demanda pronosticada para el periodo  $t$ .

$A_t$ : Demanda real para el periodo  $t$ .

$n$ : Número de períodos a promediar.

### 2.2.2 Suavizamiento exponencial Simple

Este modelo se utiliza cuando la demanda no presenta tendencia o estacionalidad, es decir, existe una demanda uniforme. Para la aplicación de suavizamiento exponencial simple no se requiere de gran volumen de datos históricos de la demanda ya que para el cálculo del pronóstico solo se necesita la observación del periodo anterior la cual es removida y reemplazada por la demanda más reciente. Además, para su aplicación se necesita definir una constante de suavizamiento alfa ( $\alpha$ ) la cual suaviza la fluctuación en la historia reciente, donde  $0 < \alpha < 1$  y su variación depende de a qué datos se le quiere dar mayor importancia, es decir, si se establece un alfa más alto se le estará dando importancia a los datos históricos recientes, en cambio, un alfa más bajo significa dar mayor importancia a los datos históricos más antiguos. Si  $\alpha=1$  el pronóstico de demanda del próximo periodo será igual al periodo actual.

El cálculo del pronóstico de este método se realiza con la siguiente ecuación:

$$F_t = F_{t-1} + (\alpha) * (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2.3)$$

Donde:

$F_t$ : Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo  $t$ .

$F_{t-1}$ : Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo  $t - 1$ .

$\alpha$ : Constante de suavizamiento.

$A_{t-1}$ : Demanda observada para el periodo  $t - 1$ .

### 2.2.3 Suavizamiento exponencial Doble (Holt-Winter)

La suavización exponencial doble es óptima para patrones de demanda que presentan una tendencia ya sea con pendiente creciente o decreciente. Es un suavizamiento doble debido a que tanto la estimación de los datos históricos como la de la tendencia se suavizan.

Al igual que en el suavizamiento exponencial simple, se utiliza una constante de suavizamiento alfa la cual suaviza la fluctuación en la historia reciente, pero se

agrega una nueva constante de suavizamiento beta ( $\beta$ ) la cual funciona de forma similar, con valores entre 0 y 1, donde un  $\beta$  elevado responde con más velocidad a los cambios en la tendencia, mientras que un  $\beta$  inferior tiende a suavizar la tendencia actual, dando menos peso a los datos recientes.

El cálculo del pronóstico de este método se realiza con la siguiente ecuación:

$$S_t = \alpha * X_t + (1 - \alpha) * (S_{t-1} + B_{t-1}) \quad (2.4)$$

$$B_t = \beta * (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) * B_{t-1} \quad (2.5)$$

$$F_m = S_T + m * B_T \quad (2.6)$$

Donde:

$F_m$ : Pronóstico para m periodos desde el inicio del pronóstico.

$X_t$ : Valor real de la demanda en el periodo  $t$ .

$S_t$ : Nivel suavizado en el periodo  $t$ .

$B_t$ : Tendencia suavizada en el periodo  $t$ .

$T$ : Periodo de inicio del pronóstico.

$\alpha$  y  $\beta$ : Constantes de suavizamiento.

#### 2.2.4 Método de Croston

Este método es utilizado para cuando existe demanda intermitente (errática), es decir, se aplica en los artículos que presentan durante muchos periodos demanda nula. A pesar de a que estos artículos se les puede aplicar suavizamiento exponencial simple o doble, el método de Croston es una mejor alternativa.

La aplicación de este método es similar al método de suavizamiento exponencial puesto que consiste en realizar dos pronósticos con la misma constante de suavizamiento alfa, la cual varía entre 0 y 1. El método de Croston primero pronostica **cuándo** habrá demanda y luego **cuánto** será demandado, donde el primer pronóstico se realiza de acuerdo con las observaciones anteriores, es decir,

se estima el número entre ocurrencias de demanda mayores a cero y el segundo pronóstico se realiza con las observaciones anteriores sin tener en cuenta las demandas iguales a cero. Posteriormente, se analizan si existe consumo o no, en el periodo de estudio.

En el primer caso, donde  $x_t > 0$ , es decir, donde sí exista consumo, los estimadores se actualizarán de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$\hat{n}_t = \alpha n_t + (1 - \alpha)\hat{n}_{t-1} \quad (2.7)$$

$$\hat{z}_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)\hat{z}_{t-1} \quad (2.8)$$

En el segundo caso, donde  $x_t = 0$ , es decir, donde no exista consumo, los estimadores conservarán el mismo valor del estimador encontrado en el periodo anterior:

$$\hat{n}_t = \hat{n}_{t-1} \quad (2.9)$$

$$\hat{z}_t = \hat{z}_{t-1} \quad (2.10)$$

Finalmente, el pronóstico de la demanda para el periodo siguiente se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$\hat{x}_{t+1} = \frac{\hat{z}_t}{\hat{n}_t} \quad (2.11)$$

Donde:

$x_t$ : Demanda observada en el periodo  $t$ .

$n_t$ : Número de periodos transcurridos desde la última demanda mayor que cero, hasta el periodo  $t$ .

$\hat{n}_t$ : Valor estimado de  $n_t$  al final del periodo  $t$ .

$\hat{z}_t$ : Valor estimado de  $z_t$  al final del periodo  $t$ .

En la Tabla 2-1 se encuentra un resumen definido en el texto Fundamentos de control y gestión de inventarios, de los principales métodos de pronósticos aplicables a cada patrón de demanda.

Tabla 2-1: Sistemas de pronósticos y su patrón de demanda

Patrón de demanda	Sistema de pronóstico recomendado
Perpetua o uniforme	Promedio móvil o suavizamiento exponencial simple.
Tendencia creciente o decreciente	Suavizamiento exponencial doble.
Estacional o periódica	Modelos periódicos de Winters.
Demanda altamente correlacionadas	Métodos integrados de promedios móviles auto regresivos (ARIMA).
Demanda Errática	Método de Croston.

Fuente: Vidal (2010, p. 85)

### 2.2.5 Errores de pronóstico

Los pronósticos de demanda siempre estarán errados ya que se está anticipando al futuro, es por esto, que para tener un sistema de gestión de inventarios exitoso se necesita calcular los errores del pronóstico para identificar si el método de pronóstico utilizado es el adecuado debido a que una aplicación errada afectaría directamente al proceso productivo de la empresa. Los errores del pronóstico también ayudan a determinar cuánto inventario de seguridad requerirá la organización.

El error de pronóstico corresponde a la diferencia entre la demanda real para el periodo  $t$  y el pronóstico para el periodo  $t$  y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E_t = D_t - F_t \quad (2.12)$$

Donde:

$E_t$ : Error de pronóstico para el periodo  $t$ .

$D_t$ : Demanda real para el periodo  $t$ .

$F_t$ : Pronóstico para el periodo  $t$ .

Existen otras medidas más acertadas que la ecuación (2.12), las cuales son el error cuadrático medio (MSE) y el error absoluto medio (MAE).

- Error cuadrático medio (MSE): Es el promedio de los errores cuadráticos sobre un número determinado de períodos.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}{n} \quad (2.13)$$

- Error absoluto medio (MAE): Calcula la función de error absoluto medio para el pronóstico y los resultados posibles.

$$MAE = \frac{\sum_{t=1}^n |(D_t - F_t)|}{n} \quad (2.14)$$

### 2.3 Trabajos relacionados

La gestión de inventarios ha sido estudiada y analizada por diferentes autores los cuales han desarrollado investigaciones similares a la problemática anteriormente planteada, donde se han examinado metodologías de solución que serán expuestas en esta sección.

La primera metodología que se detallará es la revisión sobre la clasificación ABC, la cual es muy importante en este estudio porque permite categorizar los inventarios de acuerdo con diferentes criterios que han sido mencionados, y, además, verificar si los diferentes autores sugieren alguna respuesta a la problemática de investigación o se provee una dirección a seguir dentro del planteamiento del estudio. Luego, se presentará los sistemas de pronósticos de demanda debido a que son fundamentales para el correcto control del inventario, para este tema los autores entregaran técnicas y métodos de pronósticos.

La realización de una clasificación ABC para Chávez (2021) ayudó a identificar aquellos repuestos más críticos. De igual forma, para Paredes et al. (2019) la aplicación de este método permitió que se obtuvieran aquellos grupos de ítems de repuestos de la empresa Ingenio Azucarero, que son más críticos para las operaciones de la organización.

Navarro (2019) concluye que el método ABC de control de inventarios ayuda a las empresas en la necesidad de reducir los costos, de optimizar el proceso y controlar las pérdidas que se presentan en el inventario.

Una recomendación importante por considerar de Cortés & Morales (2012) es que la clasificación ABC debe ser actualizada cada año para conocer la importancia que tienen los ítems según los cambios que pueden ocurrir en las máquinas a través del tiempo. Con el fin de evitar tener en la clasificación ítems obsoletos y agregar los que hayan sido adquiridos en ese periodo.

Paredes et al. (2019) realizaron pronósticos de demanda en un almacén de repuestos de Ingenio Azucarero, en donde concluyeron que el realizar estos en los artículos clase A permitiría tener un seguimiento de los repuestos más críticos para la realización de las diversas tareas de la empresa, al cumplir con esta actividad se puede llegar a mantener el inventario óptimo para prevenir una falta en el futuro. Por otro lado, los pronósticos de demanda ayudan a la evaluación y selección de políticas de control de inventario.

En el trabajo de investigación de Arbalú et al. (2018) realizan un “Conteo cíclico ABC” el cual se revisa diariamente con el fin de lograr una mayor precisión en las existencias físicas y en el sistema (SAP) de la empresa y así el inventario físico se realiza anualmente. El llevar a cabo el Conteo cíclico ABC permite identificar productos defectuosos, productos de baja rotación, adecuada ubicación, estado físico, esta información es de gran importancia para la elaboración de estrategias que permitirán la reducción del inventario y la salida de los productos de baja rotación a través de decisiones comerciales.

Toro & Bastidas (2011) mencionan que la importancia de la clasificación de los artículos mediante método ABC, radica en que un sistema de control de inventario no debería tratar a todos sus artículos en existencia por igual, sino que estos serán tratados de acuerdo con la importancia que signifiquen para la empresa para así aplicar los mecanismos de control y análisis correspondientes a su clasificación. Además, utilizan sistemas de pronósticos, los cuales, indican que es importante conocer el comportamiento de la demanda de los artículos, puesto que en una serie

de tiempo se pueden encontrar componentes como tendencia, estacionalidad, entre otros, donde el análisis de la demanda es importante para lograr satisfacer a esta misma anticipadamente, siendo así este, el primer paso para lograr una buena política de inventario. Sumado a esto, utilizan como medida del error de pronóstico la desviación media absoluta (MAD) ya que consideran la manera más simple de calcular la variación o error de pronóstico. Con la aplicación de estos métodos las autoras concluyen que con los métodos aplicados se logra dar la atención necesaria a los productos que pueden tener riesgo de obsolescencia y además garantizan la satisfacción de la demanda lo que influye en un aumento del nivel de servicio lo cual aporta positivamente en la imagen de las organizaciones.

La clasificación ABC según Castro et al. (2011) entre más sencilla sea su implementación se obtendrán mejores resultados y además se debe tener en cuenta que no todos los criterios definidos pueden ser considerados por lo que deben ser analizados por el encargado de la toma de decisiones, es decir, alguien con experiencia en el tema que forme parte de la organización en cuestión, por lo mismo en caso de ser necesario aplicar una ponderación a estos criterios, esta misma persona podría ser el responsable de analizarlos y establecer sus respectivos valores de importancia. En su artículo, realizan una clasificación ABC multicriterio (MCIC o MCABC) y crean una matriz de criterios determinando cuáles son los más utilizados, donde se encuentran algunos como: Demanda/ventas anuales, inventario promedio, costo unitario, entre otros. Con la aplicación de este método concluyen que es bueno para la gestión de inventarios, pero que es importante aplicarlo cuidadosamente, más aún cuando se tienen dos o más criterios en análisis, ya que depende de esto la correcta clasificación de los artículos.

González (2020) estudia la gestión de inventarios de una empresa chilena perteneciente al rubro de pernería y tornillería, mediante la aplicación de cuatro etapas: estrategia competitiva de la empresa orientada al nivel de servicio de esta, clasificación de los productos, pronósticos de demanda y políticas de inventario.

Para la clasificación ABC, definen tres criterios globales: Rotación, importancia y acopio, de los cuales consideraron solamente rotación ya que se adecuan a la

estrategia de la empresa, siendo este el criterio más importante para la organización. En base a este criterio crearon cuatro clasificaciones para los productos A, B, C y D, a los cuales procedieron a aplicar los pronósticos de demanda.

Los pronósticos de demanda los aplican considerando 12 meses de datos históricos y se utilizan métodos como promedio móvil simple, suavizamiento exponencial simple y doble, para los cuales miden su error de pronóstico mediante la desviación absoluta media, error porcentual absoluto medio y señal de rastreo, para luego definir cuál es el que mejor se adecua a los datos históricos que se tienen.

Según la clasificación obtenida para los productos mediante el método ABC, seleccionaron políticas de inventario para cada una de las clasificaciones puesto que mediante el análisis de la demanda se obtiene cierta noción de la variabilidad que tendrá en el futuro. Los resultados obtenidos con la aplicación de las etapas descritas anteriormente, González (2020) expone que estos fueron óptimos, ya que analizando el nivel de servicio que definió la empresa que era de un 98%, en la clasificación de los productos A y B se logró superar este valor y para el C a pesar de no lograrlo, igualmente tuvo un aumento significativo, por lo que concluyen que manteniendo la aplicación de estas metodologías por al menos tres meses, se logrará superar el valor que la organización estableció. Finalmente, menciona que la aplicación de estos métodos será diferente para cada empresa y todo dependerá de las estrategias que esta tenga, donde además un elemento importante a considerar son las competencias de los colaboradores de la empresa, ya que tienen un rol importante en el éxito de la implementación de cada una de las metodologías, pues se requiere de personal capacitado.

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

El siguiente capítulo tiene por objetivo describir la situación actual de la empresa cosechadora forestal e identificar las oportunidades de mejora para el futuro desarrollo y análisis.

#### **Identificación de objetivos y estrategias:**

El principal objetivo es mejorar la gestión de inventario para evitar quiebres de stock, sobre stock, etc., ya que el inventario para la empresa es el principal elemento para que el área logística funcione bien, por lo mismo lo dividen en dos grupos, Stock crítico e inventario general.

#### **Levantamiento y análisis de información**

De acuerdo con las entrevistas realizadas a los colaboradores involucrados en el proceso, se identificó que la empresa tiene falencias en organización: los trabajadores no tienen definidos sus responsabilidades, no conocen el proceso de quien debe actuar primero ante un requerimiento de compra ni a quien deben avisarle una vez cumplido con su labor y además, no hay canales de comunicación fijados, por ende, al ocurrir un problema es imposible ver las acciones que se tomaron durante el proceso.

Por otro lado, la organización no cuenta con una gestión de inventario, las bodegas no están ordenadas ni clasificadas y la planificación de las compras se realiza por experiencia propia del trabajador.

Los datos obtenidos del software ERP “SAP Business One” con el que trabaja la organización y hacen referencia a información de todos los artículos que se han utilizado durante 34 meses, específicamente desde enero del 2020 hasta 11 de octubre de 2022.

#### **Identificación y Mapeo de procesos**

En etapa se encontraron los departamentos que forman en el área de logística, los cuales son: compras y abastecimiento, logística, además de supervisores mecánicos y encargados de maquinaria en faenas, La empresa actualmente no

cuenta con una esquematación del área de logística, es por esta razón que se realizaron entrevistas con distintos colaboradores involucrados con el fin de poder recopilar la información necesaria para la elaboración de este. De esta manera se consolida toda la información entregada en el siguiente diagrama de flujo:

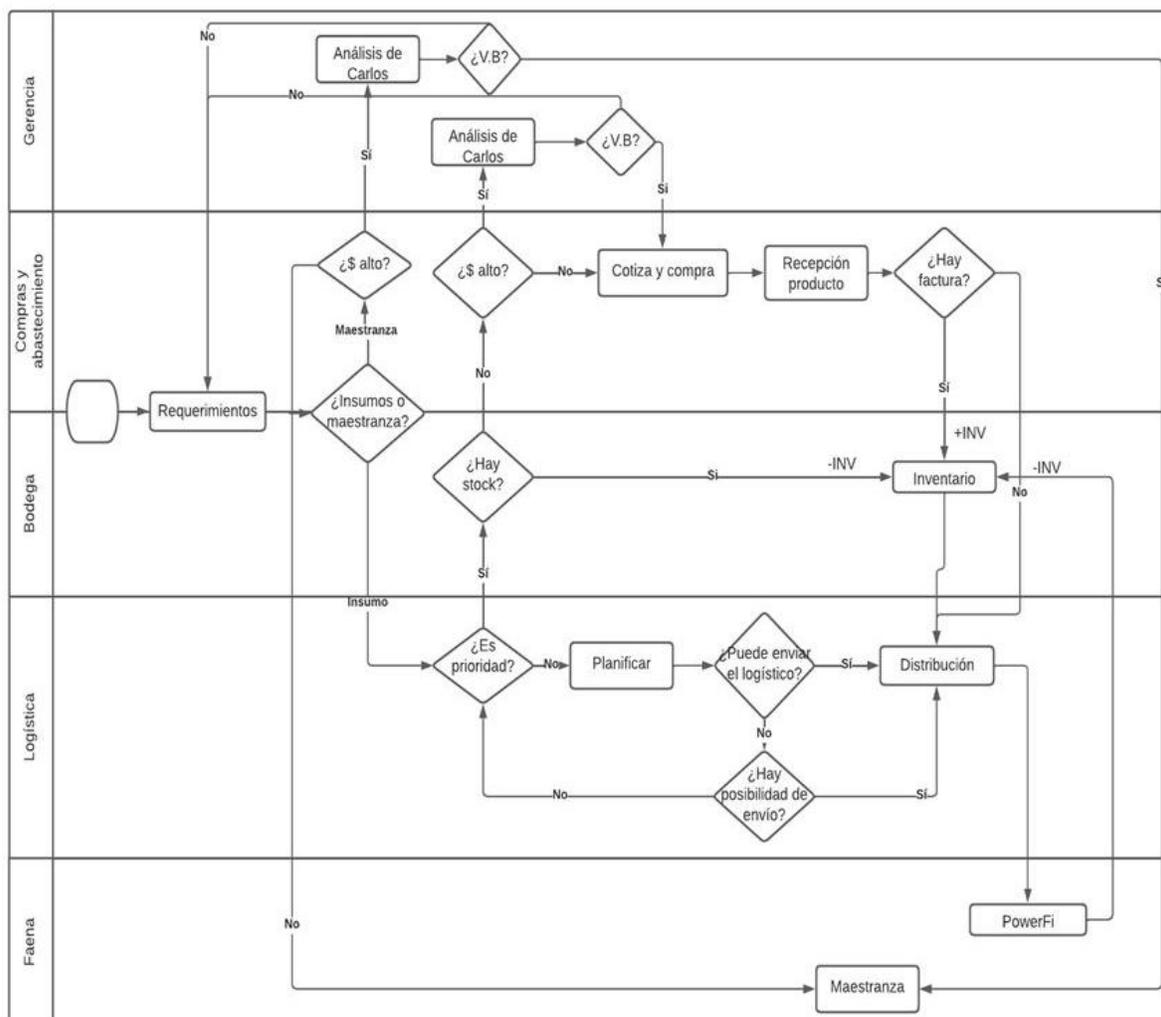


Figura 3-1: Diagrama de Flujo de procesos

Fuente: Elaboración propia

### Oportunidades de mejoras

De acuerdo con el análisis de información concluye que las erróneas planificaciones semanales y mensuales del área logística, sumado a la mala comunicación entre colaboradores provocan que actualmente el proceso productivo recurra a una gran cantidad de compras y/o distribuciones de emergencias, por lo tanto, como

consecuencia se generan diversos problemas que afectan a que el flujo del proceso no sea el más adecuado.

Por ende, se seleccionará el área de compra y abastecimiento pues es el que al generar malas planificaciones retrasa todo el proceso productivo. Una oportunidad de mejorar la forma de segmentar y organizar los artículos que ingresan al inventario es diseñar un modelo de clasificación ABC en base a criterios que ayuden a la organización a identificar cuál es su inventario de stock crítico y cual es inventario general. Luego de esto, es fundamental realizar pronósticos de demanda para cada clasificación con el fin de saber cuántas unidades comprar cada cierto tiempo, donde algunas serán prioridad.

#### **4. DESARROLLO Y ANÁLISIS**

Para el desarrollo de este seminario se utilizaron datos reales de artículos de la empresa Agrícola y Forestal Doña Isidora, estos fueron obtenidos del software ERP “SAP Business One” con el que trabaja la organización y hacen referencia a información de todos los artículos que se han utilizado durante 34 meses, específicamente desde enero del 2020 hasta 11 de octubre de 2022.

La metodología inicia con el levantamiento de información donde se revisaron archivos internos de la empresa, además se realizaron entrevistas a los trabajadores involucrados en el proceso (Anexo A). Luego, se realiza la clasificación ABC de inventarios con el fin ordenar la información entregada y, además, categorizar los diferentes artículos de acuerdo con criterios que actualmente no están establecidos, por ende, no son considerados en las tomas de decisiones. Posteriormente, se utilizan técnicas de pronósticos de demanda para ayudar a tomar decisiones de compras a través de una estimación previa de lo que sucederá en el futuro con el menor error posible, donde los primeros 24 meses del periodo de análisis, serán de entrenamiento para ajustar el modelo y con los meses restantes se evaluará el desempeño de este. Finalmente, se entregarán recomendaciones a la empresa a partir del trabajo realizado.

##### **4.1.1 Clasificación ABC**

La empresa realizó la clasificación de todos los componentes que pertenecen a inventario, dejando 14 categorías las cuales se muestran en detalle en el Anexo B.

Para la empresa es importante manejar el inventario en dos divisiones, stock crítico y stock general pero no hay criterios definidos para ninguna clasificación, y estos se basan en conocimientos de los colaboradores encargados de inventario y de las máquinas.

Es por esto, que se definió un criterio para identificar los componentes críticos y los no críticos.

1. Impacto: repercusión sobre la producción por la ausencia de algunas de las existencias en inventario desde el punto de vista de maquinarias. Donde:

-Alto: la ausencia del artículo paraliza el proceso productivo, pero no tiene artículo de reemplazo.

-Medio: la ausencia del artículo paraliza el proceso productivo, pero es fácil obtener alternativas que reemplacen este artículo.

-Bajo: la ausencia del artículo no paraliza el proceso productivo.

Impacto, fue entregado por la organización desde el punto de vista de artículos que sean parte de maquinarias, ya que la prioridad está en el proceso productivo.

#### **4.1.2 Modelos de pronósticos de demanda**

La aplicación de los modelos de pronósticos de demanda era necesaria de realizar dentro de la empresa, ya que influirá en la toma de decisiones respecto a las planificaciones de inventario que esta debe realizar. Dicha aplicación se realizó mediante Microsoft Excel, para posteriormente analizar en función del error de cada método cuál se ajusta más al comportamiento de la demanda de los ítems que pertenecen a inventario, en el periodo de análisis comprendido entre enero de 2020 hasta octubre de 2022.

De acuerdo con lo descrito en el capítulo 2, primero se analizó el comportamiento de la demanda, es decir, determinar si la demanda de los datos históricos de cada ítem es constante o errática. Para comenzar se descartaron 195 artículos los cuales presentan un consumo igual a cero, por ende, debido al comportamiento de la demanda no se les realizará pronóstico. Luego, se determinó el comportamiento a través del coeficiente de variación de la demanda (CVD), donde aquellos ítems que tuvieron un  $CVD \geq 1$  pasaron a la clasificación de demanda errática y se realizó nuevamente un análisis para determinar el comportamiento que la demanda tenía, clasificando así en dos subcategorías:

**Categoría 1:** Repuestos que durante el periodo de análisis presentaron consumo cero a excepción de un mes donde el consumo fue mayor. Una explicación a este tipo de comportamiento se debe a que, por ejemplo, hay máquinas que tienen una vida útil muy larga y por ende, no requieren mantenimiento reiterado.

**Categoría 2:** Repuestos con demanda errática mayor a cero y variables en el tiempo, es decir, se observa que hay artículos que en periodos presentan diferentes valores en su consumo y además en el siguiente periodo una demanda igual a cero. A esta categoría se le aplicó el método Croston.

En el caso, de los ítems con un  $CVD < 1$  la clasificación fue:

**Categoría 3:** Repuestos con demanda no errática, los métodos de pronósticos aplicados fueron promedio móvil simple, suavizamiento exponencial simple y suavizamiento exponencial doble, se compararon los resultados y se seleccionó la técnica de pronóstico que tuviera el menor error absoluto medio (MAE).

### **¿Cómo se realiza el ajuste a la técnica de pronóstico y posteriormente la comparación para evaluar el desempeño?**

La base de datos fue dividida en dos sets, donde la primera corresponde a los 24 primeros meses del periodo de análisis con los cuales se ajustó el modelo y se determinó el valor que debe ser asignado a los parámetros del modelo. Con los 10 meses restantes se evaluó el desempeño del método aplicado para así comparar e identificar cual método es mejor.

## **5. RESULTADOS**

El siguiente capítulo tiene como objetivo presentar los resultados obtenidos para el diseño de un modelo de gestión para el stock crítico de la empresa Agrícola y forestal doña Isidora, donde se separará en los dos métodos seleccionados para tener un sistema de control de inventario.

### **5.1.1 Resultados clasificación ABC**

El gerente general de la organización en conjunto con el encargado de maquinarias definió que el criterio de clasificación para determinar cuáles son los artículos que se categorizaran como stock crítico será “impacto”, el cual considera el impacto que el repuesto pueda tener sobre la producción, es decir, que su ausencia implique paralizar las actividades dentro de las instalaciones de producción.

Por lo tanto, entregaron un archivo que contenía por cada artículo su nivel de impacto, pero para efectos de esta investigación se reemplazó cada uno de los niveles por una categoría A, B o C según corresponda, resultando 1.119 artículos correspondientes a alto impacto, es decir, son “A”, 634 son de medio impacto: “B” y 542 son de bajo impacto: “C”.

De acuerdo con el enfoque de este seminario de título solo se desarrollará los resultados correspondientes al stock crítico, el cual estará conformado por aquellos artículos que en el criterio de impacto tengan una clasificación “A”. Dado esto, se creó una nueva clase en la clasificación de los ítems “AA” para agrupar estos artículos, con el fin de diferenciar el stock considerado importante de la empresa por su criticidad, el cuál es tratado de forma diferente al inventario general.

Finalmente, la Tabla 5-1 expone cómo quedó la clasificación ABC para todos los ítems que se tenían en la base de datos durante el periodo de análisis, definiendo dos criterios según criticidad: crítico y no crítico donde el último corresponde a inventario general:

Tabla 5-1: Clasificación según criticidad

		Clasificación	Cantidad de ítems
Criticidad	Crítico	AA	1.119
	No Crítico	Inventario general	1176

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2 Resultados modelos de pronósticos

Una vez realizada la clasificación para todos los ítems de inventario, se continuó con la aplicación y elección de modelos de pronósticos, solo para aquellos artículos críticos que presentaron consumo entre enero de 2020 y octubre de 2022.

Primero se analizó el comportamiento de la demanda para determinar posteriormente el método de pronóstico que mejor se adapte a los datos históricos, donde se determinó a través de la ecuación 2.1 descrita en el capítulo 2 y los resultados obtenidos fueron:

Se determinó que el 98,9% de los ítems clase AA tienen un coeficiente de variación mayor o igual a uno, por tal razón la demanda de estos puede catalogarse como errática. A continuación, en la Figura 5-1 se presenta el comportamiento de la demanda en la clase AA.

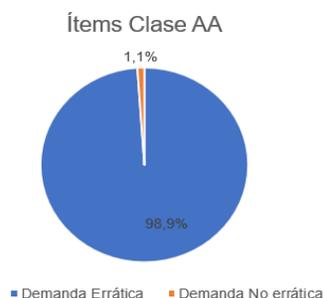


Figura 5-1: Comportamiento de la demanda en la clase AA

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó en la sección 4.1.2, se identificaron tres tipos de comportamientos en los artículos analizados, donde los dos primeros están compuestos por artículos con demanda errática y la tercera con demanda no errática.

En la Tabla 5-2 se muestra la distribución de los ítems de cada clase por las tres categorías mencionadas.

Tabla 5-2: Distribución de clase AA por categoría

Categorías	AA
Categoría 1	67,48%
Categoría 2	31,45%
Categoría 3	1,07%
Total	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Para ítems clase AA se definió una política de revisión continua, donde se revisará el inventario de forma constante, este sistema de revisión puede presentar tres casos, demanda variable y tiempo de entrega constante, demanda constante y tiempo de entrega variable, demanda variable y tiempo de entrega variable. Se revisa el nivel del inventario resultante teniendo en cuenta dos cosas:

- Si el inventario resultante está por debajo de determinado nivel, se coloca una nueva orden.
- Si el inventario resultante no está por debajo del nivel, sigue consumiéndose.

Para las técnicas de pronósticos los datos utilizados corresponderán al periodo comprendido entre enero de 2020 a octubre de 2022, donde los primeros 24 meses serán de entrenamiento para ajustar el modelo y con los meses restantes se evaluará el desempeño del modelo ajustado.

La selección del modelo que mejor se ajusta a cada artículo se realizó como se mencionó anteriormente, identificando el coeficiente de variación de la demanda. La Tabla 5-3 mostrará los resultados de dos ítems representativos con el fin de mostrar que el enfoque es válido y útil.

Tabla 5-3: CVD para artículos clase AA

Código Artículo	CVD
ESP01986: Estrella (elemento de corte)	1,23886469
AIR00877: Filtro de aire	0,92507166

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.3 Ejemplo ítem representativo $CVD \geq 1$

Para el  $CVD \geq 1$  la demanda es intermitente (errática), por ende, el mejor método para pronosticar la demanda es el de Croston. En la Tabla 5-4 se muestran los datos que se utilizaron para la realización del pronóstico y, además, se observa el mejor valor de  $\alpha$  que minimiza el error absoluto medio mediante solver de Excel.

Tabla 5-4: Resultado método de Croston demanda no errática

ESP01986: Estrella (elemento de corte)	
Término	Resultado
MAE	6,18957
$\alpha$	0,81532

Fuente: Elaboración propia

A continuación, la Figura 5-2 presenta la demanda real de los 34 meses y pronósticos para los 10 meses del 2022.

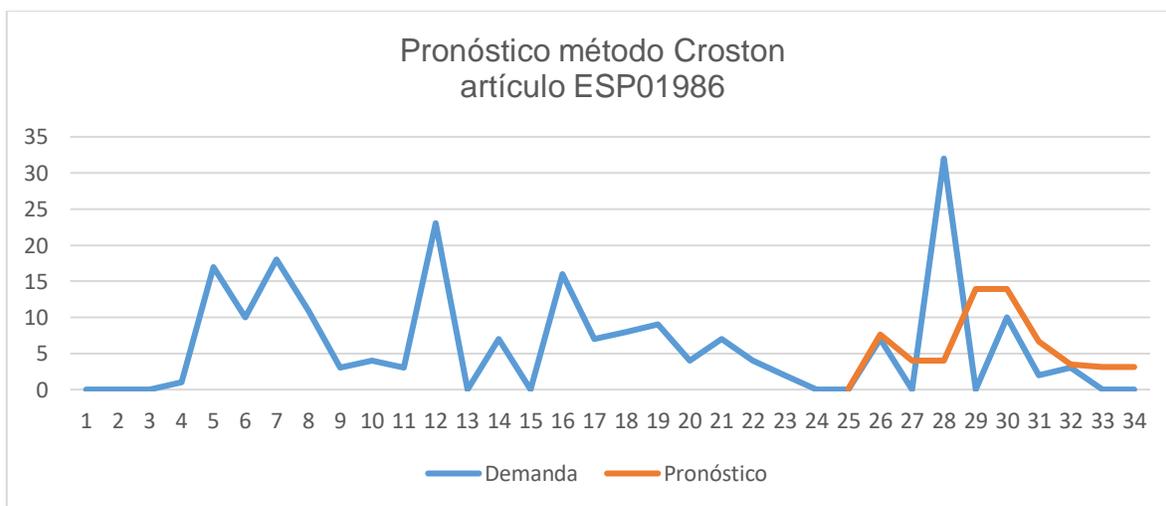


Figura 5-2: Demanda y pronóstico método Croston

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.4 Ejemplo ítem representativo $CVD < 1$

Para el  $CVD \leq 1$  la demanda puede considerarse estacionaria o constante, para conocer el método de pronóstico más adecuado para él artículo se evaluaron los sistemas de pronósticos de promedio móvil, suavización exponencial simple y suavización exponencial doble con el fin de comparar los resultados y se seleccionó la técnica que entregara menor error medio absoluto.

En la Tabla 5-5 se muestran los resultados de los diferentes métodos los cuales fueron obtenidos del mejor valor de alfa o beta según corresponda, que minimiza el error absoluto medio mediante solver de Excel.

Tabla 5-5: Resultados métodos con demanda no errática

AIR00877: Filtro de aire	
Método de pronóstico	Error medio absoluto (MAE)
Promedio móvil simple	1,77273
Suavizamiento exponencial simple	1,44167
Suavizamiento exponencial doble	1,48535

Fuente: Elaboración propia

A continuación, la Figura 5-3 presenta la demanda real de los 34 meses y pronósticos para los 10 meses del 2022 según el método de promedio móvil simple donde se estableció que el mejor parámetro fue de 12 meses.

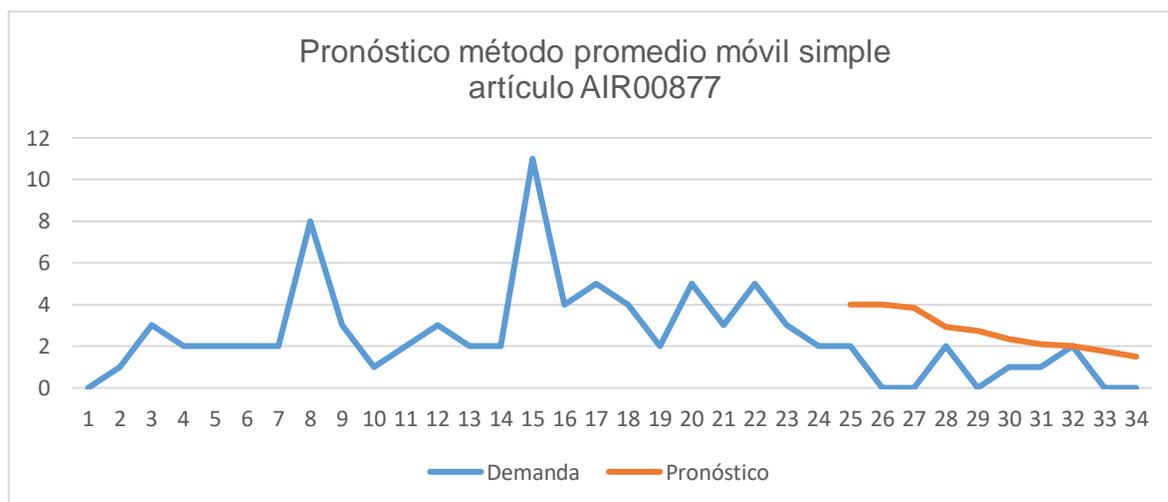


Figura 5-3: Demanda y pronóstico método promedio móvil simple

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5-4 presenta la demanda real de los 34 meses y pronósticos para los 10 meses del 2022 según el método de suavizamiento exponencial simple. Para el cálculo de pronóstico con este método se utilizó la herramienta solver la cual permitió hallar el mejor valor de  $\alpha$  de 0,33211.

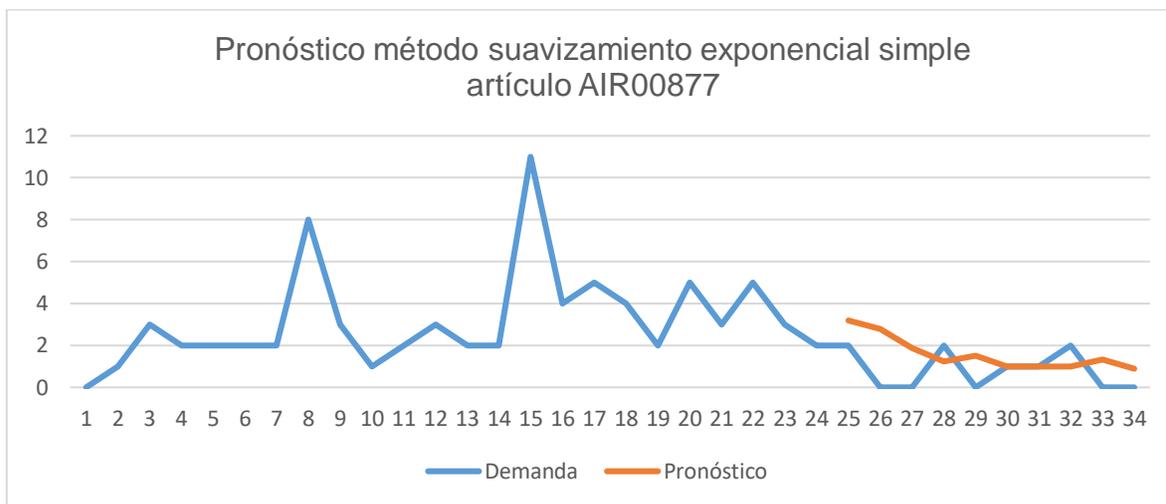


Figura 5-4: Demanda y pronóstico método suavizamiento exponencial simple

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5-5 presenta la demanda real de los 34 meses y pronósticos para los 10 meses del 2022 según el método de suavizamiento exponencial doble. Para el cálculo de pronóstico con este método se utilizó la herramienta solver la cual permitió hallar el mejor valor de  $\alpha$  de 0,33211 y  $\beta$  de 0.



Figura 5-5: Demanda y pronóstico método suavizamiento exponencial doble

Fuente: Elaboración propia

Para el pronóstico utilizando el método de suavizamiento exponencial doble se observa que la demanda tiene una tendencia es por eso por lo que se prueba esta técnica de modelo, sin embargo, se descubrió que el  $\beta$  es igual a cero, por ende, el método fue descartado ya que produce los mismos pronósticos que produce el suavizamiento exponencial simple.

Finalmente, a partir de los resultados observados en la Tabla 5-5, sumado a la comparación de las Figura 5-3, Figura 5-4 y Figura 5-5 concluye que el mejor modelo para pronosticar la demanda no errática del artículo AIR00877 es el suavizamiento exponencial simple, el cual obtiene el menor error medio absoluto a partir de un  $\alpha$  igual a 0,33211.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

A lo largo del presente proyecto de investigación, se describe la principal problemática encontrada en la empresa Agrícola y Forestal Doña Isidora, la cual es que se carece de una correcta gestión de inventario, lo cual impide que tenga control de las actividades que se realizan al interior de dichos procesos, también implica un alto riesgo de generar pérdidas económicas por sobre stocks, o productivas por quiebres de stock, por otra parte, está problemática limita a tener un mayor crecimiento en el mercado, esta situación fue evidenciada mediante entrevista con los colaboradores.

La investigación desarrollada, permitió a través de un enfoque cuantitativo analizar datos históricos extraídos del sistema ERP de la empresa para desarrollar dos metodologías; clasificación ABC y técnicas de pronósticos.

El presente estudio se basó en dos libros para estudiar y entender los modelos de inventario, el primero es planeación y control de la producción de Sipper & Bulfin (1998), el segundo, fundamentos de control y gestión de inventarios de Vidal (2010). A través de esta revisión bibliográfica se obtiene tres metodologías que ayudarían a proponer un modelo de gestión de inventario. En primer lugar, se tiene la clasificación ABC la cual permite agrupar los repuestos en función de sus características y en este proyecto, en función de su criticidad, además permite a las empresas crear políticas para asegurar la disponibilidad de los productos de alta demanda. En segundo lugar, definir políticas de revisión de inventario en el cual una empresa lleva la administración eficiente del movimiento y almacenamiento de los artículos, al tener un seguimiento y control de inventario confiable se puede tomar mejores decisiones, reducir costos y, por tanto, ofrecer un mejor servicio. Finalmente, la aplicación de técnicas de pronósticos permite conocer el comportamiento de los artículos durante el periodo de análisis permitiendo llevar una correcta planificación de compras y envíos a las distintas instalaciones donde se realiza el proceso productivo.

El punto anterior viene a dar respuesta al primer objetivo específico respecto a seleccionar desde la bibliografía metodologías de gestión aplicables a la naturaleza de la organización con el fin de diseñar el mejor modelo.

En cuanto al segundo objetivo específico, relacionado a clasificar artículos con características de criticidad se realizará en función del criterio de impacto definido por el gerente general y el encargado de maquinarias, de acuerdo con la información entregada por ambos colaboradores se obtiene que 48,75% del total de los artículos fue clasificado como alto impacto, por ende, por decisión de ellos eran caracterizados como stock crítico. Dado esto, se creó una nueva clase en la clasificación de los ítems "AA" para agrupar estos artículos, con el fin de diferenciar el stock considerado importante de la empresa por su criticidad, el cuál es tratado de forma diferente al inventario general.

Como conclusión, esta metodología sirve y tiene buenos resultados, dado que estos artículos críticos serán tratados de forma particular, manteniendo siempre controlado el stock disponible físico. Pero se podrían obtener mejores resultados si se analizan exhaustivamente las necesidades de la organización y no solo considerar el criterio de impacto para la clasificación de criticidad, por lo tanto, se podría diseñar un instrumento que permita redefinir los ítems críticos entre cuales de ellos son más críticos y cuales tienen un nivel bajo de criticidad, además de considerar otros criterios importantes como el tiempo de llegada al realizar la compra del artículo.

Respecto al tercer objetivo específico, que hace alusión al análisis de datos históricos con el fin de identificar su comportamiento, se puede evidenciar que el analizar datos históricos de los artículos en inventario permite conocer el comportamiento de consumo durante el periodo de análisis, por otro lado, el categorizar los artículos a través del coeficiente de variación de la demanda posibilita identificar fácilmente cual es la técnica de pronósticos de demanda adecuada, para el caso de las demandas no erráticas se facilita al observar cual técnica de pronóstico presenta el menor error.

Para que la empresa logre reducir la incertidumbre de que cantidad será requerida a futuro, deben respaldar las decisiones en elaboración de pronósticos correctos y precisos y no en intuiciones. Los pronósticos a corto plazo suelen ser más precisos que los de largo plazo, ya que los factores que influyen en la demanda cambian constantemente y realizar pronósticos en un periodo más largo, hará que sea más probable que la exactitud sea baja.

Del cumplimiento de los objetivos específicos anteriormente nombrados, se logra crear una propuesta de diseño de modelo de gestión de inventario, basado en aplicar dos metodologías, la clasificación ABC propuesto por Wilfredo Pareto que se adecuo a los sugerencias y requerimientos de la organización (impacto), y aplicación de técnicas de pronóstico. El aplicar ambas metodologías beneficia a la empresa en mantener un orden de importancia de los artículos, ya que dependiendo de sus características deberían tener tratamiento específico, también, a mejorar las planificaciones de compras y envíos de la empresa, permitiendo anticiparse a imprevistos o urgencias que ocurran en algún momento. Finalmente, beneficia a mejorar la gestión de inventario para el stock crítico de una empresa de servicio de cosecha forestal.

Dentro de las limitaciones del estudio se tiene que la información entregada por la empresa no fue tan precisa, por tanto, para una futura aplicación de la propuesta de modelo de gestión en la empresa se debería evaluar los criterios de clasificación, revisar porque un 8,5% de los artículos presenta demanda igual a cero en 34 meses, realizar una revisión constante de la cantidad de artículos que hay físicamente en las bodegas y en el sistema ERP hasta que se obtenga información verídica. Por último, la carencia de procedimientos estructurados, la mala comunicación y la definición parcial de responsabilidades intensifica la carencia de una buena gestión de inventario.

### **Recomendaciones**

Para comenzar, se pudo conocer durante esta investigación que la empresa no cuenta con un modelo de gestión para el abastecimiento y por supuesto, tampoco para una clasificación ABC, pues no existe actualmente este método.

De acuerdo con las entrevistas con los colaboradores y a conversaciones con el gerente general consideran que se requiere un modelo de gestión adecuado, que mejore el tiempo de trabajo, que evite la rotura de stock, que optimice los costos y que disminuya el estrés laboral por malas planificaciones de compra.

Por consiguiente, según el desarrollo y análisis del capítulo 4, las entrevistas y experiencia adquirida durante el desarrollo de este seminario el modelo de gestión adecuado propuesto resulta ser el presentado en la Figura 6-1 donde se ilustran las decisiones a tomar de acuerdo con el comportamiento de la demanda para la selección de los métodos de pronóstico de stock crítico.

El modelo planteado debe realizarse cada vez que un artículo sea incorporado por primera vez al inventario, de no ser posible es recomendable hacerlo cada semana para poder tener un buen control del stock disponible. Se propone reevaluar el modelo propuesto cada 6 o 12 meses según lo estime la empresa, sobre todo por los criterios establecidos en la clasificación ABC, esta dependerá del objetivo que desee alcanzar la organización. Esta metodología estará encargado el encargado de compras y abastecimiento en conjunto con encargado de bodega y de maquinarias, al igual que la revisión del nivel de inventario.

Las demandas con categoría 1, deben ser revisadas por el departamento de compras y abastecimiento para saber si están bien ingresados los datos, sobre todo para investigar si tienen alguna explicación para no ser pronosticados.

Finalmente, el encargado de SAP tendrá como función realizar los pronósticos de demanda, buscando continuamente formas de optimizar la realización de esta metodología, por ejemplo, que se realice mediante el sistema ERP.

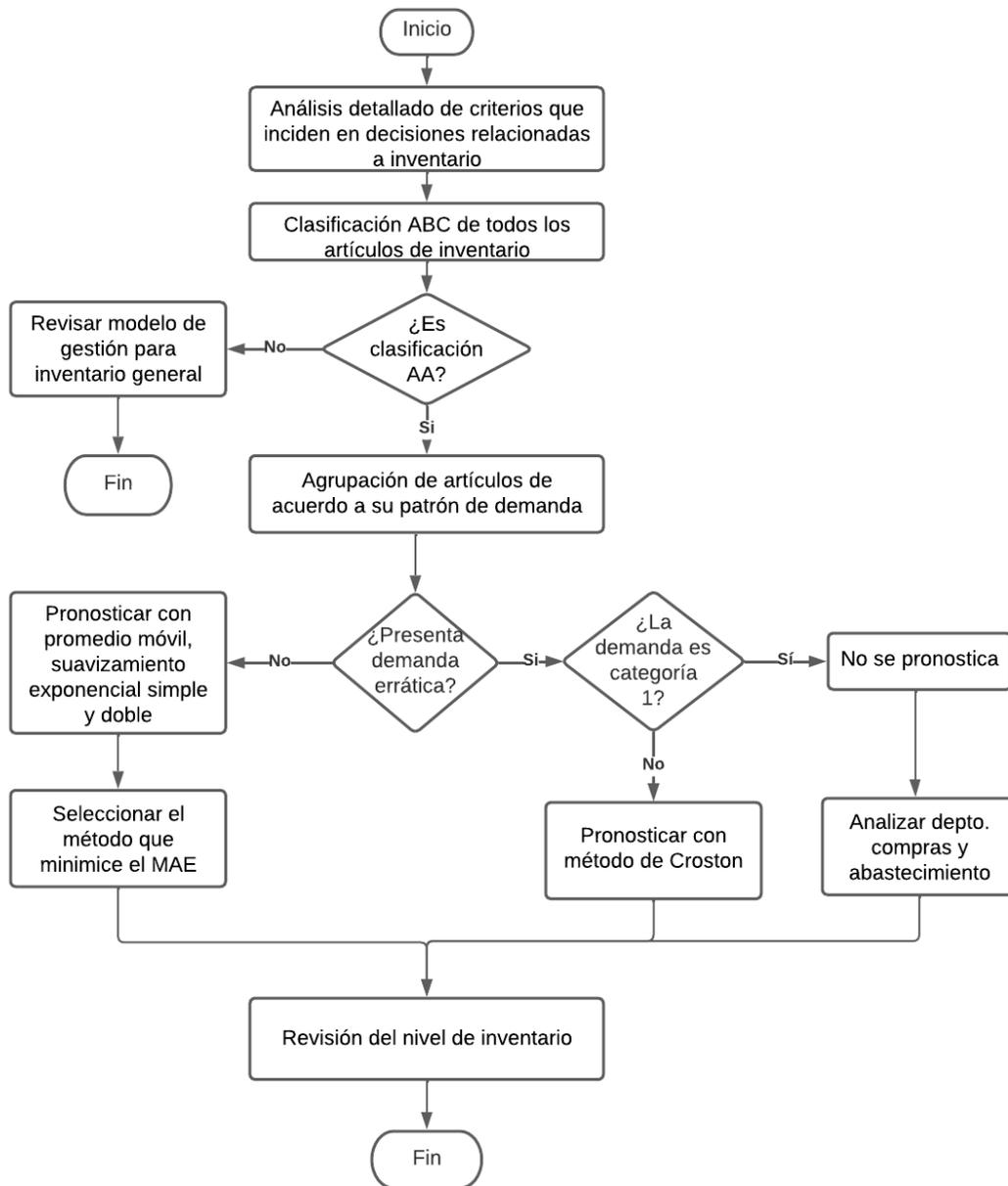


Figura 6-1: Propuesta de diseño de modelo de gestión para stock crítico

Fuente: Elaboración propia

Para la clasificación ABC se podría incluir como criterio el tiempo de demora de los proveedores (lead time) o un criterio que evalúe si el artículo se puede conseguir de forma rápida con otros proveedores, de esta forma de consideraría no mantener stock físico en la empresa de algún artículo, pues el tiempo de llegada de este al requerirlo de emergencia es rápido. Por otro lado, se sugiere que, si el impacto será el único criterio para definir la criticidad de un artículo, se diseñe un instrumento que

permita clasificar los ítems AA (críticos) en niveles de criticidad, donde el nivel más alto sea el que considere aquellos artículos que son difíciles de encontrar, o tienen un tiempo de llegada lento, en cambio, los de nivel bajo serán los que el proveedor logre enviarlos de forma rápida o que tienen un repuesto alternativo fácil de conseguir. El diseño de este instrumento debería ser en conjunto con el encargado de maquinarias, mecánicos y operadores de maquinarias.

De acuerdo con Molina (2018) se recomienda llevar a cabo, las propuestas de mejora, por cuanto éstas, buscan mejorar el trabajo en equipo, y mantener un flujo de información bidireccional entre todos los actores de la cadena, para que las “experiencias y sensaciones” que reciba el cliente y los propios colaboradores sea la mejor. Por otro lado, al igual que Calderón (2014) se recomienda que la Gerencia General debe promover el compromiso y responsabilidad a todo el personal, ya que estos aspectos permitirán que todos los integrantes de la empresa puedan responder eficazmente ante los cambios del entorno, logrando la satisfacción del cliente. Por ende, sumado a las recomendaciones de ambos autores, se hace énfasis en realizar las propuestas de mejoras diseñadas en esta investigación, pues el aplicarlas trae beneficios al trabajo en equipo, ya que se tendría una alineación en las labores y objetivos de los colaboradores, asimismo, mejora la gestión de inventarios al tener en observación aquellos artículos que fueron clasificados como críticos y al estructurar la forma en que se realizan los pronósticos de compras. Por otro lado, el gerente general debe promover una cultura organizacional sobre todo para que los colaboradores se adapten a los cambios y entiendan que realizar estas mejoras les entrega beneficios a ellos y no únicamente de la jefatura.

Finalmente, es importante que el equipo de trabajo que formará parte del modelo de gestión propuesto revise los 195 artículos que se tuvieron que descartar en esta investigación, pues su demanda en los 34 meses fue cero. Estos deben tener alguna explicación razonable y, además, verificar que los colaboradores no estén realizando malas prácticas.

Se recomienda realizar políticas de revisión continua para la clase “AA: stock crítico”, el tiempo de revisión debe ser fijado por el encargado de departamento de

compras y abastecimiento en conjunto con el encargado de bodegas, además, deben verificar continuamente que la cantidad de artículos en bodega sea la misma que en el sistema, esto se debe realizar hasta que se garantice que el sistema ERP sea confiable. Con realizar esas acciones se tendrá garantía al momento que sucedan problemas y se podrá evitar, por ejemplo, que sucedan robos.

## REFERENCIAS

- Adriaenséns, M., Ferrel, O., Flores, M. A., Hirt, G., & Ramos, L. (2011). *Introducción a los Negocios en un Mundo Cambiante* (Cuarta ed.). Mc Graw-Hill.
- Arbalú, M. N., Flores, F. A., Samame, S. L., & Sánchez, R. S. (2018). Propuesta para la mejora en la gestión de inventarios para productos manufacturados por terceros de una empresa de Manufacturas Eléctricas. *[Trabajo de investigación]*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Bowersox, D., Cooper, M., & Closs, D. (2012). *Administración y logística en la cadena de suministro* (Segunda ed.). México: McGraw-Hill.
- Calderón, A. (2014). Propuesta de mejora en la gestión de inventarios para el almacén de insumos en una empresa de consumo masivo. *[Tesis]*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Castro, C. A., Vélez, M. C., & Castro, J. A. (2011). Clasificación ABC Multicriterio: tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos. *ITECKNE: Innovación e Investigación en Ingeniería*, 8(2), págs. 163-170. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4991575>
- Chávez, L. (2021). Mejora del proceso de abastecimiento de inventarios mediante la aplicación de los métodos EOQ y ABC en la empresa DCP Ingeniería S.R.L de la ciudad de Arequipa. *[Tesis]*. Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa.
- Cortés, B., & Morales, L. (2012). Diseño de un sistema de control de inventarios de repuestos en una empresa manufacturera de la ciudad de Cali. *[Trabajo de grado]*. Universidad del valle, Santiago de Cali.
- Delta equipamentos. (s.f.). *¿Qué es y cómo calcular el índice OEE de su producción?* Obtenido de Delta máquinas textiles : <https://www.deltamaquinastexteis.com.br/es/que-es-y-como-calcular-el-indice-oee-de-su-produccion/>

- González, A. (2020). Un modelo de gestión de inventarios basado en estrategia competitiva. *Ingeniare*, 28(1), págs. 133-142. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052020000100133>
- Molina, M. (2018). Diseño de un modelo de gestión de logística integral para corporaciones culturales, caso de estudio: "Corporación cultural semanas musicales de Frutillar. [Trabajo de titulación]. Universidad Austral de Chile, Puerto Montt.
- Navarro, L. F. (2019). Control de inventarios por el método ABC en el almacenamiento de repuestos de la empresa "Almacén y taller Servi-AKT". [Trabajo de investigación]. Universidad Piloto de Colombia, Girardot.
- Paredes, A. M., Chud Pantoja, V. L., & Osorio, J. C. (2019). Sistema de control de Inventarios multicriterio difuso para repuestos. *Scientia et Technica*, págs. 595-603. doi:<https://doi.org/10.22517/23447214.22331>
- Peiró, R. (05 de julio de 2017). *Análisis ABC*. Obtenido de economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/analisis-abc.html#:~:text=El%20origen%20de%20este%20concepto,los%20art%C3%ADculos%20de%20un%20inventario>.
- Ramos, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 9(3), págs. 1-6. Obtenido de Dialnet.
- Ruiz, C. (2019). Configuración de Stock Crítico. Obtenido de Bsale: <https://bsalehelp.zendesk.com/hc/es/articles/222933788-Configuraci%C3%B3n-de-Stock-Cr%C3%ADtico>
- Saldaña, J. (2015). *Thinking qualitatively: Methods of mind*. Los Angeles: CA: Sage.
- Sipper, D., & Bulfin, R. (1998). Planeación y control de la producción. México D.F.: McGraw-Hill.

- Teunter, R., Babai, Z., & Syntetos, A. (2010). Clasificación ABC: service levels and inventory costs. *Production and Operations Management*, 19(3), 343-352. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2009.01098.x>
- Toro, L. A., & Bastidas, V. (2011). Metodología para el control y la gestión de inventarios en una empresa minorista de electrodomésticos. *Scientia et Technica*, 3(49), págs. 85-91.
- Vidal, C. (2010). Fundamentos de control y gestión de inventarios. Cali: Programa Editorial.

## **ANEXO A: ENTREVISTAS A COLABORADORES**

Objetivo: Describir el proceso de logística en la empresa Agrícola y forestal Doña Isidora y manifestar el criterio de las diferentes áreas.

Para llevar a cabo el correcto desarrollo de esta memoria de título, se realizaron entrevistas a diversos colaboradores de Agrícola y Forestal Doña Isidora, tanto a aquellos que tenían directa relación con el manejo de inventarios como también aquellos que indirectamente se relacionaban o tenían una visión del funcionamiento de estos. Las preguntas estuvieron orientadas principalmente para comprender de mejor forma todo el proceso, es decir, desde que se recibe el requerimiento hasta cuando se entrega lo solicitado, además de hacer el levantamiento de datos necesarios para desarrollar de forma óptima los métodos planteados en el capítulo 1.

1. Detalle de su área y función dentro de la empresa.
2. ¿Cómo se controla la entrada y salida de insumos en el inventario?
3. Detalle el proceso de recepción y almacenamiento de materiales utilizados para la cosecha forestal (tiempos de demora: gestión de insumos, compra efectiva, plazos de entrega)
4. ¿Cuáles son los insumos que en mayor cantidad o porcentaje solicita/compra la empresa? (¿Cuáles insumos tienen mayor requerimiento, es decir, alta rotación?)
5. ¿Cuáles son los proveedores de insumos? ¿Han tenido algún tipo de problemas?
6. ¿Cómo se deciden las compras de piezas y materiales (programación de obra, requerimientos, costos, etc.)
7. Detalle el proceso de distribución de insumos a bodega central y a bodega móvil de la faena correspondiente.
8. ¿Cuentan con un sistema de información para la recepción de materiales en bodega?, por ejemplo, cuando se envía directo a faena y lo recibe la persona encargada, ¿cuál es el método que utiliza para informar a las oficinas o al

área encargada de que recibió el repuesto, lo hace mediante alguna plataforma, documento físico o solo con una llamada?

9. ¿Cómo se comunican entre faenas y oficina?
10. ¿Los supervisores compran por si solos a los proveedores?
11. Sugerencias, que indiquen problemas que considera que existen y qué sugeriría como posible solución.

## **ANEXO B: CLASIFICACIÓN DE COMPONENTES**

La empresa entregó un listado de la categorización para los repuestos almacenados en inventario y consumidos durante enero de 2020 y octubre de 2022, estableciendo 14 categorías las cuales se observan a continuación:

Tabla 7-1: Categorías de repuestos

Categoría de repuestos	
Cables y estrobos	Neuma vehículos
Elementos de corte	Neumáticos y cadenas
Filtros	Oring y sellos
Herramientas	Pernos y otros
Insumos	Repuestos
Lubricante	Rodado
Lubricante Cadenilla	Seguridad

Fuente: Elaboración propia