



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**REDISEÑO DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE  
ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS TERMINADOS Y  
DESPACHO A CLIENTES EN UNA EMPRESA  
PROCESADORA DE MANZANAS**

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN  
INGENIERÍA DE NEGOCIOS CON TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

**JESÚS ENRIQUE ARELLANO VARELA**

PROFESOR GUÍA:  
EZEQUIEL MUÑOZ KRSULOVIC

MIEMBROS DE LA COMISION:  
LUCIANO VILLARROEL PARRA  
MÓNICA CORTÉS HIDLAGO

SANTIAGO DE CHILE  
2020

## RESUMEN EJECUTIVO

La propuesta presentada en este trabajo está centrada en las operaciones que realiza una empresa nacional del sector agroindustrial dedicada a la producción y comercialización de productos deshidratados derivados de manzana.

La situación actual de operación de la empresa ha generado graves problemas durante el almacenamiento de productos terminados en sus bodegas propias, lo cual ha dado lugar a importantes quiebres en sus procesos operativos y ha traído como consecuencia la necesidad creciente de arrendar bodegas externas que permitan mitigar parcialmente la problemática. Esta situación de colapso se ha venido haciendo más compleja en los últimos 3-4 años conforme aumentan las capacidades de producción y los contratos de despacho a clientes, originándose así incrementos considerables en sus costos por concepto de gestión logística (70% en los últimos 2 años), así como pérdida de calidad en sus productos durante el almacenamiento y costos asociados (incremento superior a 45% en el último año).

Con base en lo anterior, en este trabajo se realiza una propuesta metodológica para el manejo del inventario en bodegas de almacenamiento de productos terminados en industrias del sector agroindustrial que permita aprovechar el potencial de mejoramiento asociado a una mejor política de inventarios y a un adecuado almacenamiento mediante su integración considerando su contribución a la estrategia productiva de la organización. A través de este trabajo se busca proponer un nuevo enfoque metodológico de integración entre el sistema de pronósticos y la gestión de inventarios en bodega que permita apoyar el rediseño del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes en la organización bajo estudio.

En base a los resultados preliminares obtenidos, se observó que la utilización de un adecuado sistema de pronósticos garantiza una mejor calidad en el cálculo de los errores del pronóstico sobre los que se estima la variabilidad de la demanda y que sirven para la definición de los parámetros que componen la política de control de inventarios y que buscan brindar un adecuado nivel de servicio, balanceando los inventarios y minimizando los faltantes de los ítems más importantes y el exceso en los otros ítems.

El éxito en la implementación de esta Propuesta permitirá a la compañía generar acciones estratégicas dirigidas hacia el cumplimiento de su Promesa de Valor, potenciar el crecimiento y rentabilidad del negocio, así como consolidar su posicionamiento en la industria.

**Palabras Claves:** almacenamiento, gestión de inventarios, políticas de inventarios

## TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Motivación .....	2
1.2 Acerca de la Institución .....	2
1.3 Problema a Resolver para el Proyecto Aplicado .....	6
1.4 Justificación y Relevancia .....	10
1.5 Objetivos del Proyecto Aplicado.....	11
1.5.1 Objetivo General .....	11
1.5.2 Objetivos Específicos.....	11
1.6 Resultados Esperados .....	11
1.7 Alcance .....	12
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Metodología Realizada.....	13
2.2 Revisión Literaria .....	14
CAPÍTULO 3: PROYECTO APLICADO .....	22
3.1 Levantamiento de la Situación Actual .....	22
3.2 Diagnóstico de la Situación Actual .....	33
3.2.1 Problemas identificados .....	33
3.2.2 Análisis de los datos .....	36
3.3 Generación de Alternativas .....	38
3.4 Evaluación de Alternativas .....	40
3.5 Propuesta de Solución .....	44
3.5.1 Rediseño de procesos .....	44
3.5.2 Resultados iniciales .....	48
3.6 Plan de Implementación y Acción .....	51

3.6.1	Propósito de la solución .....	51
3.6.2	Supuestos y restricciones .....	52
3.6.3	Riesgos involucrados .....	52
3.6.4	Descripción de la solución a implementar .....	53
3.6.5	Principales tareas a desarrollar .....	54
3.6.6	Roadmap propuesto .....	54
3.6.7	Beneficios/costos involucrados .....	55
3.6.8	Requerimientos funcionales y no funcionales .....	56
3.6.9	Hardware, software, instalaciones y materiales propuestos .....	57
3.6.10	Personal involucrado en la solución .....	57
3.6.11	Plan de cambio .....	58
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....		59
CAPÍTULO 5: BIBLIOGRAFÍA.....		61
CAPÍTULO 6: ANEXOS .....		65
6.1	Evaluación Económica del Proyecto .....	65
6.1.1	Cálculo de tasa de descuento .....	65
6.1.2	Situación Actual Optimizada .....	66
6.1.3	Situación con Proyecto .....	69

## Índice de Tablas

Tabla 1. Principales datos relacionados con las actividades de la empresa .....	3
Tabla 2. Acciones estratégicas declaradas por la empresa .....	3
Tabla 3. Descripción de problemática asociada y análisis de causas en base a metodología de Ishikawa.....	34
Tabla 4. Principales alternativas consideradas dentro de la evaluación del proyecto ....	38
Tabla 5. Análisis de alternativas en base a los criterios de decisión establecidos .....	43
Tabla 6. Resumen de clasificación ABC .....	49
Tabla 7. Resultados obtenidos en la definición de parámetros para las políticas de inventario en los ítems seleccionados.....	50
Tabla 8. Principales riesgos identificados y estrategia de mitigación propuesta .....	52
Tabla A-1. Parámetros empleados para el cálculo del factor CAPM.....	65
Tabla A-2. Proyección de ventas estimadas para la “Línea Baby Food” .....	67
Tabla A-3. Proyección de ingresos por ventas estimadas para la “Línea Baby Food” ...	67
Tabla A-4. Proyección de costos estimados para la implementación de la propuesta planteada en la Situación Actual Optimizada .....	67
Tabla A-5. Flujo de caja proyectado para la Situación Actual Optimizada .....	68
Tabla A-6. Detalle de inversión a realizar para la implementación de proyecto .....	70
Tabla A-7. Flujo de caja proyectado para la Situación con Proyecto .....	70

## Índice de ilustraciones

Figura 1. Resumen de procesamiento de materia prima y producción de la empresa presentada en este trabajo (año 2017) .....	3
Figura 2. Posicionamiento Estratégico de la empresa según el modelo Delta Hax.....	5
Figura 3. Orientación estratégica según el Modelo CANVAS para la empresa presentada en este trabajo.....	5
Figura 4. Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Mapping) que permite visualizar la operación actual de la “Línea Baby Food” .....	7
Figura 5. Resumen de metodología “Ingeniería de Negocios” propuesta por Barros.....	13
Figura 6. Escenario actual (AS IS) de operación para la producción de productos pertenecientes a la “Línea Baby Food” .....	22
Figura 7. Detalle de los macroprocesos desarrollados dentro de la empresa presentada en este trabajo.....	24
Figura 8. Detalle de las líneas de negocio desarrolladas dentro de la empresa presentada en este trabajo.....	26
Figura 9. Detalle de las líneas de negocio desarrolladas dentro de la empresa presentada en este trabajo.....	27
Figura 10. Proceso de Gestión de Producción, Procesamiento y Entrega para la “Línea Baby Food” .....	28
Figura 11. Planificación y Control de Producción para la “Línea Baby Food” .....	29
Figura 12. Descripción del proceso de Planificación Táctica para la producción de la “Línea Baby Food” .....	30
Figura 13. Evolución de los gastos por arrendamiento de bodegas externas durante el periodo 2016-2018 para la empresa .....	31
Figura 14. Distribución porcentual de gastos por gestión de bodegas y patios externos durante el año 2018 .....	31
Figura 15. Evolución del valor promedio mensual de las posiciones en bodega por concepto de productos fuera de especificaciones durante el año 2018 .....	32
Figura 16. Volumen de despacho de productos terminados de la Línea “Baby Food” para el periodo Enero-Noviembre de 2018.....	36
Figura 17. Valores de lead time promedio para los productos (SKU) que conforman la “Línea Baby Food” .....	37

Figura 18. Propuesta metodológica para el rediseño del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes en la empresa bajo estudio.....	44
Figura 19. Propuesta de rediseño del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes.....	46
Figura 20. Propuesta de rediseño del registro de traspaso de productos terminados a la bodega de almacenamiento .....	47
Figura 21. Propuesta de rediseño del registro de despacho de productos terminados a clientes .....	47
Figura 22. Detalle de los hitos del Proyecto .....	54
Figura 23. Elementos principales a considerar dentro del Plan de Cambio a implementar durante la ejecución del proyecto.....	58

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Este trabajo se centra en las operaciones que realiza una empresa nacional del sector agroindustrial dedicada a la producción y comercialización de productos derivados de manzana. La empresa fue fundada en el año 1980 con la apertura de su planta de procesamiento ubicada en la VII Región. En este sentido, la compañía maneja 2 líneas de negocio: la Línea 1, dedicada a la producción de productos deshidratados a partir de manzana (2.800 Ton/año en 2017); y la Línea 2, centrada en la producción de purés (1,20 MM de cajas/año en productos “*Baby Food*” y 17.000 tambores de productos a granel durante el año 2017).

Bajo este contexto, es importante destacar que el proceso actual de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes presenta graves deficiencias operacionales que han generado importantes cuellos de botella y quiebres operacionales. El proceso de planificación previo que ocurre en la etapa de Producción es llevado a cabo sin tener en cuenta las capacidades de almacenamiento disponibles (propias y externas) en sus bodegas y de manera totalmente desarticulada entre las áreas responsables. De esta forma, la situación actual de operación de la empresa ha generado graves problemas de almacenamiento de productos terminados, lo cual ha generado saturación y colapso de sus espacios, incrementos considerables en sus costos por concepto de gestión logística (70% en los últimos 2 años), así como pérdida de calidad en sus productos durante el almacenamiento y costos asociados (incremento superior a 45% en el último año).

Aunado a lo anterior, otro aspecto que debe ser tomado en cuenta dentro de la problemática planteada son los efectos negativos que se pudieran tener sobre los parámetros fisicoquímicos de calidad de los productos terminados almacenados en bodega como consecuencia del largo periodo de almacenamiento y la ausencia de estrategias de almacenamiento que permitan manejar los inventarios de acuerdo a la fecha de caducidad de los productos, entre otras variables (Ronceros et al., 2008).

En virtud de lo señalado previamente, se evidencia la necesidad de generar herramientas de apoyo para mejorar la gestión de inventarios dentro de la cadena productiva de la empresa con el objeto de generar acciones estratégicas dirigidas hacia el cumplimiento de su Promesa de Valor, potenciar el crecimiento y la rentabilidad del negocio, así como consolidar su posicionamiento en la industria.

De esta forma, en las siguientes secciones se presenta cuál es la situación actual de la empresa y los principales datos asociados a su operación. Seguidamente, se repasan

distintos modelos utilizados tradicionalmente en el área de estudio. A continuación, se mostrarán los elementos más importantes dentro el rediseño propuesto y el enfoque metodológico que sirvió de base para el trabajo desarrollado. Finalmente, se presentarán las principales conclusiones obtenidas a partir de la propuesta elaborada.

## **1.1 Motivación**

La situación actual de operación de la empresa ha generado graves problemas durante el almacenamiento de productos terminados en sus bodegas propias, lo cual ha dado lugar a importantes quiebres en sus procesos operativos y ha traído como consecuencia la necesidad creciente de arrendar bodegas externas que permitan mitigar parcialmente la problemática. Esta situación de colapso se ha venido incrementando progresivamente en los últimos 3-4 años conforme aumentan las capacidades de producción y los contratos de despacho a clientes.

El foco de esta propuesta se centra en el aumento de la eficiencia a nivel operacional y el logro de mejoras sustanciales en el proceso de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes de la compañía. En concreto, se busca mejorar la gestión de inventarios en base a parámetros de medición consensuados que permitan fundamentalmente: a) desarrollar procesos robustos de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes; y b) incorporación de mejores prácticas operativas y de gestión que permitan organizar las actividades del proceso. En consecuencia, es de suma importancia el establecimiento de procesos y mejores prácticas que permitan disminuir sustancialmente los tiempos de ejecución, sin sacrificar los parámetros fisicoquímicos de calidad establecidos por la compañía para sus productos, ni seguridad en los procesos productivos, o la información generada.

## **1.2 Acerca de la Institución**

Tal como se ha mencionado previamente, la propuesta presentada en este trabajo está centrada en las operaciones que realiza una empresa nacional perteneciente al sector agroindustrial dedicada a la producción y comercialización de productos derivados de manzana, congelados y productos conservados en Chile. La empresa fue fundada en el año 1980 con la apertura de su planta de procesamiento ubicada en la VII Región. En la Tabla 1 y en la Figura 1 se resumen los principales datos relacionados con sus actividades. De la misma manera, la compañía sustenta sus operaciones en una serie de acciones estratégicas que se detallan en la Tabla 2.

Tabla 1. Principales datos relacionados con las actividades de la empresa

<b>Rubro</b>	Agroindustrial (alimentos)
<b>Ubicación</b>	VII Región y Santiago
<b>Líneas de negocio</b>	Línea 1: deshidratados Línea 2: purés
<b>Empleados</b>	Más de 500
<b>Exportación</b>	5 continentes (25 países)



Figura 1. Resumen de procesamiento de materia prima y producción de la empresa presentada en este trabajo (año 2017)

Tabla 2. Acciones estratégicas declaradas por la empresa

<b>Clientes</b>	Se mantienen relaciones de largo plazo, donde el cultivo de la confianza y la colaboración permiten conocer y satisfacer sus necesidades.
<b>Proveedores</b>	Se desarrollan alianzas de largo plazo con sus proveedores agrícolas. Dentro de esta relación, se les proporciona asistencia técnica, financiamiento y transparencia comercial, lo cual permite mantener un abastecimiento seguro en cantidad, calidad y contenido de pesticidas.
<b>Calidad</b>	Se promueven estándares de calidad altos en relación a la industria y se controlan las materias primas, procesos y productos de manera de satisfacer las exigencias de sus clientes.

<b>Seguridad de los Alimentos</b>	Se mantiene un estricto control de las materias primas, insumos y procesos. Adicionalmente, se cuenta con un sistema de trazabilidad que permite lograr un rápido seguimiento a todos los componentes de cualquiera de sus productos y reaccionar de manera inmediata ante cualquier incidente.
<b>Tecnología</b>	Se mantienen equipos de última generación que permiten lograr la calidad y eficiencia en sus procesos de acuerdo a las necesidades de los clientes y estar al nivel requerido por el mercado global.
<b>Personas</b>	El alto grado de especialización del talento que labora en la empresa, el respeto mutuo entre las personas y su entrenamiento permanente generan un ambiente de trabajo positivo y un alto grado de compromiso que permite alcanzar los estándares que requieren los clientes de la compañía.

Dentro del marco empresarial, es importante destacar lo siguiente:

- La compañía centra sus esfuerzos en fabricar un producto homogéneo y certificado con trazabilidad en toda su cadena de producción.
- La compañía realiza fuerte inversión en recursos y procesos para poder diferenciar sus productos.

De esta forma, se tiene que, de acuerdo al modelo Delta Hax (Hax & Meal, 1973) (ver Figura 2), la estrategia de la empresa está enfocada en la DIFERENCIACIÓN por medio de la mejora en una serie de actividades y aspectos que permitirán entregar el producto a un precio competitivo, y a su vez, con un nivel de compromiso en la entrega del producto a través de un manejo efectivo del inventario. Por último, es importante destacar los siguientes aspectos de su orientación estratégica (ver Figura 3):

**a) Propuesta de Valor al Cliente:** la propuesta de valor de la compañía hace referencia a ser capaz de producir y entregar sus productos en cualquier lugar del mundo, asegurando y manteniendo la calidad del producto y el servicio prestado. Es decir, que el producto cuente con las especificaciones y certificaciones requeridas, además de que el servicio sea realizado en el plazo y forma acordada. En consecuencia, que el Cliente tenga la seguridad de que le llegará un producto sin defectos en el tiempo requerido.



Figura 2. Posicionamiento Estratégico de la empresa según el modelo Delta Hax

<p><b>Aliados Clave:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Productores de fruta de la zona.</li> <li>- Servicios de bodegas externas en la zona</li> <li>- Asociaciones nacionales e internacionales del rubro alimenticio.</li> <li>- Fabricantes de máquinas y suministros de repuestos)</li> </ul>	<p><b>Actividades Clave:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesamiento de materia prima.</li> <li>- Almacenamiento de MP, insumos y productos terminados ((bodegas internas y externas).</li> <li>- Despacho de productos terminados (servicios de transporte y fletes).</li> </ul>	<p><b>Propuesta de Valor:</b></p> <p>Producir y entregar sus productos en cualquier lugar del mundo, asegurando que el producto cuente con las especificaciones y certificaciones requeridas, además de que el servicio sea realizado en el plazo y forma acordada</p>	<p><b>Relación con el Cliente:</b></p> <p>Centra sus esfuerzos en fabricar un producto homogéneo y certificado (trazabilidad en toda su cadena de producción).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fuerte inversión en recursos y procesos para poder diferenciar sus productos (calidad y entrega).</li> </ul>	<p><b>Segmentos de Clientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grandes empresas de retail (nacionales e internacionales)</li> <li>- Particulares</li> <li>- Instituciones gubernamentales.</li> </ul>
<p><b>Estructura de Costos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suministro de materia prima y almacenamiento</li> <li>- Operación de planta</li> <li>- Almacenamiento y despacho de productos terminados</li> </ul>		<p><b>Estructura de Ingresos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mercado internacional: 60%</li> <li>- Mercado nacional: 30%</li> <li>- Particulares: 10%</li> </ul>		

Figura 3. Orientación estratégica según el Modelo CANVAS para la empresa presentada en este trabajo

**b) Recursos Clave:** son aquellos indispensables para poder sostener las operaciones y la propuesta de valor de la empresa. En este caso, se refiere a todo aquello necesario para procesar y producir un portafolio de más de 100 productos de distintas

características, además de brindar la confianza al cliente del servicio y el producto que va a recibir. Se cuentan los siguientes:

- Plantas Procesadoras: permiten fabricar una amplia gama de productos (más de 100), puesto que poseen las herramientas y conocimientos para diversos procesos productivos según las necesidades de sus clientes.
- Certificación de productos: la empresa cuenta con diversas certificaciones internacionales que permiten dar un valor agregado a sus productos y facilitan su ingreso en una amplia variedad de mercados internacionales.
- Asociaciones e información de la industria: la empresa pertenece a distintas agrupaciones y gremios empresariales que velan por el rubro. Además, está suscrita a múltiples organizaciones nacionales e internacionales que permiten fortalecer relaciones estratégicas y de largo alcance dentro de la industria.

**c) Procesos Clave:** en este caso, los procesos clave están constituidos principalmente por el procesamiento, almacenamiento y despacho de sus productos. Sus actividades de procesamiento de materia prima se ejecutan en dos plantas que permiten fabricar productos deshidratados y purés, respectivamente. Luego, las actividades de almacenamiento y despacho se ejecutan a través de bodegas internas y externas que permiten almacenar sus inventarios, así como servicios de transporte y fletes (marítimo, aéreo y terrestre) con compañías nacionales e internacionales que entregan sus productos en más de 25 países.

### 1.3 Problema a Resolver para el Proyecto Aplicado

En la Figura 4 se presenta un Mapa de Flujo de Valor (*Value Stream Mapping*) donde se muestran a grandes rasgos los distintos componentes de la operación actual de la compañía para una de sus líneas de negocios correspondiente a la elaboración de productos “*Baby Food*”.

Bajo este contexto, el macroproceso se inicia con la recepción de 51,5 Ton/día (equivalente a 1,72 camiones/día en promedio) de manzanas de distintas variedades provenientes de diversos proveedores ubicados en las zonas adyacentes a la planta. Esta etapa inicial se inicia en el área de “Recepción de Materia Prima Fresca” con el pesaje de la carga recibida en la zona de romana y la ejecución de los respectivos análisis de control de calidad. Este sub-proceso de recepción se encuentra organizado por una planificación semanal definida por esta área en base a los contratos y acuerdos de

suministro de materia prima que posee la compañía con los productores de la zona. Seguidamente, si la materia prima es aprobada en base a los estándares de calidad exigidos por el área, se procede con el ingreso manual de la información en planillas que posteriormente serán ingresadas en el sistema ERP de la compañía. Es importante destacar que, en función de sus características de calidad, la materia prima puede ser trasladada a los patios para su ingreso directo a procesamiento en planta, o puede ser transportada a cámaras de frío (propias o externas) destinadas al almacenamiento de materia prima fresca hasta que sea requerida para procesamiento en planta según la planificación de producción prevista. Para ello, el área de Materias Primas realiza un monitoreo permanente sobre el estado de la fruta en base a los estándares y procedimientos definidos internamente.

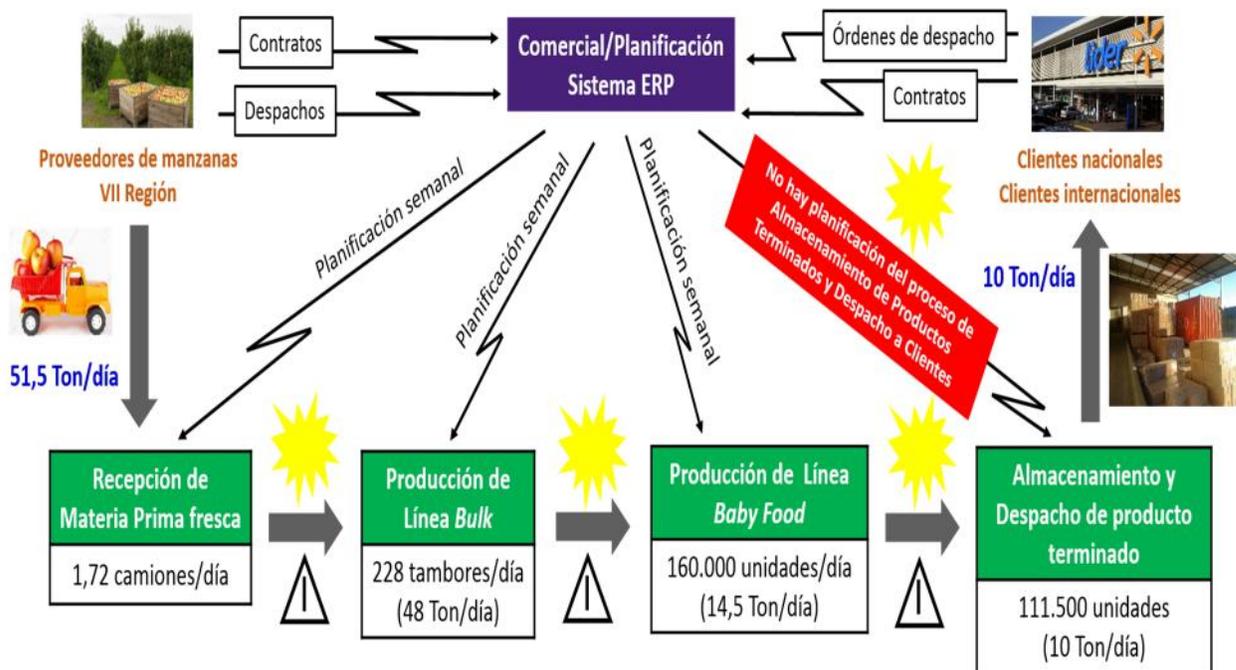


Figura 4. Mapa de Flujo de Valor (Value Stream Mapping) que permite visualizar la operación actual de la "Línea Baby Food"

En este sentido, la materia prima fresca permanece almacenada en cámaras (propias o externas) para luego ser procesada en el siguiente sub-proceso de la cadena productiva, el cual consiste en la producción de la "Línea Bulk". Este procesamiento es ejecutado en planta con una producción cercana a 228 tambores/día (equivalente a 48 Ton/día). Es importante destacar que este sub-proceso es llevado a cabo según lo establecido en un esquema de planificación semanal que es desarrollado por las áreas de Planificación, Comercial, Materias Primas y Producción según los despachos comprometidos, la materia prima disponible, entre otros factores.

La “Línea *Bulk*” consiste en productos a granel compuestos por purés de manzanas y otras frutas que poseen ciertas características fisicoquímicas y parámetros de calidad que dependen de cada cliente. Estos productos son almacenados en tambores de 210 Kg en sus bodegas (propias o externas) y pueden ser despachados tanto a clientes nacionales como internacionales en su forma de producto a granel o también pueden ser empleados en un proceso posterior como materia prima para la producción de la “Línea *Baby Food*”.

Seguidamente, el sub-proceso para elaborar la “Línea *Baby Food*” es desarrollado en planta con una producción promedio de 160.000 unidades/día (14,5 Ton/día, aproximadamente). Al igual que ocurre en el caso de la “Línea *Bulk*”, este sub-proceso es llevado a cabo según lo establecido en un proceso de planificación semanal que es llevado conjuntamente entre las áreas de Planificación, Comercial, Materias Primas y Producción sobre la base de los despachos comprometidos, la materia prima disponible, entre otros elementos clave.

A continuación, luego de realizar los respectivos análisis de control de calidad y aprobación según los estándares y especificaciones de clientes particulares, los productos terminados son almacenados tanto en bodegas propias como externas para luego ser despachados a Clientes ubicados tanto en la República de Chile como en el extranjero en un promedio de 10 Ton/día (equivalente a 111.500 unidades/día). En este punto es importante mencionar que las tareas de despacho a clientes son realizadas por operadores que pertenecen al área de Bodegas en un tiempo que puede ser superior a 6 horas dependiendo de la ubicación de los productos a despachar (bodegas propias o externas), la cantidad, los controles de calidad respectivos antes del despacho, su recogida (*picking*) en bodega, entre otros factores.

Dado el planteamiento previo, es importante destacar que actualmente no existen procesos formales definidos que permitan planificar la etapa final correspondiente al almacenamiento de producto terminado y despacho a clientes de los productos *Baby Food*. Tal como se ha mencionado anteriormente, el proceso de planificación previo que ocurre en la etapa de Producción de esta línea de productos es llevado a cabo sin tener en cuenta las capacidades de almacenamiento disponibles (propias y externas) en sus bodegas y de manera totalmente desarticulada entre las áreas responsables.

La situación descrita ha originado un grave problema de desorden y colapso en sus bodegas propias que ha dado lugar a importantes quiebres de procesos y ha traído como consecuencia la necesidad creciente de arrendar bodegas externas que permitan mitigar parcialmente la problemática y almacenar los productos terminados que se manufacturan

en planta. Esta situación de colapso se ha venido incrementando progresivamente en los últimos 3-4 años conforme aumentan las capacidades de producción y los contratos de despacho a clientes. Lo anterior ha dado pie a graves colapsos en las capacidades de almacenamiento propias y externas, además de una serie de desviaciones importantes en su operación diaria que ha impactado negativamente en los despachos a clientes y ha originado una cantidad importante de desviaciones y reclamos, además de los costos inherentes en este tipo de situaciones, tales como: gastos por fletes, tiempos improductivos, rechazos de productos, entre otros. De la misma forma, esta situación ha contravenido su orientación estratégica desde la perspectiva de Eficacia Operacional, al no alcanzar elementos diferenciadores en su enfoque de “Mejor Producto” (Figura 2). Desafortunadamente, se han desmejorado notablemente sus características diferenciadoras al no ofrecer un nivel de compromiso en el despacho del producto a sus clientes por medio de un manejo efectivo del inventario.

Otro aspecto que debe ser tomado en cuenta dentro de la problemática planteada son los efectos negativos que se pueden tener sobre la calidad de los productos terminados almacenados en bodega como consecuencia de los largos periodos de almacenamiento. En este sentido, según lo mencionado en la literatura especializada, se han reportado importantes efectos negativos en las propiedades microbiológicas y organolépticas de productos deshidratados en función del tiempo de almacenamiento. Según lo mencionado en este estudio, algunas propiedades sensoriales importantes, tales como: color, olor y textura, se ven fuertemente impactadas cuando el periodo de almacenamiento es demasiado largo dependiendo del tipo de producto. De la misma manera, sus propiedades microbiológicas, esto es: presencia de hongos, levaduras y bacterias, se pueden ver alteradas negativamente cuando el tiempo de almacenamiento es excesivamente alto (Ronceros et al., 2008).

De esta forma, la oportunidad identificada gira en torno a cómo mejorar la Planificación de Almacenamiento de Productos Terminados y Despacho a Clientes sin modificar los parámetros de calidad de los productos terminados, haciéndose hincapié en este aspecto por cuanto forman parte de las características diferenciadoras de los productos que comercializa la empresa y constituyen la base de confianza con sus clientes. Asimismo, es importante destacar que la operatividad de la empresa no debe verse afectada por cuanto las operaciones no pueden detenerse por tiempos prolongados debido a la producción continua en planta y el procesamiento de materia prima, además de la necesidad de cumplir con los despachos a clientes, lo cual restringe el abanico de opciones que puedan considerarse como alternativa de solución.

En este trabajo, se propone el diseño de soluciones basadas en 3 aspectos centrales, a saber:

**a) Actualización de la información:** dirigida principalmente a evitar el desfase en el ingreso de la información al sistema ERP de la compañía por medio del diseño de un proceso de captura y almacenamiento de información en línea haciendo uso de dispositivos de radiofrecuencia.

**b) Mejora de las bodegas actuales:** enfocada en la mejora de ciertos aspectos de diseño, ordenamiento, limpieza e implementación de mejores prácticas para su gestión.

**c) Diseño de procesos logísticos robustos:** enfocado en el desarrollo de soluciones de mediano plazo que representen una mejora significativa en las operaciones de gestión logística en cuanto a almacenamiento de productos terminados y despachos a clientes en virtud de que se abordan soluciones de mayor alcance e impacto con el fin de implementar una lógica de almacenamiento coherente y eficaz para la gestión de las bodegas.

#### **1.4 Justificación y Relevancia**

El foco de esta propuesta se centra en el aumento de la eficiencia perceptible a nivel operacional y el logro de mejoras sustanciales en las actividades planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes en una empresa procesadora de manzanas. En concreto, se busca mejorar la gestión logística en forma perceptible a nivel operacional en base a parámetros de medición consensuados que permitan fundamentalmente:

- Desarrollar procesos robustos para planificación de almacenamiento de productos terminados y el despacho a clientes.
- Incorporación de Mejores Prácticas.

Para lograr lo anterior, es de suma importancia entender que es trascendental el establecimiento de procesos y mejores prácticas que permitan disminuir sustancialmente los tiempos de ejecución, sin sacrificar calidad ni seguridad en los procesos productivos o la información generada. Asimismo, la propuesta a desarrollar debe ser flexible en el sentido de la captación oportuna de nuevos requerimientos del negocio y su efectiva respuesta. Por último, el éxito del proyecto estará dado en alcanzar la integralidad y alineación de la información relacionados con los distintos procesos operacionales que conlleven a garantizar la consistencia e integración de los procesos medulares a lo largo de la cadena de valor de la compañía.

## **1.5 Objetivos del Proyecto Aplicado**

### ***1.5.1 Objetivo General***

Rediseñar el proceso de Planificación de Almacenamiento de Productos Terminados y Despacho a Clientes en una empresa procesadora de manzanas por medio del desarrollo de un enfoque integrado que permita el establecimiento de mejores prácticas operativas a fin de disminuir los tiempos de ejecución y los costos asociados, sin afectar los parámetros fisicoquímicos de calidad de sus productos ni la seguridad en los procesos productivos.

### ***1.5.2 Objetivos Específicos***

- Levantar y analizar el proceso actual de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes en la empresa bajo estudio.
- Rediseñar el proceso de Planificación de Almacenamiento de Productos Terminados y Despacho a Clientes en una empresa procesadora de manzanas.
- Desarrollar una propuesta metodológica que permita integrar la gestión de demanda, el control de inventarios y la gestión de almacenamiento como herramienta de apoyo en la toma de decisiones y generación de estrategias dentro del proceso rediseñado.

## **1.6 Resultados Esperados**

- Levantamiento y análisis del proceso actual de Almacenamiento de Productos Terminados y Despacho a Clientes.
- Rediseño del proceso de Planificación de Almacenamiento de Productos Terminados y Despacho a Clientes en una empresa procesadora de manzanas.
- Propuesta de un nuevo enfoque metodológico para el manejo de inventarios en bodega que permita apoyar la implementación y toma de decisiones del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes en la empresa bajo estudio.

## 1.7 Alcance

- El proyecto se ubica en la Gerencia SCM (*Supply Chain Management*), específicamente en el ámbito relacionado con el almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes.
- No se consideran los procesos relacionados con el almacenamiento de materia prima fresca (manzanas) y materiales dado que se encuentran fuera del alcance de la propuesta.
- Los procesos relacionados con el área de Control de Calidad, sus procedimientos y normas, así como sus estándares y políticas, se encuentran fuera del ámbito de acción debido a que están controlados internamente por la empresa en base a las regulaciones pertinentes y las certificaciones nacionales e internacionales que posee.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Metodología Realizada

Para el desarrollo de este trabajo se empleó la Metodología de Ingeniería de Negocios propuesta por Barros, la cual describe los lineamientos generales para la realización de un rediseño de procesos alineado con la estrategia de la compañía (Barros, 2011). En síntesis, las etapas de la metodología involucran lo siguiente: Planteamiento Estratégico de la organización, Definición del Modelo de Negocio de la empresa, Diseño de Arquitectura de Procesos, Diseño de Procesos (situación “TO BE”) y Diseño de la Aplicación de Apoyo (ver Figura 5).

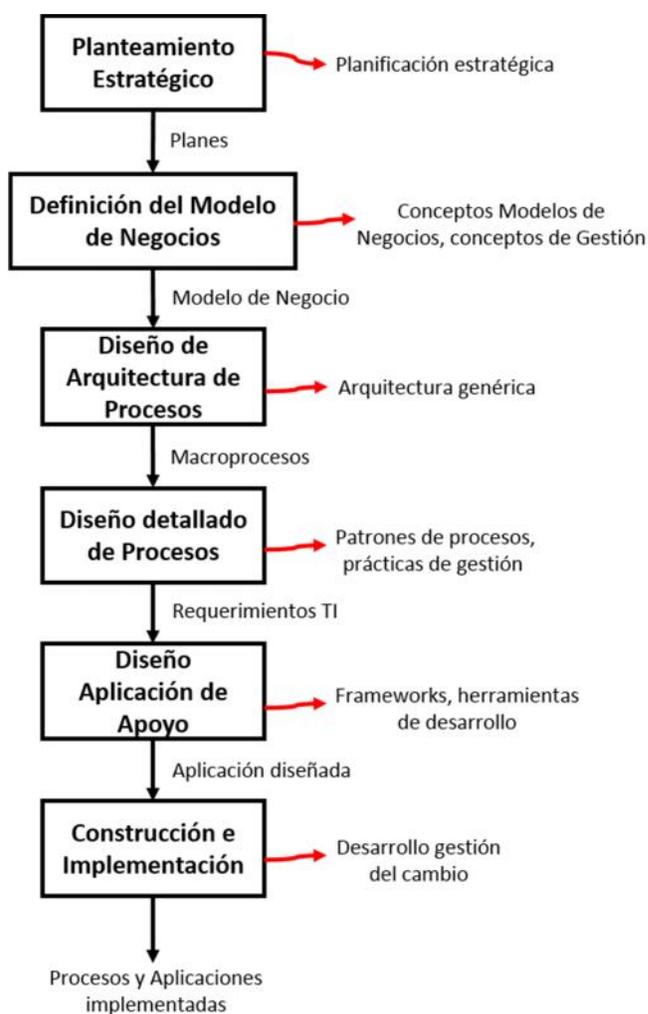


Figura 5. Resumen de metodología “Ingeniería de Negocios” propuesta por Barros

Fuente: Barros, 2011

Tal como se muestra en la figura anterior y tomando como base lo propuesto por Barros, la Planificación Estratégica es lo que determina el diseño de planes para alcanzar los

objetivos y resultados planteados por la organización. Seguidamente, se define el Modelo de Negocios, el cual está determinado fundamentalmente por la Propuesta de Valor de la organización hacia el cliente. Es importante mencionar que la Propuesta de Valor está basada en los procesos y recursos clave que se poseen para la ejecución del plan (Barros, 2011).

En este orden de ideas, se diseña la Arquitectura de Procesos de la empresa, la cual contempla el funcionamiento y la interacción de sus distintos componentes. Para ello, se emplean esquemas que muestran detalladamente el flujo de información entre sistemas y entidades, así como arquitecturas de macroprocesos genéricas probadas como base. Es importante mencionar que se diseñan detalladamente los procesos y sus interacciones con el objetivo de que se constituyan en un marco de referencia para su correcta construcción e implementación, además de tener un mejor conocimiento de sus requerimientos tecnológicos.

Una vez establecidos correctamente los procesos, se diseña la aplicación de apoyo con el fin de definir claramente la herramienta tecnológica a emplear y la forma de interacción con los usuarios. Finalmente, se construye e implementa el aplicativo y el nuevo proceso propuesto. Un aspecto fundamental a tener consideración dentro de este esquema es la Gestión del Cambio durante la implementación y su impacto dentro de la organización (Barros, 2011).

## **2.2 Revisión Literaria**

Tal como se ha comentado en secciones anteriores, en los últimos años se ha incrementado notablemente la complejidad en el proceso de manejo y control de inventarios dentro de la empresa presentada en este trabajo. Se ha podido constatar que la gestión logística interna ha incidido de manera importante sobre la eficiencia operacional y la calidad en la fabricación del producto final.

El desarrollo de las organizaciones dentro del contexto de mercado actual se encuentra muy ligado al comportamiento integral y eficiente de todos sus sistemas a lo largo de la cadena de abastecimiento. Por ello, un buen diseño del Sistema de Inventarios debe contemplar tanto las etapas del Ciclo de Vida de los productos almacenados como la Política Logística de la empresa (Cardona, Orejuela & Rojas, 2018).

Así, la gestión y el control de los inventarios es muy relevante en los aspectos logísticos de las organizaciones pertenecientes a los sectores productivos (Gutiérrez & Vidal, 2008).

Es un t3pico que mantiene gran inter3s para las organizaciones debido a que: por el lado de los ingresos, estos inciden directamente con el nivel de servicio y el tiempo de respuesta a los clientes; y por el lado de los costos, es muy posible materializar la buena gesti3n de los inventarios en reducci3n de costos sin afectar el nivel de servicio, lo cual resulta tremendamente valioso para las empresas en los tiempos actuales (Cardona et al., 2018).

Es conocido que el inventario representa una inversi3n considerable dentro de la estructura de una organizaci3n, raz3n por la cual debe ser manejado con especial atenci3n dado que, si sus niveles de existencia son excesivamente altos, existe el riesgo potencial de generar considerables p3rdidas monetarias debido a los costos asociados a su operaci3n, manejo y disposici3n (Vidal, 2010). Asimismo, en la literatura especializada se reconoce que la gesti3n de inventarios juega un papel preponderante dentro de la cadena de suministro debido a que tambi3n tiene como responsabilidad el correcto despacho de mercanc3as a fin de cumplir con las especificaciones de cantidad, tiempo, calidad, rapidez y costo exigidos por el cliente final (Cardona et al., 2018).

Van den Berg & Zijm (1999) desarrollaron ejemplos de algunos modelos en 3reas espec3ficas que ponen de relieve la relaci3n existente entre las decisiones sobre los inventarios y la asignaci3n de espacios en bodegas. El trabajo desarrollado por Rooderbergen & Iris (2006) propone un m3todo para determinar un 3rea de preparaci3n de los pedidos con el objeto de que la distancia promedio de viaje para los preparadores se reduzca al m3nimo. Para ello, se proponen modelos anal3ticos que sirven para el c3lculo de la duraci3n media de una ruta.

Cardona et al. (2018) se3alan que el aprovechamiento 3ptimo de la capacidad de almacenamiento es un aspecto clave para las empresas que poseen un tama3o insuficiente, especialmente en situaciones en las que las 3reas de almacenamiento son costosas, dado que el tama3o de los 3tems influye en el dise3o del 3rea de almacenamiento. Por ejemplo, algunos autores abordan conjuntamente el tama3o de los paquetes y la estimaci3n de almacenamiento con el fin de determinar el espacio requerido en bodega (Gamberini, Grassi, Mora & Rimini, 2008).

De igual forma, otros autores centraron esfuerzos en determinar el dise3o de las zonas de recolecci3n restringido a situaciones en las que se delimitan espacios interiores debido a la naturaleza de los productos. En este caso, la funci3n objetivo en este modelo de optimizaci3n estaba formada por una estimaci3n estad3stica para las distancias de viaje en el dep3sito de almacenamiento bajo estudio (Rooderbergen, Sharp & Iris, 2008).

Es importante mencionar que la gestión de almacenes y la gestión de inventarios son de gran interés en la literatura especializada por cuanto contribuyen al mejoramiento de la eficiencia y el nivel de servicio en la industria (Strack & Pochet, 2010). En este contexto, vale la pena acotar que los problemas de gestión de inventario se han centrado en la definición de pronósticos, clasificación de ítems, así como el diseño de sistemas y políticas de gestión (Cardona et al., 2018).

En la actualidad, una de las formas desarrolladas para trabajar sobre la aleatoriedad de la demanda ha estado dedicada a la simulación de pronósticos de demanda dado que se ha constituido en un sistema de soporte para decisiones que permite integrar un conjunto de herramientas cuantitativas con el juicio y conocimiento experto de los tomadores de decisión. De esta forma, se tiene que los pronósticos de demanda son elementos entrada principales para la definición de políticas de control de inventario y, por lo general, su relación es dada principalmente por el error en el pronóstico (Cardona et al., 2018).

Dentro de los trabajos dedicados a integrar la gestión de almacenamiento con la gestión de inventarios, se puede mencionar el desarrollado por De la Rosa & Dovale (2008) donde se aborda el diseño de un sistema de gestión y control de inventarios para una empresa con el fin de optimizar los procesos de almacenamiento. Inicialmente, identificaron los factores relevantes que inciden en las actividades de almacenamiento y control del inventario dentro de la empresa seleccionada. Seguidamente, realizaron una clasificación ABC de los materiales, y con ello, definieron la política de control de inventario para los materiales clasificados como "A". Finalmente, propusieron una distribución física de la bodega que permitió la utilización más eficiente del espacio, así como establecieron indicadores de gestión para monitorear el desempeño de las actividades de almacenamiento.

Por otro lado, Strack & Pochet (2010) propusieron un modelo matemático que integra las siguientes fases: a) la decisión de reposición en el manejo de inventario, b) la asignación de productos a los sistemas de reposición, c) la asignación de productos a los sistemas de almacenamiento, y d) la asignación de productos a los lugares de almacenamiento. En este caso, el objetivo fue minimizar los costos relacionados con el almacenaje y el inventario mediante la optimización de la cantidad de cada producto asignado a zonas específicas para reducir la carga de trabajo relacionada con la preparación de pedidos.

Además, Mathlouthi y colaboradores llegaron a la conclusión de que el aumento de la tasa de producción y la velocidad de distribución de productos de las instalaciones de almacenamiento son factores clave dentro del proceso global de la cadena de suministro. Por ello, optimizar las capacidades en los espacios de almacenamiento es uno de los

mayores retos para las empresas de logística. En consecuencia, en su trabajo plantearon una gestión de almacenes con el objetivo de alcanzar un máximo aprovechamiento del espacio de almacenamiento (Mathlouthi, Saoud & Sboui, 2015).

Otros autores presentaron un modelo conjunto de inventarios y disposición de productos de tres escalones para distintas industrias: principales almacenes, centros de distribución y tiendas minoristas. El modelo propuesto determina simultáneamente el número y ubicación de los centros de distribución a abrir y las asignaciones de los minoristas a los centros de distribución abiertos para determinados tipos de producto. El objetivo es minimizar el costo anual total que incluye costos de transporte, costos de ubicación de la instalación, costos de inventario y los costos de venta perdida (Ross, Khajehnezhad, Otieno & Aydas, 2017). Asimismo, Srivathsan & Kamath (2017) se enfocaron en el intercambio de información de inventario ascendente, los cuales consideran la capacidad de producción, las decisiones relacionadas con el inventario, la variabilidad, los retrasos en el tránsito y el intercambio de información de inventario de manera unificada en virtud de que los modelos existentes de evaluación de desempeño analítico de cadenas de suministro no permitían evaluar el impacto del intercambio de información de inventario.

A continuación, se presenta una revisión de los modelos de gestión para el diseño de políticas de inventarios de productos terminados en cadenas de abastecimiento, teniendo en cuenta la variabilidad de la demanda y de los tiempos de suministro. Gutiérrez & Vidal (2008) señalan que la literatura relevante asociada al problema se clasifica en: i) modelos para tratar la aleatoriedad de la demanda; ii) los modelos para tratar la aleatoriedad de los tiempos de suministro; iii) los modelos para definir políticas de inventarios de productos finales; y iv) los diferentes tipos de modelos para gestionar inventarios en cadenas de abastecimiento. De esta manera, se tiene lo siguiente:

#### **a) Modelos de aleatoriedad de la demanda:**

Se reconoce que los modelos de aleatoriedad de la demanda se clasifican en dos grupos: a) los modelos clásicos, y b) las nuevas tendencias. Dentro del grupo perteneciente a los modelos clásicos, el método de tratamiento de la aleatoriedad de la demanda independiente más común consiste en ignorar dicho fenómeno en el diseño y operación de los sistemas de inventarios y de planificación de la producción. En la literatura se plantea que este fenómeno no se incluye porque la incorporación de tal comportamiento en el desarrollo de modelos trae consigo un alto grado de complejidad tanto en el desarrollo del modelo como en los requerimientos computacionales (Gutiérrez & Vidal, 2008). Ahora bien, cuando se empieza a tener en cuenta la variabilidad de la demanda, un enfoque clásico es la aplicación de sistemas de pronósticos. En la utilización de

sistemas de pronósticos en modelos de gestión de inventarios, Snyder (2002) ilustra que el modelo de mayor auge es la suavización exponencial para pronosticar la demanda de ítems de alta rotación. Por otro lado, Gallego & Toktay (2003) desarrollaron el caso de un proveedor que enfrenta demandas estacionarias y emplea información de pronósticos dinámicamente actualizados para generar las órdenes a su distribuidor anterior en la cadena.

En otro orden de ideas, dentro de las nuevas tendencias para considerar la aleatoriedad de la demanda se tienen dos grupos de metodologías: a) la sistematización de los sistemas de pronósticos a través de la simulación, b) la modelación estocástica (Gutiérrez & Vidal, 2008). Se tiene que algunos autores han utilizado la simulación como técnica de mejoramiento de las metodologías de pronósticos mediante suavización exponencial. Así, se logró hacer una diferencia entre los ítems que tienen una alta rotación y los de baja rotación, además de sistematizar el análisis de series de tiempo para predecir los niveles de demanda (Snyder, Koehler, Hyndman, & Ord, 2004).

Otra de las formas de tratamiento de la aleatoriedad de la demanda es la modelación estocástica. En el trabajo de políticas de inventarios desarrollado por Gallego y colaboradores se modela la toma de decisiones de ordenamiento e inventarios de seguridad, considerando que la demanda sigue un proceso Poisson (Gallego, Muriel & Yildiz, 2007). Asimismo, Gudum & De Kok (2002) presentaron una técnica denominada *Safety Stock Adjustment Procedure* (SSAP), la cual permite determinar los inventarios de seguridad de modo que se cumplan los niveles de servicio.

#### **b) Modelos de aleatoriedad de los tiempos de reposición (*Lead Time*, LT):**

Los enfoques para tratar los tiempos de reposición en la toma de decisiones en sistemas de inventarios es asumir que los tiempos de reposición son: a) nulos (es decir, con tasa de reposición infinita); b) diferentes de cero y determinísticos; c) diferentes de cero, aleatorios y son independientes e idénticamente distribuidos; d) diferentes de cero, aleatorios pero no independientes e idénticamente distribuidos; y e) análisis de demanda durante el LT a través de pronósticos y crear LT de seguridad (Gutiérrez & Vidal, 2008).

En el contexto de cadenas de abastecimiento globales, Vidal & Goetschalckx (2000) desarrollaron un modelo matemático de programación entera mixta en el que se incorpora la aleatoriedad de los tiempos de reposición asociada a la selección de modos de transporte. De igual manera, Song & Yao (2002) estudiaron un sistema en el que el producto final es ensamblado para despacho mientras que los componentes o sub-ensambles se fabricaban contra inventario. Estos autores asumieron que la demanda

sigue un proceso Poisson y que los tiempos de reposición para cada componente son variables aleatorias e idénticamente distribuidas.

Snyder y colaboradores analizaron la demanda durante los tiempos de reposición, creando parámetro de LT de seguridad y propusieron un modelo de suavización exponencial para pronosticar la demanda durante los tiempos de reposición (Snyder et al., 2004). En este sentido, los autores generaron una formulación para calcular las medias y las varianzas para una amplia variedad de métodos de suavización exponencial. Por último, otros autores desarrollaron un modelo de inventarios con demanda imprecisa, tiempos de reposición y costos de inventario para obtener una política que permitiera minimizar los costos (Kumar, Kar & Maiti, 2005).

### **c) Modelos de políticas de inventarios:**

De acuerdo con lo señalado en la literatura, una política de inventarios debe dar respuesta a las preguntas de cada cuánto debe revisarse el inventario, cuándo ordenar y cuánto ordenar, bien sea ítems de demanda independiente o dependiente. Sin embargo, existen dos elementos fundamentales a tener en cuenta: 1) el tipo de producto (terminado o materia prima), y 2) el ambiente de producción (Gutiérrez & Vidal, 2008).

En este sentido, Gallego et al. (2007) plantearon un desarrollo matemático para abordar el problema de un minorista que se enfrenta con órdenes cuya demanda sigue un proceso Poisson, teniendo un costo lineal con un tiempo fijo de reposición asociado. El aporte de este trabajo se encuentra principalmente en el tratamiento matemático de la aleatoriedad de la demanda para así generar una política de inventarios híbrida.

Por otro lado, un grupo de autores se enfocaron en la coordinación de la planificación de la producción cuando hay múltiples plantas en una empresa integrada verticalmente e identificaron los aspectos que deben considerarse para definir las decisiones de producción e inventarios de modo que se logre un óptimo global. Bajo este contexto, los autores propusieron los distintos aspectos a tener en cuenta, esto es: la planeación de producción y abastecimiento, la planeación de producción y distribución, y la planeación y distribución de los inventarios (Bhatnagar, Chandra & Goyal, 1993).

En lo que se refiere a la estimación de políticas de inventarios en distintos ambientes de producción, Sarmiento & Nagi (1999) realizaron un revisión de los trabajos que se han desarrollado en el análisis integrado de sistemas de producción y distribución, llegando a cuestionar cómo los aspectos logísticos han influenciado la toma de decisiones y cuáles

son las ventajas competitivas que se obtienen de la integración de las funciones de distribución con las funciones de producción en distintas empresas, incluyendo los niveles estratégico y táctico. Pundoor (2002) presentó la simulación de cadenas de abastecimiento para evaluar el impacto de la reprogramación en la producción en ambientes del tipo MTS (*Make to Stock*) y MTO (*Make to Order*) y su efecto sobre la determinación de necesidades de materias primas y componentes.

Finalmente, Soman, Pieter van Donk & Gaalman (2004) hicieron una revisión del Estado del Arte de los ambientes combinados del tipo MTS-MTO enfocados en el sector de alimentos. Estos autores propusieron un sistema integral de planeación jerárquica que permitió dar soporte a las decisiones en los ambientes productivos híbridos.

#### **d) Modelos integrados de gestión:**

Graves y colaboradores presentaron un trabajo enfocado en una empresa que fabrica herbicidas para maíz, soya y trigo analizando la variabilidad de la demanda periodo a periodo y realizando comparaciones con los pronósticos y su grado de incertidumbre. Se evaluaron múltiples escenarios de la demanda clasificándolos en tres grupos de escenarios: pesimista, más probable y optimista (Graves, Gutiérrez, Pulwer, Sidhu & Weihs, 1998).

Lo relacionado a la estimación de políticas óptimas y niveles de inventarios ha sido trabajada por Shervais (2000) en la determinación de un conjunto de políticas óptimas de inventarios y de transporte en un sistema de distribución multi-producto, multi-eslabón y multi-modal sujeto a demandas no estacionarias. En este sentido, el autor planteó que deben responderse las preguntas de dónde, cuándo y cómo en cuanto a lo siguiente: i) la localización, es decir, cuánto de cada ítem se debe mantener en cada planta y cada depósito; ii) el ordenamiento, el cual se refiere a cuándo y cuánto ordenar de cada ítem; y iii) el transporte, es decir, cómo deben despacharse los productos (Shervais, 2000).

Song & Chuin Lau (2004) consideraron un modelo de inventarios de revisión periódica y demanda estocástica tomando en cuenta la obsolescencia repentina. En este trabajo se caracterizó la estructura de las políticas óptimas y se propuso un algoritmo de programación dinámica. Por último, en el trabajo preparado por Kapuscinski y colaboradores se diseñó un sistema de gestión para la toma de decisiones de los inventarios de la cadena de suministro de la empresa Dell Computers. Para ello, se desarrolló un modelo de control de inventarios mediante la aplicación de técnicas de pronósticos para la gestión de la demanda independiente y haciendo un análisis de los

tiempos de reposición entre los nodos de la cadena. Lo anterior permitió definir los niveles de inventario de seguridad de los componentes (Kapusinski et al., 2004).

En base a la revisión bibliográfica presentada, se logró evidenciar que, a fin de que las empresas mantengan su competitividad, es necesaria la definición de una metodología que permita estimar las políticas de control de inventarios de productos terminados y materias primas a lo largo de su cadena de abastecimiento, considerando la naturaleza aleatoria de la demanda de productos terminados, así como de los tiempos de suministro entre las distintas etapas de la cadena. Se pudo constatar que, a pesar de que actualmente existe un amplio conjunto de modelos para dar soporte a las decisiones del sistema de inventarios, no existe una metodología clara y unificada. Asimismo, se evidenció que, de los métodos clásicos y las nuevas tendencias existentes en el modelamiento de la aleatoriedad de la demanda, las metodologías de estimación mediante el análisis de series de tiempo y sistemas de pronósticos han sido las de mayor aplicación. En este contexto, se evidenció que la utilización conjunta de parámetros óptimos a lo largo de la cadena de una empresa puede generar mejoramientos significativos en su gestión logística, especialmente en aquellas que no manejan ninguna herramienta de control.

Con base en lo anterior, en este trabajo se realiza una propuesta metodológica para el manejo del inventario en bodegas de almacenamiento de productos terminados en industrias del sector agroindustrial que permita aprovechar el potencial de mejoramiento asociado a una mejor política de inventarios y a un adecuado almacenamiento mediante su integración considerando su contribución a la estrategia productiva de la organización. A través de este trabajo se busca proponer un nuevo enfoque metodológico de integración para el manejo de inventarios en bodega que permita apoyar la implementación del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes en la organización bajo estudio.

## CAPÍTULO 3: PROYECTO APLICADO

### 3.1 Levantamiento de la Situación Actual

En la Figura 4 se detalló un Mapa de Flujo de Valor (*Value Stream Mapping*) donde se resume de manera general los distintos componentes de la operación actual de la compañía. De esta forma, en la Figura 6 se modela el escenario actual (AS IS) de operación para la elaboración de productos pertenecientes a la “Línea *Baby Food*”:

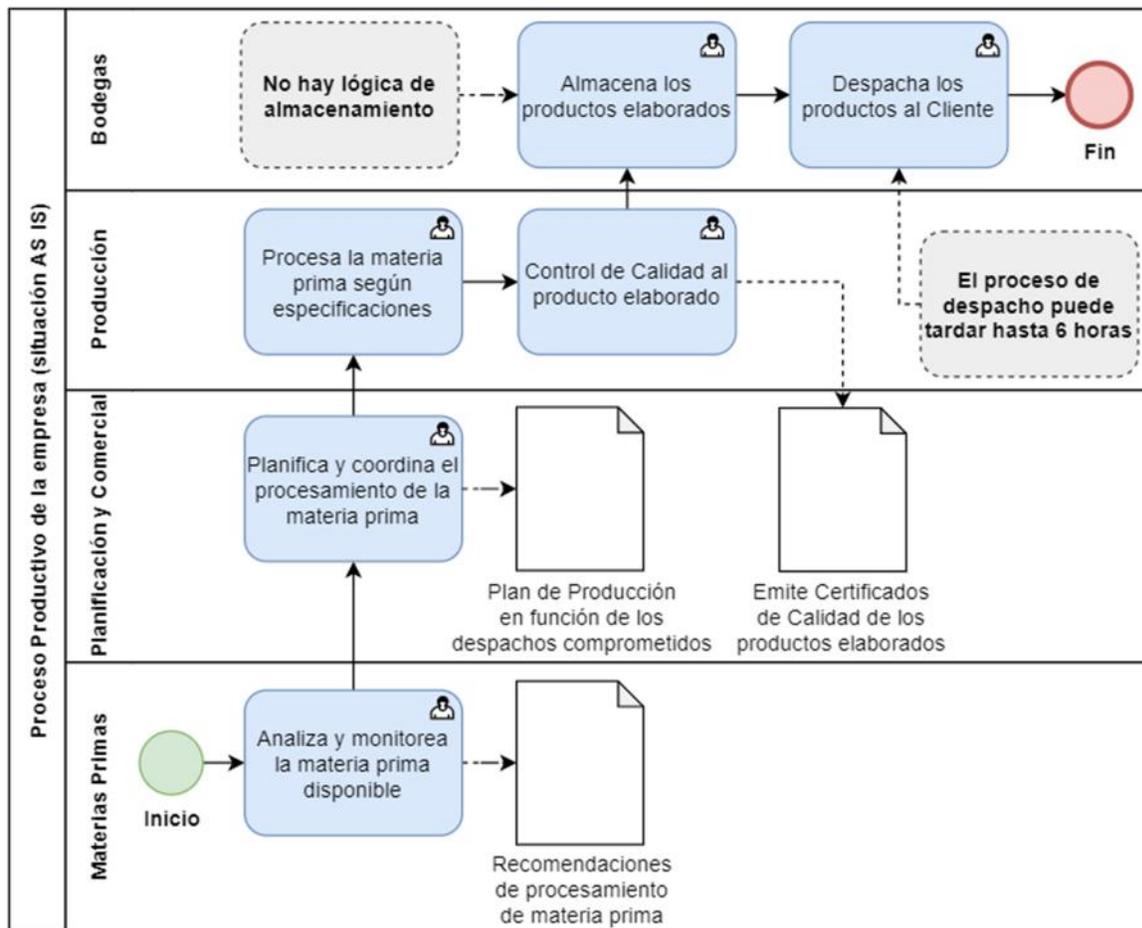


Figura 6. Escenario actual (AS IS) de operación para la producción de productos pertenecientes a la “Línea *Baby Food*”

Tal como se mencionó previamente, el proceso se inicia en el área de Materias Primas por medio del análisis y monitoreo permanente de la materia prima almacenada en sus cámaras. Posteriormente, las áreas de Planificación y Comercial realizan la actividad de planificar la producción, la cual consiste en decidir qué productos se fabricarán y cuándo. Esta actividad es coordinada por la Jefatura de Planificación de Producción en base a los

requerimientos y despachos programados. El entregable para el área de Producción es el Plan de Producción que contiene algunos detalles como: número de kilogramos a producir, producto, especificaciones, clientes, entre otros. Es de destacar que los criterios de decisión se establecen manualmente en función de los contratos establecidos y lo que espera vender el área Comercial. No existen reglas sistematizadas para la asignación de producción y despachos, salvo el criterio y la experiencia propia de los integrantes del área. En este contexto, existen varios elementos que deben ser considerados dentro de la planificación, a saber: líneas de producción, turnos, requerimientos de materia prima e insumos, capacidades de producción, capacidades de almacenamiento en bodega, entre otros.

Seguidamente, la materia prima es procesada en las plantas que posee la empresa según sus líneas de negocios. Los productos fabricados en planta son certificados por el área de Control de Calidad según los estándares establecidos en su normativa interna. Finalmente, los productos fabricados pasan a las bodegas de almacenamiento a la espera de despacho. Tal como se señaló previamente, en la operación actual, se sobrepasan las capacidades propias de almacenamiento, lo cual ha llevado a la necesidad de arrendar bodegas externas sin lograr solucionar la problemática. Los materiales y productos terminados se almacenan sin ninguna estrategia clara de almacenamiento. La única opción disponible es ubicarlos “donde haya espacio” sin tener ningún tipo de trazabilidad, lo cual ha llevado al desfase de información en su sistema ERP y a la pérdida de tiempo y recursos para la correcta ubicación de los productos requeridos al momento de los despachos.

Finalmente, una vez se recibe la orden de despacho proveniente del área Comercial, los productos requeridos son ubicados y posicionados en el andén de despacho de la bodega. Esta tarea puede originar grandes retrasos y costos debido a la problemática mencionada previamente. En temporada alta, el proceso de despacho puede ser superior a 6 horas debido a la incertidumbre en la ubicación de los productos requeridos en el despacho, los gastos y coordinación logística necesarios para su búsqueda en otras bodegas (externas), así como el aseguramiento de las normas de seguridad e integridad de los productos a despachar.

Es importante mencionar que, en cada una de las etapas de los procesos mencionados, los registros de información se realizan de manera manual por medio del llenado de planillas por parte de los distintos operadores. Estas planillas son archivadas diariamente en cada etapa de proceso y son ingresadas una a una al sistema ERP de la compañía por distintos colaboradores encargados exclusivamente de esta función. Tal como puede notarse, esta actividad crítica es altamente susceptible a errores de transcripción que originan importantes descuadros de información, además de retrasos que conllevan

desfases en la actualización de los datos de materia prima procesada, consumo de materiales e insumos, producción diaria, movimientos en bodega, entre otros.

En este orden de ideas, tomando como base la metodología propuesta por Barros (Barros, 2011), en la Figura 7 se detalla la primera capa de la arquitectura correspondiente a los macroprocesos que maneja la empresa. Estos son cuatro y contienen los procesos y subprocesos involucrados a lo largo de su cadena productiva, a saber: la Cadena de Valor, el Desarrollo de Nuevas Capacidades, la Planificación Estratégica, y los Procesos de Apoyo.

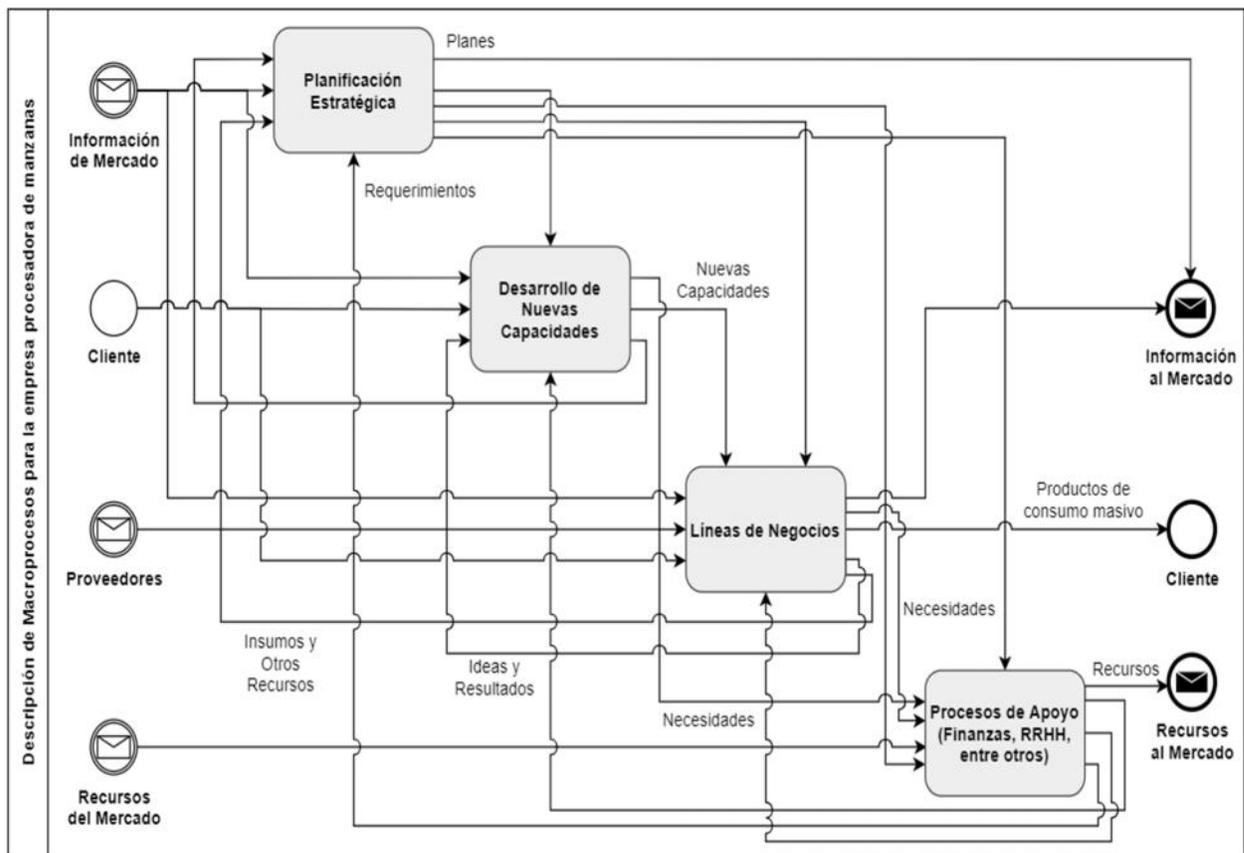


Figura 7. Detalle de los macroprocesos desarrollados dentro de la empresa presentada en este trabajo

En este contexto, la Planificación Estratégica dicta las normas y pautas por las cuales la organización debe regirse para garantizar su correcto funcionamiento y sostenibilidad en el futuro. El resultado de la Planificación Estratégica de la empresa rige a los demás macroprocesos, ingresando como un elemento de control según la nomenclatura. Los *inputs* de este conjunto de procesos son las ideas y resultados del Desarrollo de Nuevas Capacidades y de las Líneas de Negocios de la compañía.

En cuanto al Desarrollo de Nuevas Capacidades, se tiene que este macroproceso es el compendio de procesos en los cuales se crean nuevos subprocesos que se implementarán en la Cadena de Valor y en los procesos de soporte. Se encuentran incluidas las áreas de proyectos e ingeniería, así como las de innovación y nuevos procesos. Toma como entrada la información del mercado y de los procesos de la Cadena de Valor.

El macroproceso relacionado con Cadena de Valor es donde los procesos más tradicionales toman lugar, tales como: producción, ventas, distribución, servicio al cliente, entre otros. En este sentido, la empresa abordada en este trabajo tiene distintas líneas de negocios (ver Tabla 1). En este conjunto de macroprocesos, los Clientes y Proveedores son entradas fundamentales que entregan requisitos y recursos, respectivamente. Luego, la principal salida de la Cadena de Valor resultan ser los productos y servicios elaborados para el Cliente. Finalmente, los procesos de apoyo son aquellos que le dan soporte a la organización y tienen como objetivo realizar las actividades necesarias para la correcta ejecución de las operaciones. Para la compañía en cuestión, se pueden mencionar procesos relacionados con contabilidad, finanzas, comunicaciones y gestión de recursos humanos.

Las entradas, salidas, controles y recursos de cada línea de negocios de la empresa son los mismos que para el conglomerado visto en la Cadena de Valor (ver Figura 8). En primer lugar, la Planificación Estratégica y el Desarrollo de Nuevas Capacidades son procesos de control para cada una de las líneas de negocio. En segundo lugar, el mercado, los clientes y proveedores resultan ser los *inputs* con que se cuentan para generar valor, los cuales aportan datos relacionados con información, necesidades e insumos, respectivamente. En tercer lugar, la Mantención de Estado proveniente de los procesos de soporte es un recurso que se puede hallar en todos los macroprocesos de la organización, los cuales son retroalimentados por sus respectivas salidas. Los demás *outputs* van dirigidos al mercado, los clientes y la planificación estratégica.

Básicamente, las líneas de negocios dentro de la empresa (ver Tabla 1) son dos:

- **Línea 1: deshidratados):** Ingredientes/Orgánicos/Retail.
- **Línea 2 (purés):** Convencionales/Orgánicos/*Baby Food*.

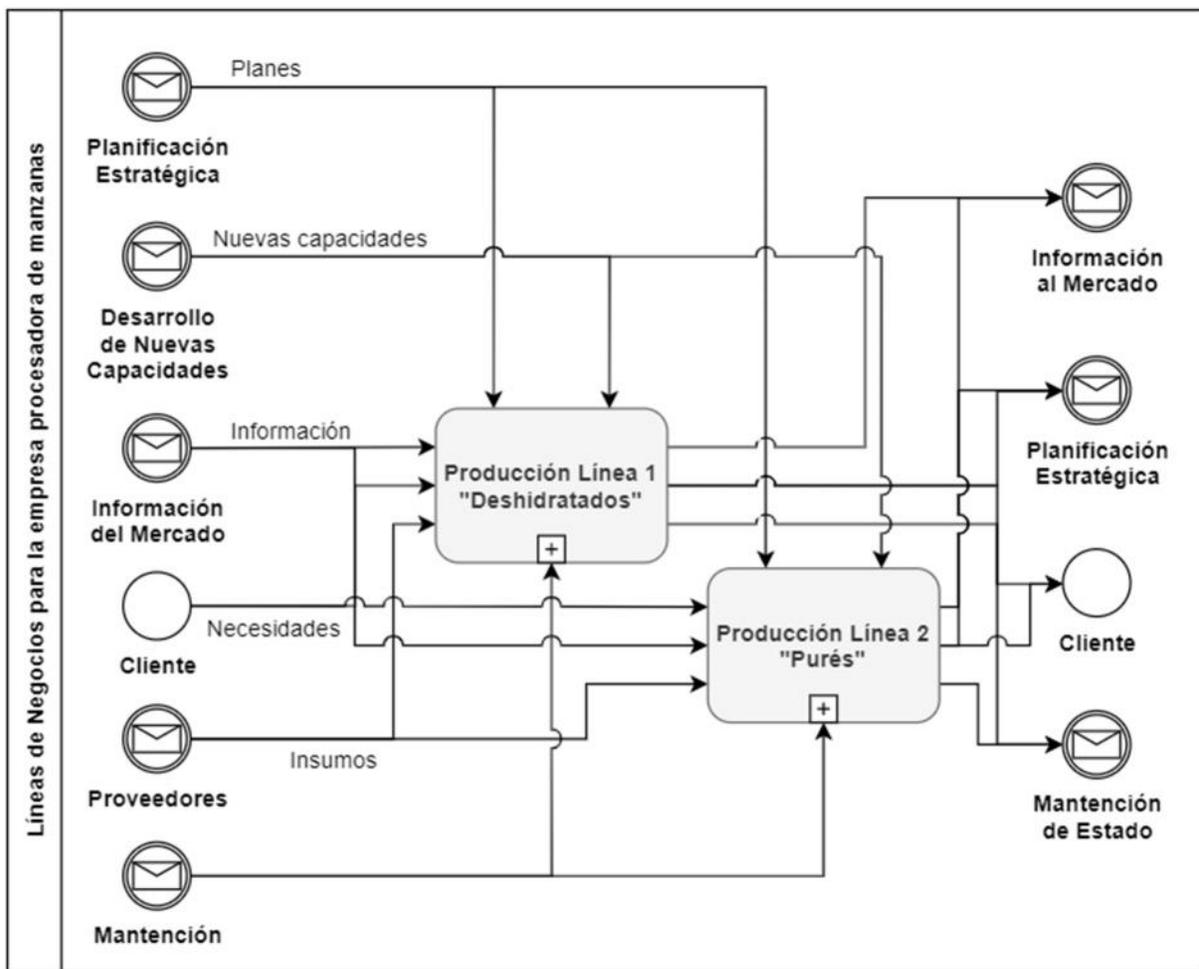


Figura 8. Detalle de las líneas de negocio desarrolladas dentro de la empresa presentada en este trabajo

Seguidamente, el proceso de producción, procesamiento y venta de manzanas deshidratadas y purés está dividido en cinco grupos de procesos acorde a la arquitectura del negocio según lo que se detalla a continuación (ver Figura 9):

1. Administración de Relación con el Cliente.
2. Administración de Relación con Proveedores.
3. Gestión de Producción, Procesamiento y Entrega.
4. Producción, Procesamiento y Entrega de Bienes o Servicios.
5. Mantenimiento de Estado.

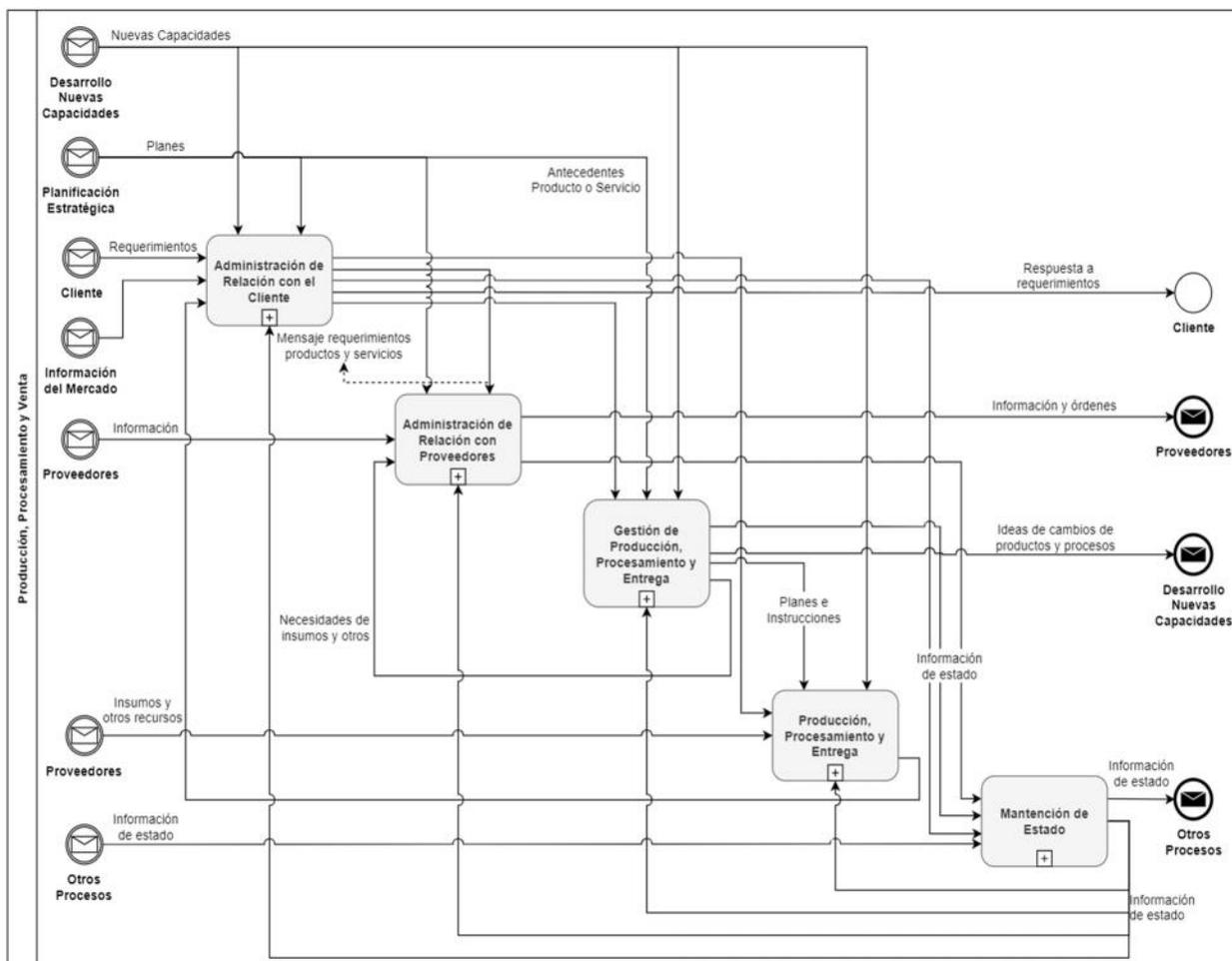


Figura 9. Detalle de las líneas de negocio desarrolladas dentro de la empresa presentada en este trabajo

De acuerdo a lo que se puede observar en la figura anterior, se comienza con los requerimientos de los clientes. La forma de administrar la relación con los clientes es a través de la oficina comercial ubicada en Santiago, los representantes comerciales y la Gerencia de Ventas, quienes conjuntamente con los Asistentes Comerciales, llevan los requerimientos de los clientes a la planta de procesamiento. Luego, la Administración de Relación con Proveedores está a cargo de la Gerencia de Materias de Primas y el Departamento de Compras. La primera, tiene como objetivo negociar los precios de los grandes insumos (manzanas, principalmente), mientras que la segunda está encargada del resto de los insumos, gestionando los volúmenes de entrega, fechas de entrega, administración del inventario y otras actividades. Ambas se basan en los resultados de los procesos de gestión de producción y entrega para gestionar el abastecimiento de materias primas, materiales e insumos.

Ahora bien, los procesos de Gestión de Producción y Entrega se pueden clasificar en tres grandes grupos de acuerdo a lo mostrado en la siguiente Figura:

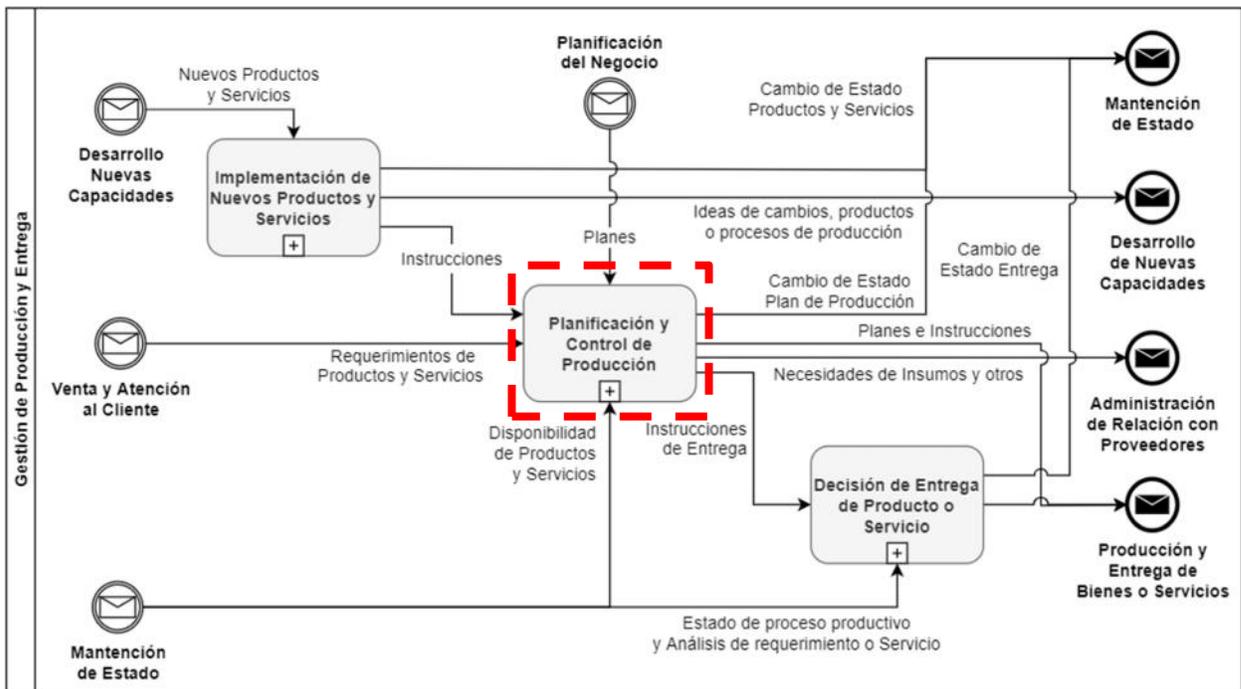


Figura 10. Proceso de Gestión de Producción, Procesamiento y Entrega para la “Línea Baby Food”

Tal como se puede observar, el primero está relacionado con la implementación de nuevos productos y servicios, los cuales están dictados por el desarrollo de nuevas capacidades de la compañía. Por ejemplo, se traducen en nuevos productos de manzanas, formatos, empaques, entre otros. El segundo es donde la propuesta presentada en este trabajo toma lugar: Planificación y Control de la Producción (ver Figura 11). Aquí es donde se generan las instrucciones que definen aspectos clave de la compañía, entre ellos: qué, quién, cuál y cuándo se produce. Lo anterior se traduce en: cuándo se procesa, cuánto se produce, cómo se procesa y cuándo se despacha. Finalmente, el tercer grupo corresponde a los procesos de decisión de entregar los productos y están sujetos a las normas de la empresa, tales como: controles de calidad, pagos, requisitos de exportación, entre otros.

Dentro de las actividades desarrolladas por el proceso de Planificación y Control de Producción se ejecutan tareas de definición de la Planificación Táctica y entregar los parámetros bajo los cuales la Planificación Operacional debe trabajar (ver Figura 11). Está normada por los planes estratégicos y recibe necesidades e información principalmente del mercado y los clientes (vienen del proceso de Administración de Relación con el Cliente). De esta manera, el proceso comienza periódicamente (semanal) en el área de Planificación de Producción. Se realiza la actividad de planificar la producción, la cual consiste en decidir qué productos se fabricarán y cuándo. Esta actividad es realizada por el Jefe de Planificación de Producción en base a los

requerimientos y despachos programados. El entregable al resto de la organización es el Plan de Producción que contiene algunos detalles como: número de kilogramos a producir, producto, especificaciones, clientes, entre otros (ver Figura 12).

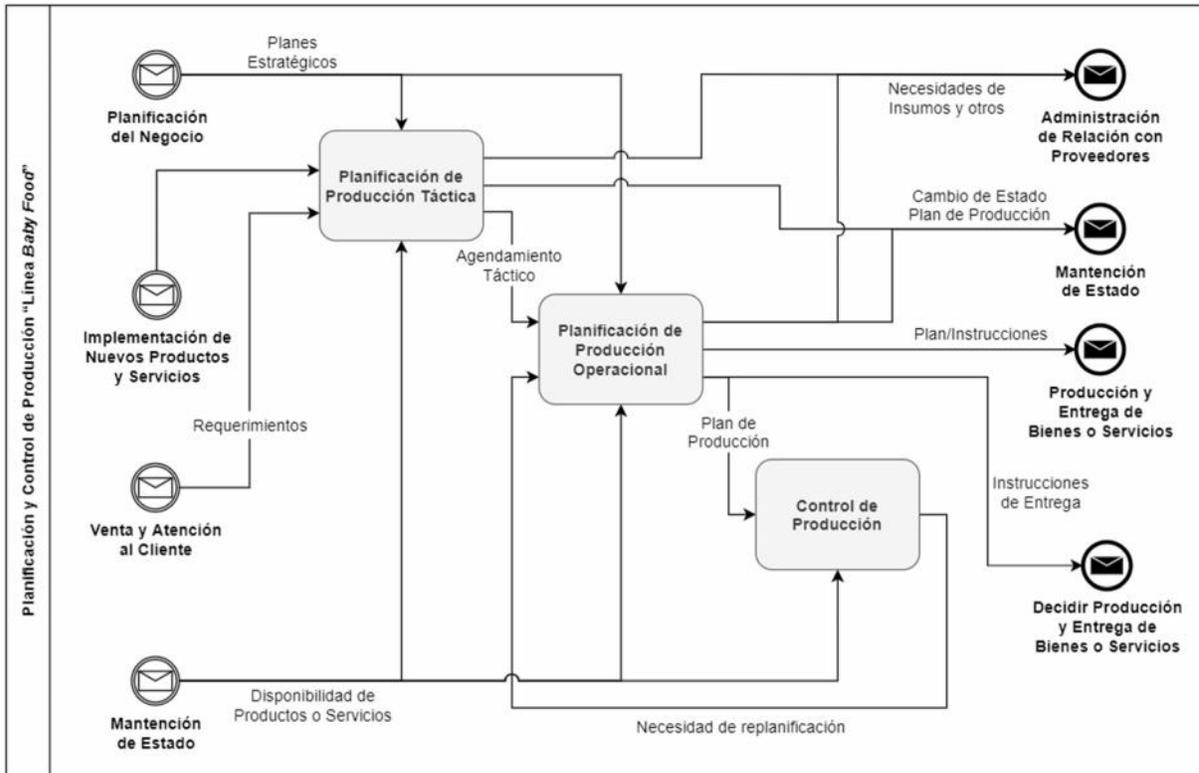


Figura 11. Planificación y Control de Producción para la “Línea Baby Food”

Posteriormente, el área Comercial establece cuánto de la producción irá para cada mercado en función de sus contratos y lo que esperan vender. Es importante destacar que existen varios elementos que deben ser considerados dentro de la planificación, a saber: líneas de producción, turnos, requerimientos de materia prima, materiales e insumos, capacidades de producción y almacenamiento en bodega, entre otros.

El diagrama y descripción del proceso de Planificación Táctica presentado en la Figura 12 demuestran que existe un importante campo para mejoras. Se puede observar que las áreas no se encuentran totalmente integradas, con lo cual se puede estar perdiendo valiosa información para un mejor resultado del proceso. De igual manera, no se encuentra el vínculo entre la planificación de ventas y la planificación táctica de forma explícita y su impacto en el proceso de Planificación de Almacenamiento de Productos Terminados y Despachos a Clientes realizado por el Área de Bodegas.

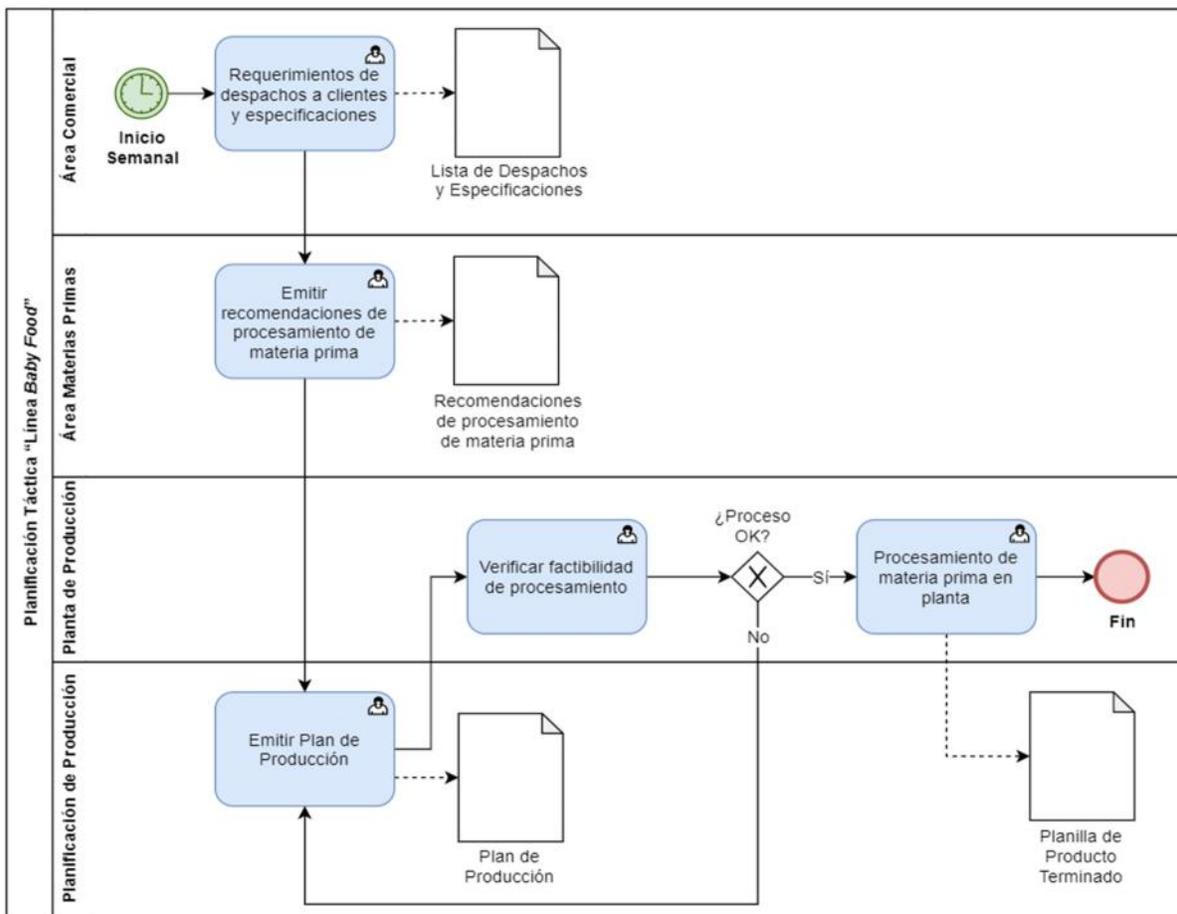


Figura 12. Descripción del proceso de Planificación Táctica para la producción de la "Línea Baby Food"

Tal como se comentó en la Sección 1.3, la problemática actual de la empresa en cuanto al manejo de sus inventarios es derivada principalmente de su ineficiente gestión de almacenamiento de productos terminados y despachos a clientes producto de que, entre otras cosas, no existe una lógica de almacenamiento en sus bodegas que permita hacer un uso eficiente de sus capacidades y permita integrar los distintos procesos que componen su Cadena de Valor. Lo anterior ha conducido a una grave situación de colapso en sus capacidades de almacenamiento que no ha podido ser subsanada a través del arriendo de bodegas externas y otras medidas de solución que se han implementado en el último tiempo.

En este sentido, en la Figura 13 se detalla la evolución de los gastos por arrendamiento de bodegas externas durante el periodo 2016-2018. Asimismo, en la Figura 14 se detalla la distribución porcentual de gastos por gestión de bodegas y patios externos para el año 2018. En base a lo mostrado en estas figuras, se puede notar claramente que los gastos por arrendamiento de bodegas externas para almacenamiento de productos terminados

se han incrementado en más de 70% con respecto al año 2016, totalizando un monto superior a 277.000 USD durante el año 2018. También, se puede notar que estos gastos se distribuyen en más de 75% para el pago de arriendo (Figura 14).

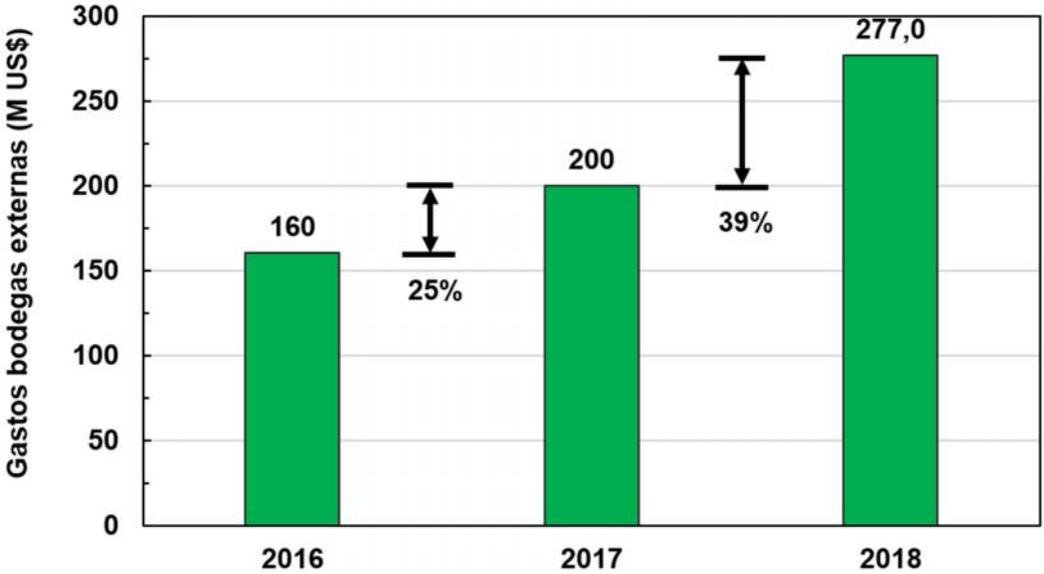


Figura 13. Evolución de los gastos por arrendamiento de bodegas externas durante el periodo 2016-2018 para la empresa

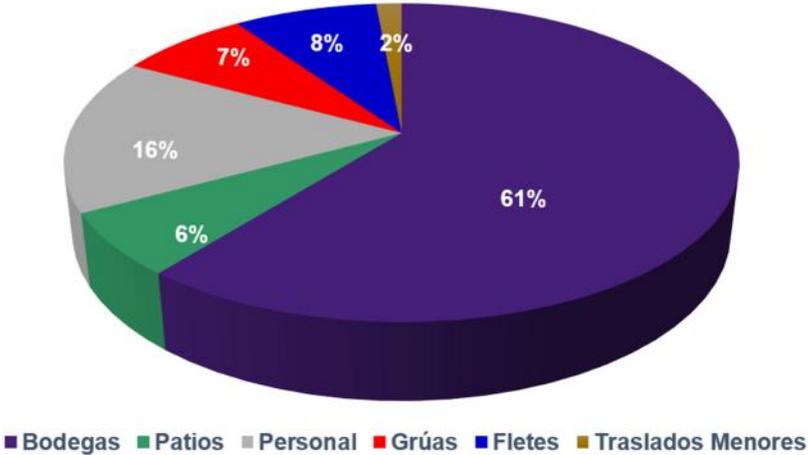


Figura 14. Distribución porcentual de gastos por gestión de bodegas y patios externos durante el año 2018

Esta situación ha planteado grandes retos en los últimos 2 años para el área de bodegas en virtud del colapso de sus capacidades propias y la creciente necesidad de arrendar espacios externos para poder almacenar los productos terminados que salen de planta.

Lo anterior resulta un elemento poderoso que permite mostrar el alcance de la problemática y su fuerte impacto en la operación actual de la empresa, determinando así la importancia de implementar soluciones que permitan atender esta problemática y aportar herramientas que generen mejoras significativas en su gestión, principalmente en cuanto al proceso de gestión de almacenamiento de productos terminados y despachos a clientes.

De la misma manera, en la siguiente tabla se detalla el valor promedio mensual de las posiciones en bodega por los conceptos de diferencias de inventario y desperdicios (esto es: producción a dar de baja + productos vencidos + productos discontinuados + productos fermentados). Es de notar que estas posiciones son consecuencia directa de la deficiente gestión de los inventarios de bodega, así como del deterioro en las propiedades microbiológicas y de calidad de los productos terminados debido a los largos tiempos de almacenamiento. En este orden de ideas, es importante señalar que el inventario promedio por productos fuera de especificaciones se incrementó en 35% durante el periodo Agosto-Diciembre de 2018 alcanzando un valor promedio de 588.000 USD según lo mostrado en la Figura 15.

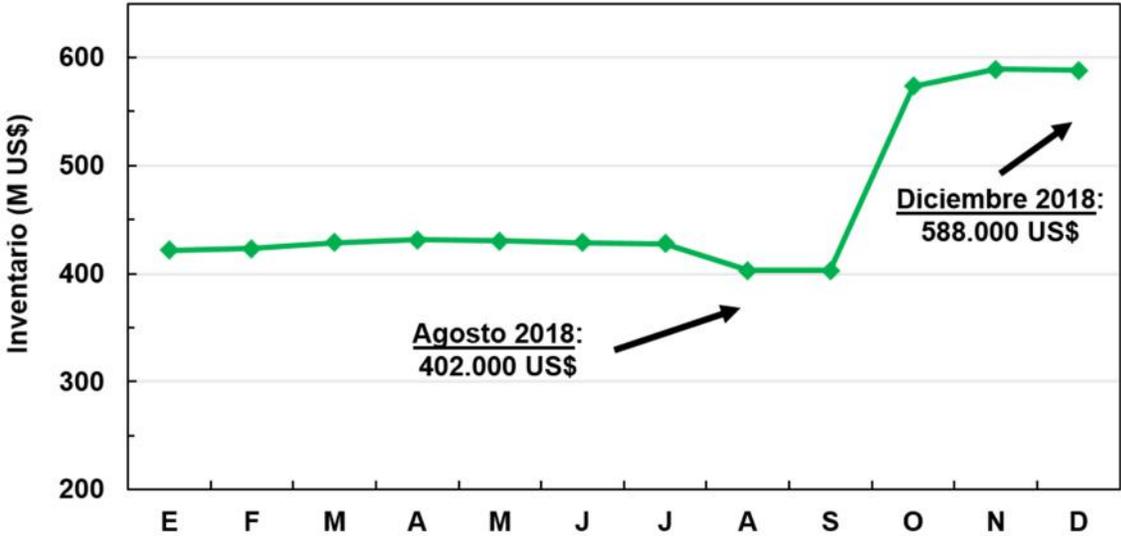


Figura 15. Evolución del valor promedio mensual de las posiciones en bodega por concepto de productos fuera de especificaciones durante el año 2018

De esta forma, actualmente, se tiene que la valorización de las diferencias de inventario + desperdicios (producción a dar de baja + productos vencidos + productos discontinuados + productos fermentados) alcanza un total aproximado de 4,5% del inventario. Lo anterior constituye un elemento de vital importancia dentro de la problemática presentada en virtud del grave impacto que se tiene en la orientación

estratégica de la compañía y sus características diferenciadoras, además del fuerte incremento en los gastos operativos y de gestión de la compañía.

## **3.2 Diagnóstico de la Situación Actual**

### **3.2.1 Problemas identificados**

En la Tabla 3 se muestran los principales detalles del análisis de la problemática descrita previamente, el cual fue realizado en conjunto con los distintos *stakeholders* responsables de las áreas clave relacionadas. Este análisis fue elaborado en base a los postulados propuestos por Ishikawa como primer nivel, esto es: Máquina, Personas, Métodos, Materiales, Medida y Entorno (Ishikawa, 1985). En tal sentido, se tiene que el ámbito “Máquina” está referido principalmente al sistema ERP que se usa actualmente para la gestión de inventarios. El ámbito “Personas” fue analizado en base al manejo de la información realizado por las personas encargadas de cada tarea. Luego, lo referido a “Métodos” tiene que ver fundamentalmente con los distintos aspectos que se consideran dentro del proceso de planificación y gestión logística de la compañía. En lo referente a “Materiales” se consideró primordialmente el manejo de espacios dedicados para el almacenamiento de materiales y sus condiciones actuales. Asimismo, lo concerniente a “Medida” toma en cuenta lo relacionado con las inconsistencias y diferencias que existen actualmente en el manejo de su stock en bodega. Finalmente, el ámbito “Entorno” considera a las posibles fallas que existen en la coordinación con entes externos.

De esta forma, se puede notar que lo relacionado a las inconsistencias entre lo registrado a nivel sistémico versus físico se constituye en un problema medular de la compañía que está afectando gravemente a toda la cadena productiva.

En base a este panorama, la oportunidad identificada gira en torno a cómo mejorar la Gestión de Inventarios sin modificar los parámetros de calidad de los productos terminados, haciéndose hincapié en el hecho de no modificar los parámetros de calidad de los productos terminados por cuanto forman parte de las características diferenciadoras de los productos de la compañía y constituyen la base de confianza con sus clientes. Asimismo, es importante destacar que la operatividad de la empresa no puede verse afectada por cuanto las operaciones no pueden detenerse por tiempos prolongados debido a la producción continua en planta y el procesamiento de materia prima, además de la necesidad de cumplir con los despachos a clientes, lo cual restringe el abanico de opciones que puedan considerarse como alternativa de solución.

Tabla 3. Descripción de problemática asociada y análisis de causas en base a metodología de Ishikawa

	<b>Problemática asociada</b>	<b>Principales detalles</b>
<b>Sistema inapropiado para el negocio (MÁQUINA)</b>	Información desactualizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingreso manual de información a sistema.</li> <li>- Las transacciones no están en línea.</li> <li>- Sistema poco amigable.</li> <li>- Desfase de información.</li> <li>- Inconsistencias de inventario.</li> </ul>
<b>Manejo de la información (PERSONAS)</b>	Desfases en digitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso manual.</li> <li>- Error humano.</li> <li>- Dificultad para entender el sistema.</li> <li>- No hay capacitación para manejar la información.</li> <li>- No se entienden los procesos.</li> </ul>
<b>Gestión logística mal llevada (MÉTODOS)</b>	Gestión de compras y proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proveedores despachan sin programación.</li> <li>- Exceso de stock de materiales e insumos.</li> <li>- No hay lógica de compras.</li> </ul>
	Gestión de despachos a clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay protocolos/procesos formales.</li> <li>- Solicitudes de despacho sin programación.</li> <li>- Inventario sistémico desfasado.</li> <li>- Contratos “no firmes”.</li> <li>- Elevados tiempos de respuesta.</li> <li>- Inventarios perdidos.</li> </ul>
	Planificación y manejo de la producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesos de transferencia ineficientes.</li> <li>- Solicitudes de producción sin programación.</li> <li>- Inventario sistémico desfasado.</li> <li>- Altos inventarios de productos semiterminados.</li> <li>- Producción que pasa a reproceso.</li> <li>- Inventarios de producción fuera de especificaciones.</li> </ul>

	Contratos y comercialización de productos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contratos “no firmes”.</li> <li>- Altos inventarios de productos que no se vendieron.</li> <li>- No hay estimación de demanda.</li> </ul>
<b>Problemas de espacio (MATERIALES)</b>	Diseño de bodegas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se tiene una distribución clara de la mercadería en base a análisis ABC.</li> <li>- No se dispone de protocolos definidos.</li> <li>- No están “rackeadas”.</li> </ul>
	Dificultades para realizar inventario físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desajuste de diferencias anteriores.</li> <li>- Desorden.</li> <li>- Multiplicidad de posiciones.</li> <li>- No hay control de inventarios.</li> </ul>
	Gestión de inventarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodegas “sucias”.</li> <li>- Multiplicidad de posiciones.</li> <li>- Inventarios desactualizados.</li> <li>- Altos niveles de inventarios sin rotación.</li> <li>- Exceso de productos semiterminados.</li> <li>- Exceso de stock de materiales e insumos.</li> </ul>
	Espacios/equipos insuficientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saturación de espacios.</li> <li>- Equipos defectuosos.</li> </ul>
	Desconocimiento de inventario real existente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inconsistencias de inventario.</li> <li>- Pallets perdidos.</li> </ul>
<b>Fallas en la coordinación con externos (ENTORNO)</b>	Proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fallas en la coordinación de transportes y fletes.</li> <li>- Fallas en almacenamiento externo.</li> <li>- Proveedores despachan sin aviso.</li> </ul>
	Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clientes sin claridad de fecha de despacho.</li> <li>- Productos rechazados.</li> <li>- No hay coordinación con los clientes para despachos.</li> </ul>

### 3.2.2 Análisis de los datos

En la Figura 16 se muestra el volumen de despacho de productos terminados (en cajas) de la Línea “Baby Food” para el periodo Enero-Noviembre de 2018 de acuerdo a la información suministrada por la empresa.

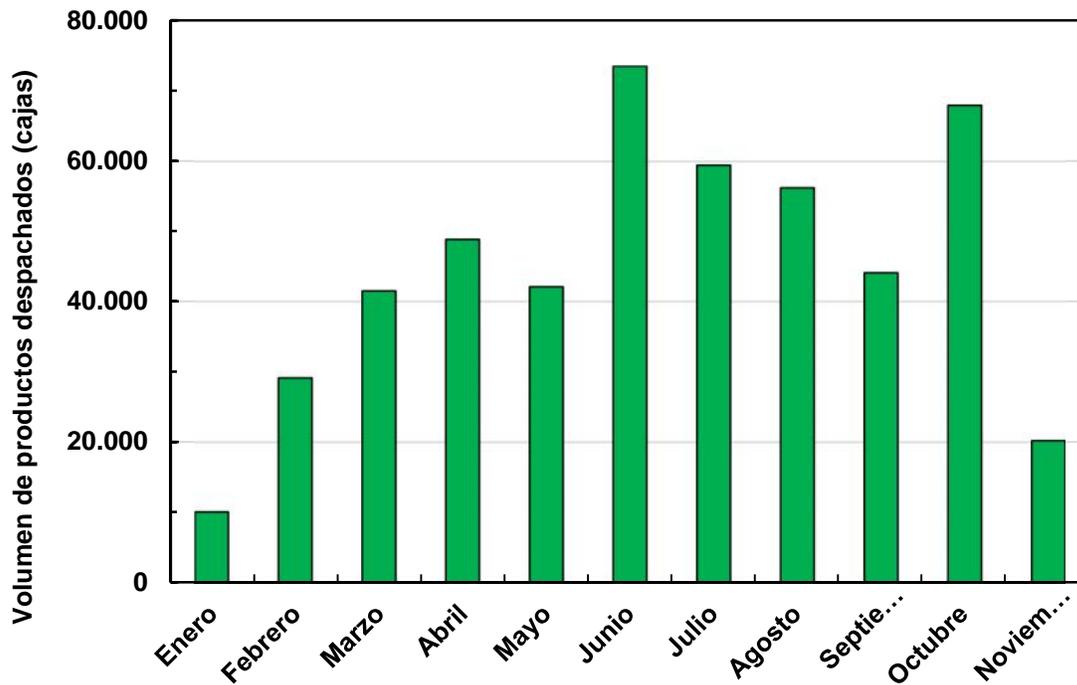


Figura 16. Volumen de despacho de productos terminados de la Línea “Baby Food” para el periodo Enero-Noviembre de 2018

Tal como se pueda observar, durante el periodo analizado, existe un aumento progresivo de la cantidad de productos despachados, donde el mayor volumen (*peak*) se ubicó en los meses de Junio y Julio. Posteriormente, la cantidad de productos terminados despachados disminuye progresivamente hasta el mes de Noviembre. Es importante destacar que, según lo mencionado por *stakeholders* de la empresa, durante el mes de Octubre se evidenció un fuerte aumento en el volumen de productos despachados en ese año debido a pedidos especiales de parte de ciertos clientes que ocurrieron puntualmente durante ese periodo y afectaron la tendencia típica de descenso a partir de Julio.

De la misma manera, en la Figura 17 se detalla la variación de los valores de *lead time* (LT) promedio para cada uno de los distintos productos (SKU) que conforman la Línea “Baby Food”. En este caso, es conveniente mencionar que el valor de *lead time* (LT) fue

calculado como la diferencia en días desde la fecha en que los productos fueron efectivamente despachados al cliente y la fecha de ingreso a bodega para almacenamiento proveniente de la etapa previa de producción en planta.

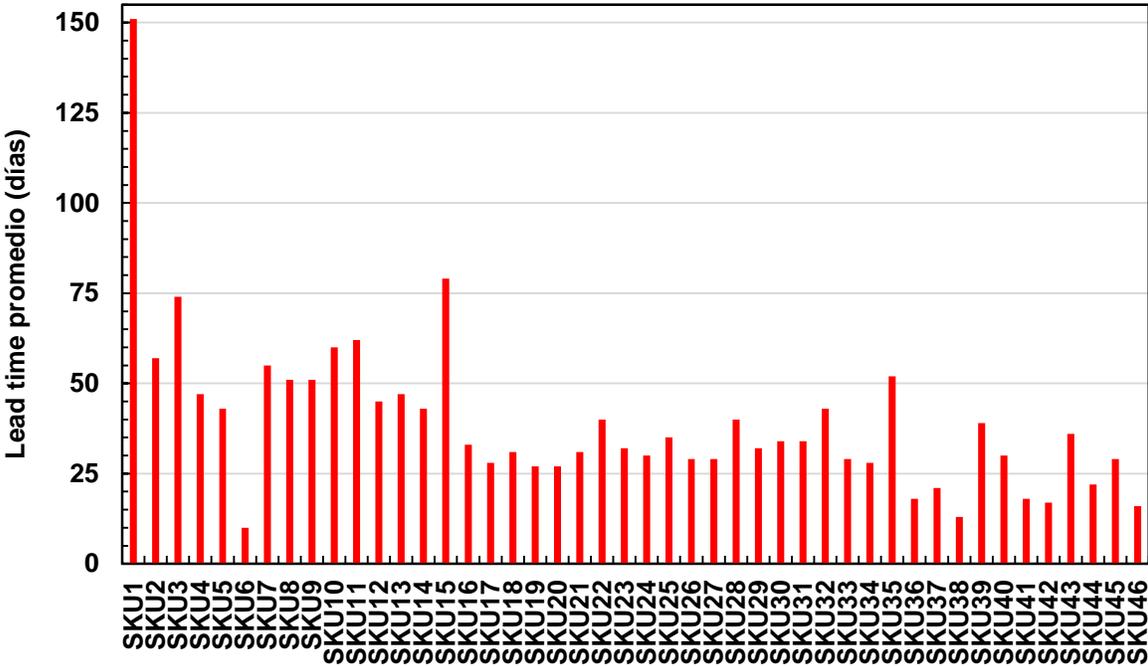


Figura 17. Valores de lead time promedio para los productos (SKU) que conforman la “Línea Baby Food”

El análisis realizado evidencia que existe una amplia variabilidad en los valores de LT. Se observa claramente que se tienen valores de LT altos (hasta 151 días) para ciertos productos (SKU1, por ejemplo), así como valores de LT bajos (10 días) en determinados productos (SKU6, por ejemplo). De cualquier forma, el valor promedio de LT para el grupo de SKU’s evaluados es de 39 días.

Lo anterior es un fuerte indicador de las deficiencias existentes en la gestión de inventarios en bodega debido a los largos periodos de almacenamiento que pueden originarse en ciertos productos en virtud de que no se tiene integración entre las distintas áreas que componen la cadena de valor, lo cual repercute en acumulación de inventarios en bodega que eventualmente desencadenan saturación de espacios y obligan el arrendamiento de bodegas externas para poder almacenar los productos elaborados en planta sin tener una fecha clara de despacho a clientes. Asimismo, otro elemento que se debe considerar es el posible efecto negativo sobre la calidad de los productos terminados almacenados en bodega como consecuencia de los largos periodos de almacenamiento (Ronceros et al., 2008).

### 3.3 Generación de Alternativas

En base a lo mostrado en la Sección 3.2.1, se propusieron diversas alternativas centradas en cuatro aspectos fundamentales, a saber:

**a) Actualización de la información:** dirigida principalmente a evitar el desfase en el ingreso de la información al sistema ERP de la compañía.

**b) Mejora operativa de las bodegas actuales:** enfocada en la mejora de ciertos aspectos de diseño, ordenamiento, limpieza e implementación de mejores prácticas para su gestión.

**c) Outsourcing:** se abordan algunas opciones dirigidas hacia la externalización de las actividades de almacenamiento y despacho a clientes. Estas opciones incluyen tanto el aumento de las capacidades de almacenaje a través del arriendo de mayor cantidad de bodegas externas, así como la transferencia total de esta actividad a servicios privados.

**d) Rediseño de algunos procesos logísticos:** se refieren a soluciones de mediano plazo que pudieran representar una mejora significativa en las operaciones de gestión logística de la empresa y que buscan el rediseño de los procesos actuales en cuanto al almacenamiento de productos terminados y el despacho a clientes en virtud de que se abordan soluciones de mayor alcance e impacto, pero cuya implementación requiere de mayor esfuerzo debido a su complejidad y tiempo requerido para ser ejecutadas.

De acuerdo a lo anterior, las principales alternativas consideradas dentro del abanico de opciones se enumeran en la Tabla 4.

*Tabla 4. Principales alternativas consideradas dentro de la evaluación del proyecto*

	<b>Acciones a desarrollar</b>	<b>Principales detalles</b>
<b>Actualización de la información (MÁQUINA y PERSONAS)</b>	Reduciendo el desfase en la disponibilidad de la información.	- Contratar más digitadores. - Simplificando los formatos de toma de datos.
	Actualizando los inventarios.	- Ajustando diferencias de inventario. - “Limpieza sistémica” de posiciones.

<b>Mejorando las bodegas actuales (MATERIALES y MEDIDA)</b>	Diseño de bodegas	- Rediseño de espacios de bodega. - Rackeo de bodegas.
	Mejores prácticas	- Implementando protocolos acordes a la industria.
	Incrementando las capacidades de almacenamiento.	- Construyendo más bodegas propias.
	Implementando tecnologías en línea para captura de información.	- Captura automática de datos (radiofrecuencia). - Integración con sistema ERP.
	“Limpieza física+sistémica”.	- Retirar los productos obsoletos y descontar de sistema. - Ordenando los espacios. - Haciendo inventario.
<b>Outsourcing (ENTORNO)</b>	Aumentando las capacidades de almacenamiento.	- Arrendando más bodegas externas.
	Cediendo la gestión de actividades.	- Contratando servicios logísticos externos.
<b>Rediseño de procesos logísticos (MÉTODOS y MEDIDA)</b>	Gestionando compras y proveedores	- Rediseño de procesos de compras de materiales e insumos. - Mejorando de procesos despachos de proveedores.
	Mejorando almacenamiento de productos y despachos a clientes	- Definir protocolos formales acordes a la industria. - Captura de información en línea (radiofrecuencia). - Rediseño de procesos de almacenamiento y despacho.
	Contratos y comercialización de productos	Mejorando procesos y condiciones de contratos con clientes. Definir procesos y estrategias de desarrollo de productos.

Mejorando la planificación de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simplificando protocolos de transferencias.</li> <li>- Desarrollar estrategias de programación de producción.</li> <li>- Rediseño de proceso de planificación de producción.</li> <li>- Integración con proceso de almacenamiento y despacho.</li> </ul>
--	---

### 3.4 Evaluación de Alternativas

Para la evaluación de estas posibles alternativas de solución se tiene lo siguiente:

#### a) Actualización de la información:

El objeto principal de esta alternativa es reducir el desfase en la disponibilidad de la información por medio de la contratación de mayor cantidad de colaboradores que realicen el traspaso manual al sistema ERP de la información generada durante los distintos procesos de producción, así como la simplificación de los formatos existentes para el registro de datos (planillas). Asimismo, se realizaría el ajuste de las diferencias de inventario reportadas en sistema. De esta forma, se tiene:

<b>Ventajas</b>	Permitiría corregir rápidamente el desfase de información al tener mayor cantidad de colaboradores dedicados a esta tarea.
<b>Desventajas</b>	No garantiza sostenibilidad en el tiempo dado que se tendrían que abrir nuevas contrataciones de colaboradores a medida que se genere mayor cantidad de información en los próximos años por crecimiento de la compañía y sus operaciones (nuevos desfases por retrasos en actualización de información).
<b>Costos asociados</b>	Se estima la contratación de 2 nuevos colaboradores (mínimo) dedicados exclusivamente a esta tarea. Se tiene: Salario mensual (1 digitador) = 395.000 CLP Salario anual (2 digitadores) = 9,48 MM CLP

## b) Mejora operativa de las bodegas actuales:

Esta alternativa se encuentra enfocada en la mejora de ciertos aspectos de diseño de los espacios de bodega y su rackeo para incrementar los nichos de almacenamiento, así como la implementación de mejores prácticas para su gestión acordes a la industria. Asimismo, se consideraría una limpieza física y sistémica del inventario al retirar los productos obsoletos y descontar de sistema. En base a esto, se tendría que:

---

<b>Ventajas</b>	- El rediseño de los espacios de almacenamiento y el rackeo de bodega impactaría positivamente la operatividad y aumentaría las capacidades de almacenamiento.  - La limpieza física y sistémica del inventario permitiría actualizar y depurar la información existente en sistema.
<b>Desventajas</b>	Se requiere toma de decisiones para asumir pérdidas por productos obsoletos.
<b>Costos asociados</b>	Se requiere contratar servicios externos para labores de ingeniería y construcción de racks en bodega.  Se estima que la valorización de los productos obsoletos asciende a 115.000 USD.

---

## c) Externalización de la gestión logística:

Con esta posible alternativa se persigue externalizar las actividades de almacenamiento de productos y despacho a clientes por medio de su transferencia total a servicios privados de operación logística. Se tiene que:

---

<b>Ventajas</b>	Permitiría descongestionar los espacios actuales y reorganizar la operación.
<b>Desventajas</b>	Se puede impactar negativamente la rentabilidad del negocio y el planteamiento estratégico de la organización.
<b>Costos asociados</b>	Recepción de pallets = 0,22 UF/pallet*  Despacho pallets = 0,22 UF/pallet*  Almacenamiento = 0,16 UF/m <sup>2</sup> *

---

\*Nota: estos valores fueron suministrados por el operador logístico consultado

#### d) Rediseño de algunos procesos logísticos:

En este caso se consideran soluciones de mediano plazo que pudieran representar una mejora significativa en la operación actual de la empresa por medio del rediseño de ciertos procesos asociados a su gestión logística. Particularmente, se evalúa el rediseño del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes al proponer soluciones de mayor alcance e impacto en la organización, incluyéndose la implementación de un sistema de captura de información en línea por radiofrecuencia que reduzca el desfase en el registro de transacciones. Se tiene que:

---

	- Permitiría reorganizar la operación y rediseñar las actividades asociadas al almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes.
<b>Ventajas</b>	- Se definirían estrategias de almacenamiento y se incorporarían mejores prácticas de acuerdo a los estándares de la industria.  - Permitiría mantener transacciones en línea y reducir el desfase de información.
<b>Desventajas</b>	Posibles impactos en la cultura organizacional, reasignación tareas y reubicación de colaboradores involucrados en actividades de traspaso de información a sistema ERP.
<b>Costos asociados</b>	Se requeriría inversión en compra de equipos e integración de tareas con sistema ERP actual.  Inversión estimada = 30.000 USD  Tiempo de ejecución = 3-6 meses

---

En base a las alternativas descritas, sus ventajas y desventajas, así como los principales costos asociados en cada una de ellas, su evaluación fue realizada de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 5. Es importante mencionar que los criterios de decisión obedecen a parámetros ponderados de acuerdo a lo siguiente:

**a) Impacto en el Planteamiento Estratégico de la organización:** se evalúa el impacto de la propuesta en los objetivos y metas de la organización, así como las estrategias involucradas para alcanzarlas. Su ponderación se consideró de 1 a 25.

**b) Viabilidad financiera:** este criterio se encuentra referido a la disponibilidad de dinero líquido para hacer frente a los pagos e inversiones requeridas dentro de la propuesta. Su ponderación también se consideró de 1 a 25.

**c) Viabilidad técnica:** se considera la factibilidad técnica de la propuesta para su ejecución. Igualmente, su ponderación se consideró de 1 a 25.

**d) Sostenibilidad:** se refiere a las posibilidades de que los beneficios obtenidos a través de la propuesta se mantengan o incrementen tras su finalización. Su ponderación se consideró de 1 a 25.

*Tabla 5. Análisis de alternativas en base a los criterios de decisión establecidos*

Alternativa	Criterios de Decisión				
	Impacto en Planteamiento Estratégico de la organización	Viabilidad financiera	Viabilidad técnica	Sostenibilidad	Total
Actualización de la información	15	15	19	10	59
Mejora operativa de las bodegas actuales	14	13	20	12	59
Externalización de la gestión logística	9	13	20	15	58
Rediseño de algunos procesos logísticos	20	18	21	22	81

De esta forma, según el análisis detallado en la tabla anterior, se puede notar que la propuesta seleccionada corresponde al rediseño del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes según los criterios establecidos en este trabajo. Es importante destacar que esta alternativa propone soluciones de mayor alcance e impacto en la organización, además de implementar herramientas tecnológicas que reducen el desfase en el registro de transacciones.

### 3.5 Propuesta de Solución

#### 3.5.1 Rediseño de procesos

La propuesta presentada en este trabajo plantea el rediseño del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes tomando como base metodológica la integración de las fases que conciernen a la gestión de demanda, el control de inventarios y la gestión de almacenamiento según lo mostrado en la siguiente figura:

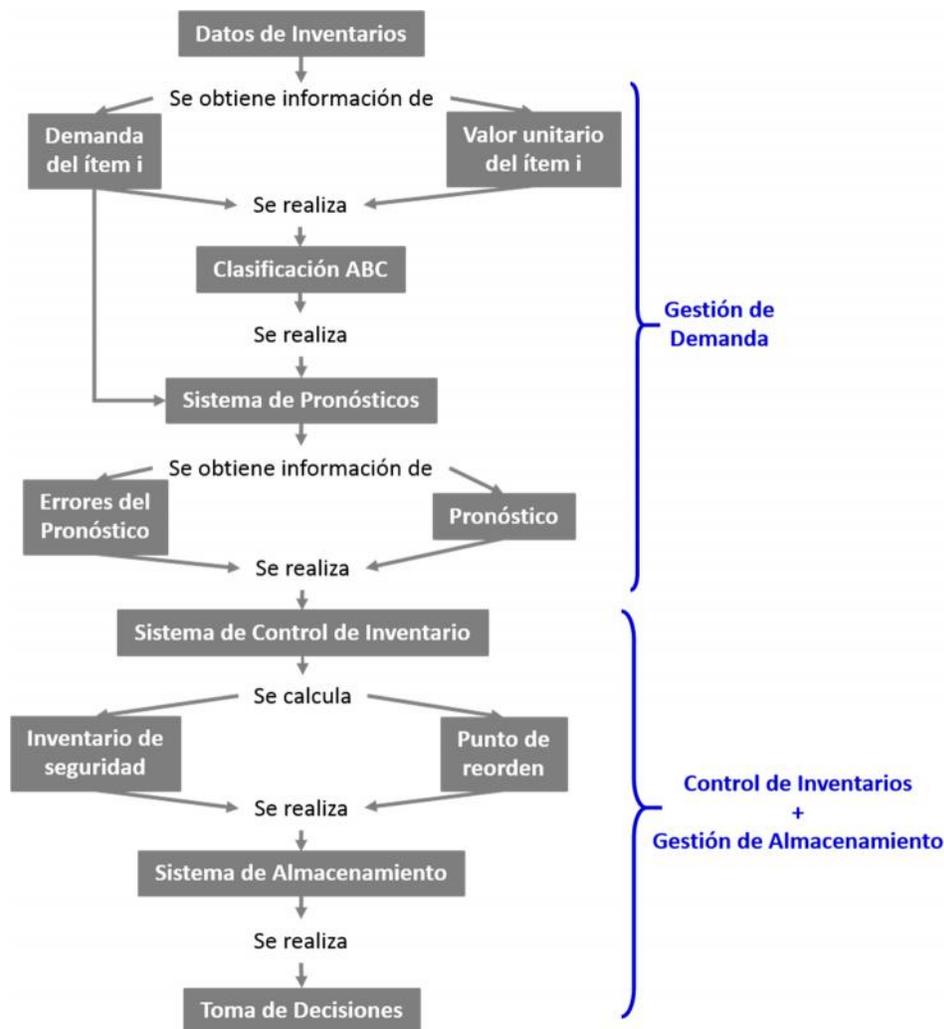


Figura 18. Propuesta metodológica para el rediseño del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes en la empresa bajo estudio

En este caso, el enfoque metodológico consiste en:

- **Gestión de demanda:** inicia con la clasificación ABC de los distintos SKU's contenidos en el set de datos disponible, para lo cual se utilizó como información de entrada los datos de inventario existente en las bodegas de almacenamiento de la compañía. Seguidamente, a partir de la clasificación obtenida, se realizó un análisis del patrón de demanda de distintos ítems y una estimación de pronósticos de demanda para ciertos artículos clasificados como "A". Posteriormente, a partir de esto, se obtuvo como resultado el pronóstico de demanda durante el periodo analizando los errores del pronóstico y el cálculo de la desviación estándar de los errores del pronóstico de acuerdo a lo reportado en la literatura especializada (Gutiérrez & Vidal, 2008; De la Rosa & Dovale, 2008; Aguirre et al., 2015; Cardona et al., 2018).
- **Control de inventarios y gestión de almacenamiento:** se propone estimar los niveles del inventario de seguridad teniendo en cuenta factores como el nivel de servicio deseado, el *lead time* (LT) o tiempo de reposición y el tiempo de revisión del inventario para cada ítem. Luego, se definió la política de control de inventarios para cada ítem teniendo en cuenta la información obtenida de la simulación del pronóstico, donde se generó como resultado el cálculo del punto de reorden y el inventario de seguridad (Gutiérrez & Vidal, 2008; De la Rosa & Dovale, 2008; Aguirre et al., 2015; Cardona et al., 2018).

Así, estos elementos servirán de base para la toma de decisiones en cuanto a las políticas de inventario a implementar, el ordenamiento de espacios en bodega, la clasificación de ítems de acuerdo a su rotación, así como la generación de estrategias de parte de los distintos *stakeholders* involucrados.

En virtud de lo anterior, en la Figura 19 se detalla el modelo BPMN del proceso TO BE que se propone implementar en este trabajo. La lógica asociada es la siguiente: este análisis recibe como entrada los datos de inventario existente en bodega de acuerdo a lo reportado en la base de datos del sistema ERP. Seguidamente se ejecuta el análisis de gestión de inventarios según lo propuesto en la Figura 18 a fin de obtener los principales parámetros requeridos para la generación de estrategias que permitan planificar el almacenamiento en bodega y los despachos a clientes. En este punto es importante considerar ciertas variables como: fecha de entrada a bodega, fecha de caducidad de los productos, número de unidades recibidas (cajas, pallets, entre otros), fecha de despacho programada, entre otras.



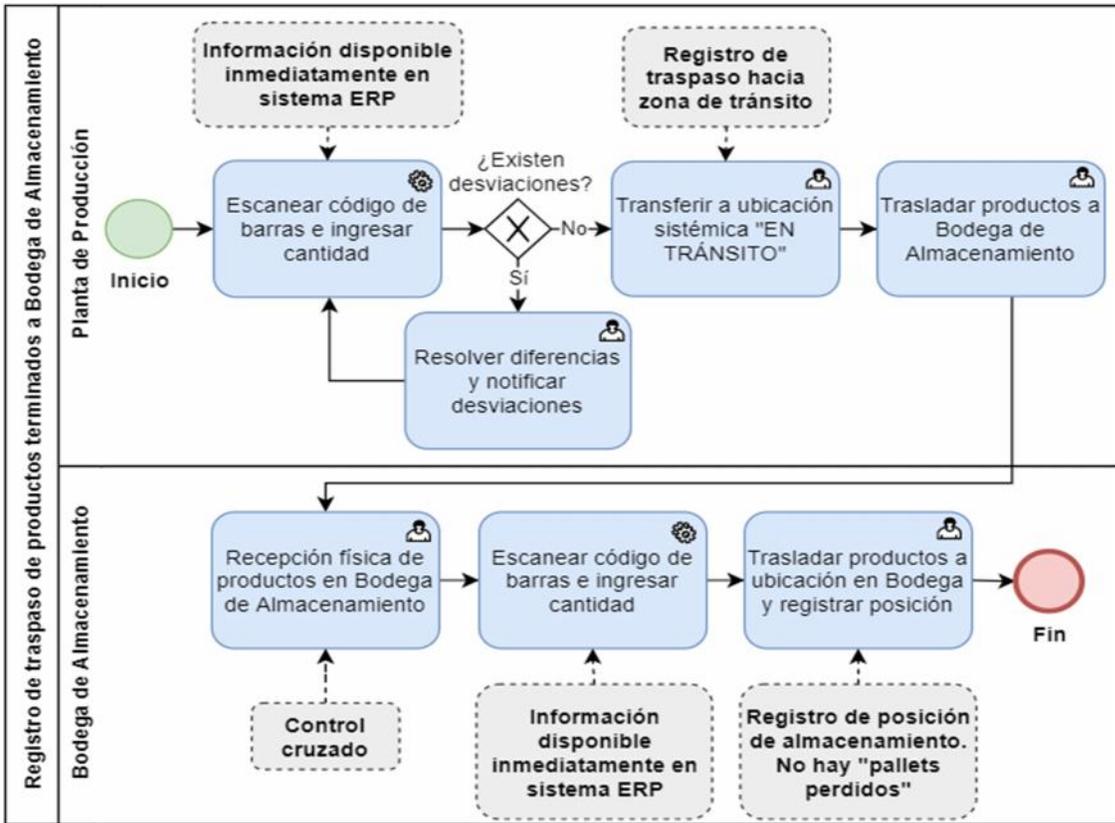


Figura 20. Propuesta de rediseño del registro de traspaso de productos terminados a la bodega de almacenamiento

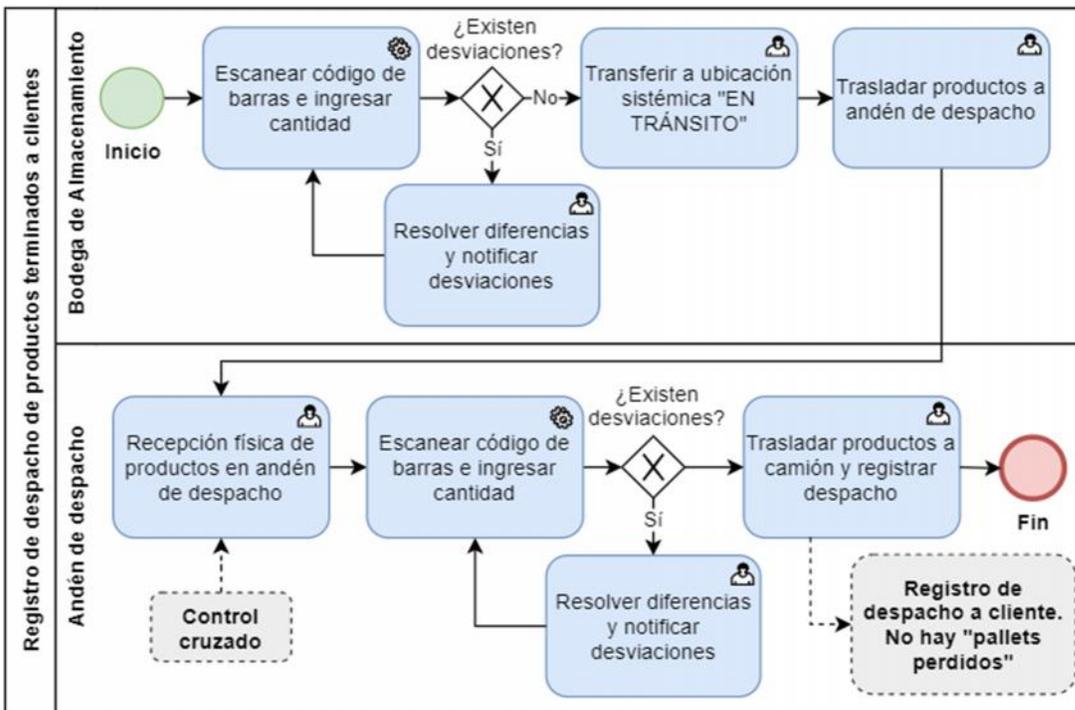


Figura 21. Propuesta de rediseño del registro de despacho de productos terminados a clientes

Es importante mencionar que a través de la implementación del sistema de captura de información en línea con terminales de radiofrecuencia (TRF) se busca mantener un registro de la transferencia de productos terminados, la gestión de inventarios en bodega y el despacho a clientes, y con ello, aumentar la confiabilidad de los inventarios de tal manera que la ubicación del inventario sistémico refleje verazmente la ubicación física real del producto en bodega y los distintos movimientos de entrada y salida asociados. En primera instancia se tiene que lo referente a los consumos de materias primas e insumos durante el ciclo de producción no serán considerados en esta propuesta y serán objeto de evaluación en futuros proyectos a diseñar por parte de la empresa.

### **3.5.2 Resultados iniciales**

Los datos fueron suministrados por la empresa de acuerdo a los registros disponibles en su sistema ERP. Es importante mencionar que la base de datos del ERP presenta una gran cantidad de errores derivados de la gestión manual en la captura de datos que se realiza durante los distintos procesos de la empresa. Tal como se ha comentado anteriormente, existe alta cantidad de tareas manuales que generan errores e inconsistencias en los datos disponibles en sus sistemas.

Entre las variables relevantes disponibles en el set de datos se pueden mencionar las siguientes:

- **Nombre cliente:** se refiere a los datos del Cliente a quien se realizó el despacho de productos.
- **Código:** es el código SKU del producto.
- **Descripción:** contiene la descripción de las principales características del producto de acuerdo al catálogo disponible.
- **Fecha producción:** corresponde a la fecha en que el producto fue elaborado en planta e ingresado a bodega.
- **Cantidad:** indica la cantidad de producto elaborado (en cajas) en planta e ingresado a bodega.
- **Fecha despacho:** corresponde a la fecha en que se despachó el producto al cliente (salida de bodega).
- **Cantidad embarcada:** indica la cantidad de producto (en cajas) que se embarcó en el contenedor de despacho para cliente.

De acuerdo a lo propuesto en este trabajo (Figura 18), se realizó una clasificación ABC del inventario disponible en bodega en función de los movimientos de despacho a clientes tomando como base los datos históricos disponibles durante el periodo Enero-Noviembre de 2018. Este análisis se realizó mediante el procesamiento de los datos en hojas de cálculo de acuerdo a lo reportado en la literatura (De la Rosa & Dovale, 2008; Cardona et al., 2018), obteniéndose la siguiente clasificación:

*Tabla 6. Resumen de clasificación ABC*

<b>Zona</b>	<b>Número de SKU</b>	<b>Porcentaje de SKU's</b>	<b>Acumulado volumen de inventario despachado</b>
A	21	45,65%	79,03%
B	14	30,43%	94,40%
C	11	23,91%	100%

De acuerdo a la información disponible en el set de datos, se analizó un total de 46 SKU's según lo mostrado en la tabla anterior. Se puede observar que 21 de ellos (46% aproximadamente) se encuentran clasificados en la zona A, mientras que 14 SKU's (30% aproximadamente) se asignan a la zona B, y el resto (24% aproximadamente) a la zona C. De esta forma, se tiene que los ítems clasificados como "A" acumulan un porcentaje cercano al 80% del total del volumen de productos despachados durante el periodo, lo cual evidencia su alta rotación y el fuerte impacto dentro del almacenamiento en bodega y despacho a clientes. Asimismo, los ítems clasificados como "B" representan un aproximado de 15% del volumen de productos despachados, mientras que los ítems clasificados como "C" representan el restante 5% del total.

En el análisis anterior es importante mencionar que los ítems clasificados como "C" presentan una rotación muy lenta debido a que su volumen de despacho durante el periodo analizado es bajo. De acuerdo a lo analizado, se observó que los despachos ocurrieron en periodos particulares como consecuencia de pedidos puntuales de parte de los clientes en ciertos periodos del año.

Luego de realizar la clasificación mostrada, se recopiló información de demanda (despachos) para 5 SKU's que acumulan el 50% de total de productos despachados durante el periodo de estudio (Enero-Noviembre 2018) y se realizó un sistema de pronósticos ajustado al modelo de Winters por medio del procesamiento de los datos en hojas de cálculo según lo reportado en la literatura especializada (Gutiérrez & Vidal, 2008; De la Rosa & Dovale, 2008; Aguirre et al., 2015; Cardona et al., 2018).

Una vez determinado el modelo de simulación de pronósticos para los ítems seleccionados, se desarrolló la política de control de inventarios correspondiente al determinar el inventario de seguridad y el punto de reorden (s y R, respectivamente). Es importante mencionar que el nivel de servicio para todos los ítems se estableció en 90% (factor  $Z=1,28$ ) según lo recomendado para industrias del mismo rubro (Cardona et al., 2018), mientras que el tiempo de reposición (*lead time*, LT) se tomó como el valor promedio para cada SKU seleccionado tomando como base el análisis mostrado en la Figura 17. De esta forma, el desarrollo de la política de inventario permitió definir los niveles de inventario de seguridad (s) requeridos para los distintos SKU's en estudio y su respectivo punto de reorden (R) a partir del cual es necesario generar un nuevo pedido. En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos:

*Tabla 7. Resultados obtenidos en la definición de parámetros para las políticas de inventario en los ítems seleccionados*

	SKU41	SKU45	SKU40	SKU14	SKU9
<b>Pronóstico de demanda, D (cajas/mes)</b>	6.192	4.788	3.942	1.124	1.183
<b>Desviación estándar errores de pronóstico, † (cajas)</b>	2.877	1.836	2.115	686	453
<b>Tiempo de reposición, LT (días)</b>	18	29	30	43	51
<b>Inventario de seguridad, s (cajas)</b>	2.853	2.311	2.708	1.051	756
<b>Punto de reorden, R (cajas)</b>	6.568	6.940	6.650	2.662	2.767

En base a los resultados presentados, se observa que la utilización de un adecuado sistema de pronósticos garantiza una mejor calidad en el cálculo de los errores del pronóstico sobre los que se estima la variabilidad de la demanda y que sirven para la definición de los parámetros que componen la política de control de inventarios y que buscan brindar un adecuado nivel de servicio, balanceando los inventarios y minimizando los faltantes de los ítems más importantes y el exceso en los otros ítems. En función de lo anterior, se propone que las políticas de inventario deben ser complementadas con lo siguiente:

#### **Ítems Clase “A”:**

- ✓ Ejercer un control administrativo y seguimiento estricto de cada uno de los SKU mediante reportes mensuales a la Gerencia de Finanzas acerca del

comportamiento de cada uno de ellos, esto es: inventario disponible en bodega, volumen de despacho, entre otros.

- ✓ Revisión diaria de sus niveles de existencia de parte del Jefe de Bodega.
- ✓ Manejar una documentación detallada y actualizada de los movimientos de entrada, salidas, devoluciones, mermas y obsolescencia.
- ✓ Estimar el nivel de despacho mensual de cada uno de los ítems a través de pronósticos y herramientas estadísticas.

#### **Ítems Clase “B”:**

- ✓ Se propone ejercer controles administrativos normales para esta clase de ítem por medio de revisiones trimestrales de parte del Jefe de Bodega.
- ✓ Mantener actualizado el nivel de existencia en bodega de cada uno de estos SKU y sus movimientos.

#### **Ítems Clase “C”:**

- ✓ Realizar control visual de existencias.
- ✓ Realizar inventarios físicos cada semestre.

### **3.6 Plan de Implementación y Acción**

De acuerdo a lo mostrado en las secciones previas, a continuación se describe lo siguiente:

#### ***3.6.1 Propósito de la solución***

El proyecto propuesto en este trabajo pretende lograr la construcción de un sistema en ambiente web que proporcione información de las estimaciones de análisis de demanda y gestión de inventarios con el fin de apoyar la toma de decisiones dentro del rediseño del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes.

### 3.6.2 Supuestos y restricciones

Es importante mencionar que a través de la implementación del sistema de captura de información en línea con terminales de radiofrecuencia (TRF) se busca mantener la transferencia de productos terminados y la gestión de inventarios en bodega, y con ello, aumentar la confiabilidad de los inventarios de tal manera que la ubicación del inventario sistémico refleje verazmente la ubicación física real del producto en bodega y los distintos movimientos de entrada y salida asociados. En primera instancia, se tiene que lo referente a los consumos de materias primas e insumos durante el ciclo de producción no serán considerados en esta propuesta y serán objeto de evaluación en futuros proyectos a diseñar por parte de la empresa.

### 3.6.3 Riesgos involucrados

En la Tabla 8 se listan los principales riesgos identificados y la estrategia de mitigación propuesta:

*Tabla 8. Principales riesgos identificados y estrategia de mitigación propuesta*

<b>Riesgo</b>	<b>Impacto</b>	<b>NPR</b>	<b>Estrategia de Mitigación</b>
Calidad de datos en sistema/errores humanos en digitación.	Generación de modelo desajustado y erróneo.	448	Validación de viabilidad del modelo a escala piloto.
Generación de resistencia al cambio por parte de colaboradores debido a reasignación de actividades.	Descontento laboral y efectos negativos en el clima organizacional.	424	Capacitación permanente y toma de conciencia.
Cultura organizacional confiada en la experiencia previa y sin prestar atención a la información generada a través del análisis.	Toma de decisiones erróneas sin medir las consecuencias a futuro.	245	Capacitación permanente y toma de conciencia.

Impacto negativo en la gestión logística de la compañía.	Se prioriza el cumplimiento de demanda en función de la capacidad y se descuidan otros aspectos de la gestión.	196	Monitoreo permanente y calibración.
Integración de módulos con plataforma actual de operación.	Generación de retrasos en implementación de la solución	174	Realizar un análisis de tecnologías habilitantes en forma previa.

De acuerdo a lo mostrado en la tabla anterior, es importante tener en cuenta que se considera la calidad de los datos como primer elemento de riesgo debido a la gran cantidad de errores derivados de la gestión manual en la captura de datos que se realiza durante los distintos procesos de la empresa. Tal como se ha mencionado en las secciones previas, existe alta cantidad de tareas manuales que generan errores e inconsistencias en los datos disponibles en sus sistemas y ERP que han generado enormes diferencias de inventario y que pudieran afectar gravemente el alcance de este trabajo.

#### **3.6.4 Descripción de la solución a implementar**

Se propone que la herramienta web a desarrollar permita visualizar la siguiente información:

- Debe existir un módulo de parámetros y configuración que permita de forma simple hacer ajustes en los modelos y sus parámetros, así como ajustes generales y permisos del sistema.
- Se debe desarrollar un módulo que contenga información de producción y su gestión.
- Se debe desarrollar un módulo que contenga toda la información de despachos programados y su gestión. Debe incluir también el Plan de Despachos en función del cliente y la fecha de despacho.
- Se debe disponer de un módulo de informes que permita visualizar estadísticas con los resultados del análisis. Este debe reflejar información dependiendo del tipo de usuario que lo revise.

De igual manera, el alcance del proyecto debe considerar la integración con el sistema ERP que actualmente emplea la empresa en sus operaciones, el cual controla todo el ciclo de producción y despacho, así como la gestión de inventarios. Esta integración comprende el traspaso de información en línea sobre el inventario existente y el traspaso de las confirmaciones de ventas por cliente.

### **3.6.5 Principales tareas a desarrollar**

Se plantean las siguientes:

- **Adquisición de materiales y hardware:** se realizará la compra de terminales de radiofrecuencia (TRF) de acuerdo a la oferta existente en el mercado. Asimismo, se considerará la adquisición de otros materiales que determine el área de Informática para la instalación de redes y conectividad en bodega.
- **Desarrollo informático:** está relacionado con el diseño de los módulos descritos previamente en base a los requerimientos establecidos en esta propuesta, así como su integración con la aplicación web existente actualmente en la empresa y con el sistema ERP en uso.
- **Pruebas de sistema:** se considera la realización de pruebas en un entorno operativo similar al de la puesta en marcha. Se apunta a obtener satisfacción final respecto a las adaptaciones realizadas y las decisiones tomadas a nivel de prototipo.
- **Puesta en marcha y seguimiento:** esto incluye la capacitación de los usuarios de la herramienta, la conversión de datos y el seguimiento inicial.
- **Evaluación de resultados.**

### **3.6.6 Roadmap propuesto**

La puesta en marcha se realizará de acuerdo a lo siguiente:



*Figura 22. Detalle de los hitos del Proyecto*

En función de lo anterior, se estima una duración de 4 meses de acuerdo a lo siguiente:

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16
Definición del Plan de Proyecto	■															
Descripción detallada de la operativa		■														
Realización de reuniones con otros Departamentos		■														
Presupuesto y aprobación del proyecto			■													
Compra de materiales y hardware				■	■											
Desarrollo informático				■	■	■	■									
Nuevo hardware y habilitación de infraestructura de red							■	■	■							
Pruebas de sistema y formación de Operarios										■	■					
Evaluación de resultados												■	■	■		
Elaboración de Documento Final															■	
Presentación de Resultados a stakeholders																■

### 3.6.7 Beneficios/costos involucrados

Los beneficios esperados a partir de la implementación de esta propuesta se listan a continuación:

<b>Objetivo</b>	Eliminar ingreso manual de información.
<b>Beneficio</b>	Eliminar costos de contratación de personal dedicado a digitación.
<b>Meta</b>	Eliminar digitación (ahorro estimado: 130.000 USD/año).
<b>Objetivo</b>	Mantener información actualizada.
<b>Beneficio</b>	Reducir las diferencias de inventarios.
<b>Meta</b>	Que las diferencias de inventario se ubiquen en torno a 0,5% del inventario valorizado.
<b>Objetivo</b>	Mejorar gestión de productos terminados para despacho.
<b>Beneficio</b>	Reducir los productos clasificados como desperdicios.
<b>Meta</b>	Que los productos vencidos se ubiquen en torno a 0,5% del inventario valorizado.

Por otro lado, se estima que el proyecto tendrá un periodo de 4 meses para su implementación de acuerdo a los detalles de inversión mostrados en la Tabla 9. Para mayor información, en la sección de Anexos se presentan detalladamente los distintos aspectos relacionados con la evaluación económica desarrollada tanto para la Situación Actual Optimizada como para la Situación con Proyecto.

Tabla 9. Detalle de inversión a realizar para la implementación de proyecto

<b>Compra de <i>hardware</i></b>	4.500 USD
<b>Dispositivos TRF (precio/unidad)</b>	1.300 USD
<b>Cantidad de TRF a adquirir</b>	15
<b>Total adquisición dispositivos TRF</b>	19.500 USD
<b>Habilitación de plataforma de información en línea</b>	7.353 USD
<b>Soporte y mantención anual</b>	3.500 USD
<b>Años de depreciación</b>	6
<b>Depreciación anual de <i>hardware</i> (lineal)</b>	750 USD
<b>Depreciación anual de dispositivos TRF</b>	3.250 USD

### 3.6.8 Requerimientos funcionales y no funcionales

La idea presentada en esta propuesta es que los datos sean cargados al sistema y estos sirvan de entrada para ejecutar el análisis, el cual incorporará datos históricos para determinar la clasificación de inventarios y el pronóstico de demanda. La estimación pasaría a ser evaluada por el área técnica, y en caso de presentar errores, deberá permitir la opción de ajustar parámetros y volver a ejecutar el análisis. En caso contrario, se aceptaría la estimación para actualizar el sistema hacia los siguientes flujos relacionados y también dar aviso a las distintas áreas de la empresa del resultado de su estimación.

En cuanto a los requerimientos funcionales del sistema, el módulo debería contar con 4 secciones necesarias de acuerdo a lo siguiente:

- **Gestión de demanda:** contendrá la lógica para la ejecución de la clasificación ABC de los inventarios y el sistema de pronósticos.
- **Control de inventarios y gestión de almacenamiento:** se encargará de la estimación de los parámetros requeridos para la implementación de una estrategia del tipo FEFO (*First Expired – First Out*) tomando en cuenta el tipo de producto, su rotación (Políticas de Inventario), entre otros parámetros.
- **Ajuste de modelos:** la cual debe permitir configurar o cambiar los modelos de acuerdo a la necesidad de la empresa según el desempeño que presenten en el tiempo (medidos por el error de estimación).
- **Sección de reportes:** esta sección es la que permite visualizar la información de acuerdo a los requerimientos, creando informes descargables e imprimibles.

Por último, en lo que se refiere a los requerimientos no funcionales, se consideran los siguientes:

- Los permisos de acceso al sistema podrán ser cambiados solamente por el administrador de acceso a datos.
- Todas las transacciones registradas deben respaldarse cada 24 horas. Los respaldos deben ser almacenados en los servidores de la compañía.
- Si se identifican ataques de seguridad o brecha del sistema, el mismo no continuará operando hasta ser desbloqueado por un administrador de seguridad.
- La solución a implementar debe contar con un Manual de Usuario estructurado adecuadamente. Este documento se elaborará en cuanto la solución pase a producción.
- La herramienta web debe poseer un diseño del tipo “*Responsive*” a fin de garantizar la adecuada visualización en múltiples dispositivos electrónicos.

### **3.6.9 Hardware, software, instalaciones y materiales propuestos**

Además de la compra de hardware para el control por radiofrecuencia de las ubicaciones de acuerdo a lo presentado en la Tabla 9, se plantea la compra del *hardware* necesario para cambiar la operativa de almacenamiento y despacho de productos terminados en bodega. Por este motivo, se incluye en el presupuesto la adquisición de una impresora industrial para la impresión de etiquetas con códigos de barras. Asimismo, se debe considerar lo relacionado con la instalación de cableado y red inalámbrica según lo que estime el Departamento de Informática de la empresa.

### **3.6.10 Personal involucrado en la solución**

El personal involucrado estará compuesto por talento perteneciente a la empresa conformado por un Desarrollador adscrito al Departamento de Informática, el Jefe de Bodegas como apoyo técnico y un Jefe de Proyecto encargado de gestionar las distintas actividades asociadas a la ejecución del proyecto.

### 3.6.11 Plan de cambio

De acuerdo a las metodologías y recomendaciones desarrolladas en la literatura especializada (Holguín et al., 2016; Holguín 2019), se propone lo siguiente (Figura 23):

- Validación y reajuste de “Lo que se cambia vs Lo que se conserva”. En este punto es necesario identificar y comunicar qué aspectos serán cambiados y qué elementos serán conservados a fin generar confianza y claridad dentro de los colaboradores que laboran en la empresa, y de esta forma, evitar resistencias innecesarias. Adicionalmente, es importante tener claro que se debe proteger y conservar la identidad y las ventajas competitivas de la organización.
- Capacitación de los Agentes de Cambio y Movilizadores.
- Realización de Entrevistas + *Focus Group* a actores relevantes que permitan la evaluación de estados de ánimo dentro de los colaboradores de la empresa.
- Configuración de relatos y narrativas que busquen estimular la participación del personal y generar un sentido de épica con la propuesta.
- Celebración de cumplimiento de hitos.
- Gestión de Estrategia Comunicacional y manejo de estados de ánimo.
- Evaluación y cierre del proyecto. Este elemento considera declarar límites a la ejecución del proyecto, así como mantener una evaluación periódica del plan de cambio con el fin de buscar la mejora continua y el éxito del proyecto. Asimismo, se debe tener un hito de cierre con su correspondiente rito con el fin de reconocer a las personas y sus aportes, lo cual permitirá reforzar la confianza dentro de los colaboradores.



Figura 23. Elementos principales a considerar dentro del Plan de Cambio a implementar durante la ejecución del proyecto

## **CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

La integración entre el sistema de pronósticos y la gestión de inventarios puede convertirse en un enfoque efectivo para el rediseño del proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes dentro de la empresa bajo estudio al permitir una reducción importante en los costos operativos y financieros asociados a la gestión de sus inventarios y espacios de almacenamiento.

La clasificación ABC por su parte permitió concentrar los esfuerzos en la gestión de inventarios al facilitar la alineación entre la complejidad de las herramientas empleadas para la gestión de la demanda y el inventario con la relevancia que tienen los ítems en las variables de control de la compañía, tales como el volumen de despachos y su porcentaje de rotación. En tal sentido, permitió identificar un grupo de SKU's que pertenecen al grupo "A" de la clasificación ABC y la importancia de establecer sistemas de pronósticos y políticas de control de inventario más especializado por su importante participación en el proceso.

De igual manera, es importante resaltar que la utilización de un adecuado sistema de pronósticos garantiza una mejor calidad en el cálculo de los errores del pronóstico sobre los que se estima la variabilidad de la demanda y que sirven para la definición de los parámetros que componen la política de control de inventarios y que buscan brindar un adecuado nivel de servicio, balanceando los inventarios y minimizando los faltantes de los ítems más importantes y el exceso en los otros ítems.

En tal sentido, la propuesta metodológica presentada en este trabajo permite definir una estrategia que facilita el proceso de toma de decisiones en el control de inventarios dado que permite integrar ambos enfoques y apoyar el proceso de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes.

Como investigación futura se propone desarrollar una estrategia similar de tal modo que se pueda implementar en otros procesos conexos de la compañía, tales como el almacenamiento de materias primas y el manejo de materiales e insumos.

Un elemento clave a considerar en el diseño es entender que el establecimiento de procesos, instancias y mejores prácticas debe permitir disminuir sustancialmente los tiempos de ejecución, sin sacrificar calidad ni seguridad en los procesos productivos o la

información generada. Asimismo, la propuesta a desarrollar debe ser flexible en el sentido de la captación oportuna de nuevos requerimientos del negocio y su efectiva respuesta.

Por último, el éxito del proyecto estará dado en alcanzar la integralidad y alineación de la información relacionados con los distintos procesos operacionales que conlleven a garantizar la consistencia e integración de los procesos medulares a lo largo de la cadena de valor de la compañía. El éxito de esta Propuesta permitirá a la compañía generar acciones estratégicas dirigidas hacia el cumplimiento de su Promesa de Valor, potenciar el crecimiento y rentabilidad del negocio, así como consolidar su posicionamiento en la industria.

## CAPÍTULO 5: BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, S.; Ardila, W.; Figueroa, L. & Romero, D. (2015). Parametrization and evaluation of Inventory Policy (s, Q) in Hospitals: A case of study in Barranquilla. *Prospect*, Vol. 13, N° 1, 99-105.

Barros, O. (2011). *Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI, Versión 4.0*. Chile: Universidad de Chile.

Bhatnagar, R.; Chandra, P. & Goyal, S. K (1993). Models for multi-plant coordination. *European Journal of Operations Research*, Vol. 67, pp. 141-160.

Cardona, J. L.; Orejuela, J. & Rojas, C (Julio-Diciembre 2018). Gestión de inventario y almacenamiento de materias primas en el sector de alimentos concentrados. *Revista EIA, Año XV, Volumen 15, Edición N° 30*, pp. 195-208.

De la Rosa M., A. & Dovale C., P. (2008). *Optimización de los Procesos de Almacenamiento: Diseño de un Sistema de Gestión y Control de Inventarios para la Empresa ECA Ltda*. Universidad de Cartagena, Colombia.

Gallego, G. & Toktay, L. B. (2003). All-or-Nothing Ordering Under a Capacity Constraint and Forecast of Stationary Demand. Research. Disponible en: <http://faculty.insead.edu/toktay/Articles/fcostnewcut.pdf>

Gallego, G.; Muriel, A. & Yildiz, T. (2007). Optimal Policies with Convertible Lead Times. *European Journal of Operational Research*, Vol. 176, pp. 892-910.

Gamberini, R.; Grassi, A.; Mora, C.; Rimini B. (2008). An innovative approach for optimizing warehouse capacity utilization. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 11, pp. 137-165.

Graves, S.; Gutiérrez, C.; Pulwer, M.; Sidhu, H. & Weihs, G. (1998). Optimizing Monsanto's Supply Chain under Uncertain Demand. Research Paper. MIT. Cambridge, 1998. Disponible en: <http://web.mit.edu/graves/www/papers/monsanto.pdf>.

Gudum, K. & Kok, T. (2002). A safety stock adjustment procedure to enable target service levels in simulation of generic inventory systems. Research Paper. Disponible en: <http://ir.lib.cbs.dk/download/ISBN/x656149131.pdf>.

Gutiérrez, V. & Vidal, C. Modelos de Gestión de Inventarios en Cadenas de Abastecimiento: Revisión de la Literatura (Marzo 2008). *Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, Número 43*, pp. 134-149.

Hax, A. & Meal, H. (1973). Hierarchical Integration of Production Planning and Scheduling. *Studies in Management Sciences*.

Holguín, E.; Crawford, B. & Soto, R. (2016). Gestión del Cambio para Proyectos Tecnológicos: Usando un Modelo Integral de Gestión del Cambio. *Actas de la 11ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información, España*.

Holguín, E. (2011). CHES: Modelo Integral de Liderazgo y Gestión del Cambio. Chile: Universidad de Chile.

Ishikawa, K. What is total quality control? The Japanese way. ISBN 958-04-7040-5, 1985.

Kapuscinski, R; Zhang, R. Q.; Carbonneau, P.; Moore, R. & Reeves, B. (2004). Inventory Decisions in Dell's Supply Chain. *Interfaces, Vol. 34*, pp. 191-205.

Kumar, J. D.; Kar, S. & Maiti, M. (2005). An interactive method for inventory control with fuzzy lead-time and dynamic demand. *European Journal of Operational Research, Vol. 167*, pp. 381- 397.

Mathlouthi, W.; Saoud, N. B. & Sboui, S (2015). Agent-based modeling and simulation of pooled warehouse intelligent management. *47th Summer Computer Simulation Conference. Vol. 47*, pp. 335-342.

Pundoor, G (2002). *Supply Chain Simulation Models for Evaluating the Impact of Rescheduling Frequencies* (Master Thesis). Institute for Systems Research, University of Maryland, United States.

Roncero, B.; Leiva, J. I.; Burgos, E. C. & Pardo, L. C. (2008). *Información Tecnológica-Vol. 19, N°5*, p.p. 3-10.

Rooderbergen, K. J. & Iris, F. A. (2006). A model for warehouse layout. *IIE Transactions*, 38, pp. 799-811.

Rooderbergen, K. J.; Sharp, G. P. & Iris, F. A. (2008). Designing the layout structure of manual order picking areas in warehouses. *IIE Transactions*, 40, pp. 1032-1045.

Ross, A.; Khajehnezhad, M.; Otieno, W. & Aydas, O. (2017). Integrated location-inventory modelling under forward and reverse product flows in the used merchandise retail sector: A multi-echelon formulation. *European Journal of Operational Research*, Vol. 259, pp. 664-676.

Sarmiento, A. M. & Nagi, R. (1999). A review of integrated analysis of production-distribution systems. *IIE Transactions*, Vol. 31, pp. 1061-1074.

Shervais, S. (2000). *Adaptive critic design of control policies for multi-echelon inventory systems* (Doctoral Thesis). Portland State University, United States.

Snyder, R.; Koehler, A. B.; Hyndman, R. J. & Ord, J. K. (2004). Exponential smoothing models: Means and variances for lead-time demand. *European Journal of Operational Research*, Vol. 158, pp. 444-455.

Snyder, R. (2002). Forecasting sales of slow and fast moving inventories. *European Journal of Operational Research*. Vol. 140, pp. 684-699.

Soman, C. A.; Pieter van Donk, D. & Gaalman, G. (2004). Combined make-to-order make-to-stock in a food production system. *International Journal of Production Economics*, Vol. 90, pp. 223-235.

Song, J. & Yao, D.D. (2002). Performance Analysis and Optimization of Assemble-To-Order Systems with Random Lead Times. *Operations Research*, Vol. 50, N° 5, pp. 889-903.

Song, Y. y& Chuin Lau, H. (2004). A periodic review inventory model with application to continuous review obsolescence problem. *European Journal of Operational Research.*, Vol. 159, pp. 110-120.

Srivathsan, S. & Kamath, M. (2017). Performance modeling of a two-echelon supply chain under different levels of upstream inventory information sharing. *Computers and Operations Research*, 77, p.p. 210-225.

Strack, G. & Pochet, Y. (2010). An-integrated model for warehouse and inventory planning. *European Journal of Operational Research*, Vol. 204, pp. 35-50.

Van den Berg, J. P. & Zijm, W. H. M. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *International journal of production economics*, 59(1-3), p.p. 519-528.

Vidal, C. J. & Goetschalckx, M. (2000). Modeling the Impact of Uncertainties on Global Logistics Systems. *Journal of Business Logistics*, Vol. 21, pp. 95-120.

Vidal, C. J. (2010). Fundamentos de control y gestión de inventarios. Colombia: Universidad del Valle.

## CAPÍTULO 6: ANEXOS

### 6.1 Evaluación Económica del Proyecto

#### 6.1.1 Cálculo de tasa de descuento

La tasa de descuento fue calculada por medio del modelo CAPM sin apalancamiento de acuerdo a la siguiente expresión:

$$CAPM = R_f + Beta(R_m - R_f) + R_p$$

Los distintos parámetros fueron tomados de la literatura abierta de acuerdo a lo siguiente:

Tabla A-1. Parámetros empleados para el cálculo del factor CAPM

<b>Beta</b>	0,81
<b>Tasa libre de riesgo (R<sub>f</sub>)</b>	4,83%
<b>Rendimiento de mercado (R<sub>m</sub>)</b>	9,03%
<b>Tasa Riesgo País (R<sub>p</sub>)</b>	1,29%

En tal sentido, para cada término, las estimaciones se realizaron como sigue:

- **Beta:** se consideró al sector alimentos con beta desapalancado\*.

\* Fuente: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/Ne ... Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/Ne...Betas.html)

- **Tasa libre de riesgo (R<sub>f</sub>):** fue estimado como rendimiento anual de los Bonos del Tesoro (Estados Unidos) a 5 años tomando el promedio de últimos 10 años.
- **Rendimiento de mercado (R<sub>m</sub>):** se tomó promedio simple de la variación del indicador DOW JONES a 5 años.
- **Tasa Riesgo País (R<sub>p</sub>):** corresponde a la República de Chile en base a información publicada por agencias calificadoras de riesgo.

De esta forma, la tasa de descuento calculada fue de 9,52%. En consecuencia, para efectos de la evaluación económica presentada en este trabajo, se tomó un valor de 10% como tasa de descuento exigida por el agente inversionista. Finalmente, es importante agregar que se estableció un periodo de 3 años como horizonte de evaluación y una tasa de impuestos de 27%.

### **6.1.2 Situación Actual Optimizada**

De acuerdo a lo mencionado en las secciones previas, es importante destacar los siguientes datos relacionados con la operación actual de la empresa:

- Se tienen 9 digitadores (3 personas/turno) que se encargan de traspasar diariamente la información generada. Su costo actual asciende a 130.000 USD/año. Es conveniente señalar que la función de los digitadores es cargar manualmente la información que se genera diariamente durante la operación completa de la planta (producción, bodegas, materia prima, insumos, traspasos, despachos, entre otros) en el sistema ERP. Esta información es capturada a través de planillas pre-elaboradas que se llenan manualmente y que luego son traspasadas al sistema ERP (digitación) a fin de mantener la información en línea. Claramente, dadas las características de esta labor, es fuente permanente de errores y desfases que originan graves quiebres en la operación.
- Las diferencias de inventario ascienden a 350.000 USD. Se debe indicar que existe una diferencia de inventario cuando la información contable sobre la cantidad y valor de las existencias difiere en la cantidad entre lo indicado por sistema y lo real. En el caso de la empresa bajo estudio, estas diferencias se deben principalmente a los errores y desfases de información, congestión de las instalaciones, utilización de equipos inadecuados, entre otras.

Como dato adicional, en las Tablas A-2 y A-3 se muestra la proyección de ventas estimadas para la "Línea *Baby Food*" (horizonte a 3 años), así como los ingresos por ventas totales (también en un horizonte a 3 años), según la información aportada por el área Comercial de la compañía. Bajo este contexto, la Situación Actual Optimizada está centrada en mantener la digitación (proceso manual) y contratar más digitadores en función del aumento de producción anual en los próximos 3 años que permita reducir el desfase de información. Los costos anuales estimados vienen dados de acuerdo a lo detallado en la Tabla A-4.

*Tabla A-2. Proyección de ventas estimadas para la “Línea Baby Food”*

<b>Año</b>	<b>Venta estimada (unidades)</b>	<b>Crecimiento proyectado</b>
0	33.000.000	N/A
1	40.700.000	23%
2	51.600.000	56%
3	61.600.000	87%

*Tabla A-3. Proyección de ingresos por ventas estimadas para la “Línea Baby Food”*

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Precio de venta (USD/unidad)</b>	0,3676	0,3676	0,3676	0,3676
<b>Cantidad a vender (unidades)</b>	33.000.000	40.700.000	51.600.000	61.600.000
<b>Total ventas anuales (USD)</b>	12.132.353	14.963.235	18.970.588	22.647.059
<b>Aumento de ventas (USD)</b>	-	2.830.882	4.007.353	3.676.471

*Tabla A-4. Proyección de costos estimados para la implementación de la propuesta planteada en la Situación Actual Optimizada*

	<b>Costo (USD)</b>
<b>Año 0</b>	130.000
<b>Año 1</b>	159.900
<b>Año 2</b>	202.800
<b>Año 3</b>	243.100

Por consiguiente, los beneficios esperados a partir de la Situación Actual Optimizada se listan a continuación:

<b>Objetivo</b>	Mantener la información actualizada.
<b>Beneficio</b>	Se reducen las diferencias de inventarios.
<b>Meta</b>	Reducir 5% anual la diferencia de inventarios.
<b>Objetivo</b>	Mejorar la gestión de inventarios de productos terminados durante los procesos de almacenamiento y despacho.
<b>Beneficio</b>	Se reducen los productos clasificados como desperdicios (esto es: producción a dar de baja + productos vencidos + productos discontinuados + productos fermentados).
<b>Meta</b>	Reducir 5% anual las pérdidas por productos clasificados como desperdicios.

La principal desventaja de la Situación Actual Optimizada radica en que no se contemplaría la inversión en tecnología dado que se mantendría el proceso manual. De esta forma, en la siguiente tabla se resume el flujo de caja proyectado para la Situación Actual Optimizada:

*Tabla A-5. Flujo de caja proyectado para la Situación Actual Optimizada*

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Ingresos (USD)</b>	0	27.500	26.125	24.819
<b>Costos Digitación (USD)</b>	0	-29.900	-72.800	-113.100
<b>Utilidad antes de impuestos (USD)</b>	0	-2.400	-46.675	-88.281
<b>Impuesto (USD)</b>	0	648	12.602	23.836
<b>Utilidad después de impuestos (USD)</b>	0	-1.752	-34.073	-64.445
<b>Flujo Caja Operacional (USD)</b>	0	-1.752	-34.073	-64.445
<b>Flujo Caja Capitales (USD)</b>	0	0	0	0
<b>Flujo Caja Privado (USD)</b>	0	-1.752	-34.073	-64.445
<b>VAN (tasa descuento=10%)</b>			-78.171	

De acuerdo al análisis presentado, tal como se evidencia en la tabla anterior, el escenario proyectado para la Situación Actual Optimizada no arroja beneficios y se obtiene VAN < 0.

### 6.1.3 Situación con Proyecto

En función de lo presentado anteriormente, el Proyecto descrito en este trabajo tiene como foco lo siguiente:

- Se rediseña el proceso de planificación de almacenamiento de productos terminados y despacho a clientes.
- Generar Políticas de Inventario y modelos a través de una lógica de negocios apoyada en tecnología (sistema de captura de información).

Los beneficios esperados a partir de la Situación con Proyecto se listan a continuación:

---

<b>Objetivo</b>	Eliminar ingreso manual de información.
<b>Beneficio</b>	Eliminar costos de contratación de personal dedicado a digitación.
<b>Meta</b>	Eliminar digitación (ahorro estimado: 130.000 USD/año).

---

<b>Objetivo</b>	Mantener información actualizada.
<b>Beneficio</b>	Reducir las diferencias de inventarios.
<b>Meta</b>	Que las diferencias de inventario se ubiquen en torno a 0,5% del inventario valorizado.

---

<b>Objetivo</b>	Mejorar gestión de productos terminados para despacho.
<b>Beneficio</b>	Reducir los productos clasificados como desperdicios.
<b>Meta</b>	Que los productos vencidos se ubiquen en torno a 0,5% del inventario valorizado.

---

Por otro lado, se estima que el proyecto tendrá un periodo de 3 a 6 meses para su implementación de acuerdo a los detalles de inversión mostrados en la Tabla A-6. Es importante mencionar que no se contempla la inversión en talento humano dado que se trata de personal perteneciente a la empresa (1 Desarrollador + 1 Jefe de Proyecto), quienes estarán a cargo de desarrollar e implementar la propuesta.

Finalmente, es conveniente señalar que se decidió realizar la estimación en base a Proyecto Puro (sin considerar préstamo) en virtud de que esta propuesta se enmarca en un proyecto mayor que actualmente se encuentra bajo ejecución por parte de la empresa dentro de su estrategia actual de expansión y actualización. Así, en la Tabla A-7 se resume el flujo de caja proyectado.

Tabla A-6. Detalle de inversión a realizar para la implementación de proyecto

<b>Compra de <i>hardware</i></b>	4.500 USD
<b>Dispositivos TRF (precio/unidad)</b>	1.300 USD
<b>Cantidad de TRF a adquirir</b>	15
<b>Total adquisición dispositivos TRF</b>	19.500 USD
<b>Habilitación de plataforma de información en línea</b>	7.353 USD
<b>Soporte y mantención anual</b>	3.500 USD
<b>Años de depreciación</b>	6
<b>Depreciación anual de <i>hardware</i> (lineal)</b>	750 USD
<b>Depreciación anual de dispositivos TRF</b>	3.250 USD

Tabla A-7. Flujo de caja proyectado para la Situación con Proyecto

<b>Año</b>	0	1	2	3
<b>Ingresos (USD)</b>	0	372.868	306.669	245.086
<b>Costos Digitación (USD)</b>	0	130.000	130.000	130.000
<b>Depreciación (USD)</b>	0	-4.000	-4.000	-4.000
<b>Soporte y Mantención (USD)</b>	0	-3.500	-3.500	-3.500
<b>Ganancias o pérdidas por venta de activos (USD)</b>	0	0	0	-12.000
<b>Utilidad antes de impuestos (USD)</b>	0	495.368	429.169	355.586
<b>Impuesto (USD)</b>	0	-133.749	-115.876	-96.008
<b>Utilidad después de impuestos (USD)</b>	0	361.618	313.293	259.578
<b>Depreciación (USD)</b>	0	4.000	4.000	4.000
<b>Ganancias o pérdidas por venta de activos (USD)</b>	0	0	0	12.000
<b>Flujo Caja Operacional (USD)</b>	0	365.618	317.293	275.578
<b>Inversión (USD)</b>	-31.353	0	0	0
<b>Valor Mercado activo fijo (USD)</b>	0	0	0	12.000
<b>Flujo Caja Capitales (USD)</b>	-31.353	0	0	12.000
<b>Flujo Caja Privado (USD)</b>	-31.353	365.618	317.293	287.578
<b>VAN (tasa descuento=10%)</b>		694.824		
<b>TIR</b>		1.062%		

De acuerdo al análisis presentado en este estudio, en la Tabla A-7 se puede observar que se obtienen beneficios al cumplirse  $VAN > 0$  por medio de la realización de un rediseño de la gestión de inventarios con apoyo tecnológico. Se tendrían ahorros (beneficios) al evitar la contratación de digitadores que actualicen la información, así como se tendrían ventajas adicionales al lograr reducir las diferencias de inventario y los desperdicios al mínimo (1% inventario total).