

Universidad de Valparaíso  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial



**“Propuesta de diseño de un sistema de gestión para Bodega de Materiales y Productos Terminados de iPAK Ltda. con el fin de asegurar el suministro de los materiales a sus líneas productivas”**

Por

**Chantal Natalie Amaro Pérez**  
**Mayra Susana Salas Henríquez**

Trabajo de título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y Título de Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía: Erik Schulze G.

Diciembre, 2018

*No te rindas, aún estás a tiempo  
de alcanzar y comenzar de nuevo,  
aceptar tus sombras, enterrar tus miedos,  
liberar el lastre, retomar el vuelo.*

*No te rindas que la vida es eso,  
continuar el viaje,  
perseguir tus sueños,  
destrabar el tiempo,  
correr los escombros y destapar el cielo.*

*No te rindas, por favor no cedas,  
aunque el frío queme,  
aunque el miedo muerda,  
aunque el sol se esconda y se calle el viento,  
aún hay fuego en tu alma,  
aún hay vida en tus sueños,  
porque la vida es tuya y tuyo también el deseo,  
porque lo has querido y porque te quiero.*

*Porque existe el vino y el amor, es cierto,  
porque no hay heridas que no cure el tiempo,  
abrir las puertas, quitar los cerrojos,  
abandonar las murallas que te protegieron.*

*Vivir la vida y aceptar el reto,  
recuperar la risa, ensayar el canto,  
bajar la guardia y extender las manos,  
desplegar las alas e intentar de nuevo,  
celebrar la vida y retomar los cielos,*

*No te rindas por favor no cedas,  
aunque el frío queme,  
aunque el miedo muerda,  
aunque el sol se ponga y se calle el viento,  
aún hay fuego en tu alma,  
aún hay vida en tus sueños,  
porque cada día es un comienzo,  
porque esta es la hora y el mejor momento,  
porque no estás sola,  
porque yo te quiero.*

**No te rindas – Mario Benedetti**

## **Agradecimientos**

*Quisiera comenzar agradeciendo a dos de las mejores amigas que la vida puso en mi camino, mi compañera de tesis, Mayra, y a Constanza. Gracias Mayra por confiar en mí y por permitirme realizar este viaje a tu lado, por todo lo que sacrificaste y el apoyo incondicional. Gracias Constanza por permitir que nunca tiráramos la toalla, por creer en nosotras por sobre todas las cosas y por todas esas palabras que nos mantuvieron con los objetivos claros.*

*A Erik Schulze, nuestro profesor guía, por transmitirnos su sabiduría y por su inmensa paciencia y dedicación, por ayudarnos en cada traba que se interpuso en nuestro camino y guiarnos siempre por el camino correcto. También a todos los profesores que fueron parte de mi formación académica, por orientarme en todo momento.*

*A mis padres, Gonzalo y Jacqueline, y mi hermana Nicole, por todo el cariño, apoyo y sacrificio a lo largo de mi vida, por todas las enseñanzas y valores que me transmitieron. Sin ustedes no estaría aquí, por ustedes soy lo que soy. Les amo.*

*Y por sobre todo a mi amigo y esposo, Julio, por su amor y apoyo absoluto, por creer en mí por sobre todas las cosas, por darme tranquilidad cada vez que lo necesité y por nunca dejarme caer.*

*Finalmente, a todos quienes ayudaron a concluir esta hermosa etapa. Gracias infinitas.*

**Chantal N. Amaro Pérez**

*En primer lugar, quiero agradecer a mi compañera de tesis, Chantal, que no solo es compañera, sino que una de mis mejores amigas, por arriesgarse a terminar conmigo este camino. A nuestro profe guía, Erik Schulze, por acompañarnos y guiarnos de manera correcta en el desarrollo de nuestro trabajo, y por siempre esforzarse en darnos una respuesta o solución ante nuestras dudas a toda costa.*

*A mis padres, Francisco y Carmen, y mis hermanos, Joaquín y Alberto, por el apoyo que me dieron desde el inicio hasta el final de mi carrera, por enseñarme valores y formar la persona que soy ahora. A los padres de mi compañera por haberme recibido tantas veces en su casa y tratarme como una hija más.*

*A nuestra amiga incondicional, Constanza, que siempre nos dio el apoyo y aliento para continuar cuando lo necesitamos. A Rodrigo, por su cariño y apoyo, por no dejarme caer y siempre buscar soluciones aun cuando yo ya no lo hacía.*

*Y a todos los que, de una u otra manera, dejaron huella y aportaron con un granito para llegar a término de manera exitosa. Gracias.*

**Mayra S. Salas Henríquez**

# Índice

Glosario .....	8
Índice de abreviaturas y siglas .....	10
Lista de ilustraciones .....	11
Lista de tablas .....	13
Lista de gráficos .....	15
Resumen ejecutivo .....	16
Abstract .....	17
Introducción .....	18
1. Descripción de la empresa .....	19
1.1. Principios corporativos .....	20
1.1.1. Visión .....	20
1.1.2. Misión.....	20
1.1.3. Política de calidad .....	20
1.1.4. Valores corporativos .....	20
1.2. Mapa supersistema .....	21
1.2.1. Influencias del entorno .....	21
1.2.2. Recursos.....	22
1.2.3. Competencia .....	23
1.2.4. Mercado/Clientes .....	23
1.3. Modelo de negocio .....	24
1.4. Organigrama .....	27
1.5. Clientes .....	28
1.6. Proceso productivo .....	30
1.7. Productos .....	32
2. Situación actual .....	33
2.1. Bodega de materiales y productos terminados .....	33
2.2. Abastecimiento de insumos .....	34
2.3. Proceso de ingreso y egreso de insumos en bodega.....	35
2.3.1. Logística de ingreso de insumos .....	35
2.3.2. Logística de egreso de insumos.....	40
2.4. Almacenamiento en bodega.....	42

2.5.	Tiempos de operación promedio en bodega .....	44
2.5.1.	Tiempo de recepción de insumos.....	44
2.5.2.	Tiempo de almacenamiento .....	44
2.5.3.	Tiempo de <i>picking</i> de insumos .....	44
2.6.	Control de existencias .....	45
3.	Planteamiento del problema y objetivos .....	46
3.1.	Efectos indeseados .....	46
3.2.	Árbol de la realidad actual .....	49
3.3.	Matriz Vester .....	52
3.4.	Descripción del problema .....	53
3.5.	Objetivos .....	53
3.5.1.	Objetivo general .....	53
3.5.2.	Objetivos específicos .....	53
4.	Marco teórico .....	54
4.1.	Gestión de almacenes.....	54
4.2.	Actividades de almacenamiento .....	54
4.3.	Principios del almacén .....	55
4.4.	Zonas de almacenamiento .....	55
4.4.1.	Asignación de ubicaciones.....	56
4.4.2.	Análisis de decisiones en ambientes multicriterio .....	57
4.5.	Identificación de ubicaciones.....	57
5.	Metodología .....	58
5.1.	Clasificación de productos .....	58
5.1.1.	Familia de productos .....	58
5.1.2.	Proceso analítico jerárquico (AHP) .....	59
5.1.2.1.	Jerarquización del problema .....	59
5.1.2.2.	Valorizaciones.....	60
5.1.2.3.	Priorización y Síntesis.....	62
5.1.2.4.	Análisis de consistencia .....	63
5.2.	Identificación de estanterías.....	64

5.3.	Políticas de almacenamiento de productos en bodega .....	65
5.4.	Sistema para gestión de bodega.....	65
5.5.	Simulación de procesos .....	65
6.	Metodología aplicada .....	66
6.1.	Clasificación de productos .....	66
6.1.1.	Familia de productos .....	66
6.1.2.	Clasificación por proceso analítico jerárquico (AHP).....	69
6.2.	Identificación de estanterías.....	74
6.3.	Políticas de almacenamiento de productos en bodega .....	77
6.3.1.	Proceso de almacenamiento.....	78
6.3.1.1.	Ingreso y reingresos de materiales .....	78
6.3.1.2.	Almacenamiento .....	78
6.4.	Implementación de sistema para gestión de bodega .....	80
6.4.1.	Funciones básicas del WMS .....	81
6.4.2.	Aplicación de WMS a los procesos de la bodega.....	81
6.4.2.1.	Rediseño del proceso de Ingresos de insumos en bodega .....	82
6.4.2.2.	Rediseño del proceso de egreso de insumos en bodega.....	85
6.4.2.3.	Sistema de inventario.....	86
6.5.	Simulación de procesos .....	87
6.5.1.	Ingreso de insumos - Situación actual.....	88
6.5.2.	Egreso de insumos - Situación actual .....	89
6.5.3.	Ingreso de insumos - Rediseño de proceso .....	91
6.5.4.	Egreso de insumos - Rediseño de proceso.....	92
7.	Análisis de resultados .....	94
7.1.	Ingresos de insumos en bodega .....	94
7.2.	Egresos de insumos en bodega.....	96
	Conclusiones y recomendaciones .....	99
	Bibliografía .....	101
8.	Anexos .....	102
8.1.	Línea de sólidos .....	102
8.1.1.	Cápsulas blandas.....	102

8.1.2.	Cápsulas duras .....	104
8.1.3.	Comprimidos .....	108
8.1.4.	Granel, polvos y hierbas.....	112
8.2.	Línea de Líquidos.....	115
8.2.1.	Preparación en caliente .....	115
8.2.2.	Preparación en frío.....	119
8.3.	Listado de productos producidos por iPAK Ltda.....	123
8.4.	Matriz Vester .....	126
8.5.	Rango de clasificación de productos .....	127
8.6.	Escenarios simulados .....	128
8.6.1.	Ingreso de insumos - Situación actual.....	128
8.6.2.	Egreso de insumos - Situación actual .....	128
8.6.3.	Ingreso de insumos - Rediseño de proceso .....	129
8.6.4.	Egreso de insumos - Rediseño de proceso.....	129

## Glosario

**Almacén:** Lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes dentro de la cadena de suministro.

**Área de almacenamiento:** Zona destinada netamente al almacenamiento de productos.

**Bodega de materiales:** Corresponde a la bodega de materias primas y material de envase y empaque.

**Bodega lógica:** Bodega que existe en sistema informático de la empresa, para este caso, sistema de existencias AS-400.

**Bulto:** Conjunto de cajas que ingresan en un pallet con su propia identificación.

**Código de barra:** Es la representación de un número de identificación, asociado a una simbología compuesta por barras verticales de distinto grosor, que representan dicho número.

**Costo de almacenamiento:** Costo de mantener los productos almacenados dentro de la bodega.

**Familia de productos:** Conjunto de productos similares que cubren necesidades semejantes o tiene procesos de fabricación o canales de distribución comunes.

**FEFO:** Es una técnica de gestión que distribuye los productos de manera que fluyan a través de la cadena de suministro, seleccionando primero los que caduquen antes.

**Fitoterápica:** Uso de productos de origen vegetal para la prevención, la curación o el alivio de una amplia variedad de síntomas y enfermedades.

**Homeopático:** Método terapéutico que trata las enfermedades con sustancias similares a las que provocan en el hombre sano la misma enfermedad.

**Insumos:** Corresponde a las materias primas, material de envase y empaque.

**Inventario:** Conjunto de bienes corpóreos, tangibles y en existencia, propios y de disponibilidad inmediata para su consumo (materia prima), transformación (productos en procesos) y venta (mercancías y productos terminados).

**Layout:** Término en inglés que se utiliza para referirse a la disposición de los elementos en un almacén.

**Materiales Envase-Empaque:** El utilizado para contener un producto en su presentación definitiva.

**Materia Prima:** Sustancia que interviene directamente en la fabricación de un producto.

**Pallet:** Estructura fabricada generalmente de madera, utilizada para facilitar el transporte de carga. También se utiliza el término como unidad de medida, puesto que es sobre esta estructura que se apilan los productos de un pedido.

**Picking:** Proceso de toma de una serie de productos para el armado de un pedido.

**Rack:** Estructura física utilizada para almacenar productos en la bodega.

**Rotación:** Número de veces en que el inventario es realizado en un periodo determinado.

**Stock:** Conjunto de productos almacenados en espera de su empleo, más o menos próximo, que permite surtir regularmente a quienes los consumen, sin imponerles las discontinuidades que lleva consigo la fabricación o los posibles retrasos en las entregas por parte de los proveedores.

## Índice de abreviaturas y siglas

BMP: Bodega de materiales.

EFI: Efecto indeseado.

ERP: *Enterprise Resource Planning* - Planificación de Recursos Empresariales.

FEFO: *First expired, first out*, es decir, primero en caducar, es primero en salir.

GMP: *Good Manufacturing Practices* o Buenas Prácticas de Fabricación.

HACCP: Certificación del sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control.

I+D+i: Investigación, desarrollo e innovación.

iPAK: Industrial Procesadora de Alimentos Knop Limitada.

ISO: Organismo Internacional de Normalización.

Ltda.: Limitada.

MEE: Materiales Envase-Empaque.

MP: Materia prima.

NCh: Norma Chilena.

SISiPAK: Software de planificación de recursos empresariales de la empresa iPAK Ltda.

WMS: *Warehousing Management System* – Sistema de gestión de bodega.

## Lista de ilustraciones

Ilustración 1-1: Fachada de las dependencias de iPAK Ltda.....	19
Ilustración 1-2: Mapa de Supersistema. ....	21
Ilustración 1-3: Modelo CANVAS de iPAK Ltda. ....	24
Ilustración 1-4: Organigrama iPAK Ltda. ....	27
Ilustración 1-5: Diagrama SIPOC de iPAK Ltda.....	31
Ilustración 2-1: Layout Bodega Nueva.....	34
Ilustración 2-2: Proceso de ingreso de insumos en bodega. ....	36
Ilustración 2-3: Code/Serie iPAK Ltda. ....	38
Ilustración 2-4: Code/Serie Knop Laboratorios. ....	38
Ilustración 2-5: Etiquetas clasificación semáforos. ....	39
Ilustración 2-6: Proceso de egreso de insumos en bodega. ....	40
Ilustración 2-7: Productos albergados en pasillos de Bodega. ....	43
Ilustración 3-1: Árbol de Realidad Actual.....	51
Ilustración 5-1: Clasificación por características o familias.....	58
Ilustración 5-2: Árbol de jerarquía tipo.....	60
Ilustración 5-3: Codificación por estanterías, ubicación lineal.....	65
Ilustración 6-1: Familias de productos. ....	67
Ilustración 6-2: Árbol de jerarquías.....	69
Ilustración 6-3: Árbol de jerarquías, incluyendo ponderación de criterios y sub-criterios. ....	73
Ilustración 6-4: Trayecto que realizan los materiales desde que ingresan a bodega hasta que salen como producto terminado. ....	74
Ilustración 6-5: Plano de identificación de racks en bodega. ....	76
Ilustración 6-6: Etiqueta identificadora de Rack y Nivel respectivamente.....	77
Ilustración 6-7: Etiqueta identificadora de columna y pallet dentro del rack.....	77
Ilustración 6-8: Representación visual zonas de almacenamiento.....	79
Ilustración 6-9: Rediseño proceso de ingreso de insumos en bodega.....	84
Ilustración 6-10: Rediseño proceso de egreso de insumos en bodega.....	86
Ilustración 8-1: Diagrama de flujo cápsulas blandas, etapa de envasado. ....	102

Ilustración 8-2: Diagrama de flujo cápsulas blandas, etapa de etiquetado, estuchado y envasado.....	103
Ilustración 8-3: Diagrama de flujo cápsulas duras, etapa de fabricación parte 1. ....	104
Ilustración 8-4: Diagrama de flujo cápsulas duras, etapa de fabricación parte 2. ....	105
Ilustración 8-5: Diagrama de flujo cápsulas duras, etapa de envasado. ....	106
Ilustración 8-6: Diagrama de flujo cápsulas duras, etapa de etiquetado, estuchado y embalado. ....	107
Ilustración 8-7: Diagrama de flujo comprimidos, etapa de fabricación parte 1. ....	108
Ilustración 8-8: Diagrama de flujo comprimidos, etapa de fabricación parte 2. ....	109
Ilustración 8-9: Diagrama de flujo comprimidos, etapa de envasado.....	110
Ilustración 8-10: Diagrama de flujo comprimidos, etapa de etiquetado, estuchado y embalado. Fuente: iPAK Ltda.....	111
Ilustración 8-11: Diagrama de flujo granel, polvos y hierbas, etapa de fabricación.....	112
Ilustración 8-12: Diagrama de flujo granel, polvos y hierbas, etapa de envasado. ....	113
Ilustración 8-13: Diagrama de flujo granel, polvos y hierbas, etapa de estuchado y embalado. ....	114
Ilustración 8-14: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en caliente, etapa de fabricación, primera parte. ....	115
Ilustración 8-15: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en caliente, etapa de fabricación segunda parte. ....	116
Ilustración 8-16: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en caliente, etapa de envasado. ....	117
Ilustración 8-17: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en caliente, etapa de envasado. ....	118
Ilustración 8-18: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en frío, etapa de fabricación parte 1. ....	119
Ilustración 8-19: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en frío, etapa de fabricación parte 2. ....	120
Ilustración 8-20: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en frío, etapa de envasado.....	121
Ilustración 8-21: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en frío, etapa de etiquetado, estuchado y embalado. ....	122

## Lista de tablas

Tabla 3-1: Efectos indeseados. ....	48
Tabla 5-1: Escala fundamental de comparación por pares de Thomas Saaty. ....	61
Tabla 5-2: Valores de consistencia aleatoria en función de la matriz. ....	64
Tabla 5-3: Tabla de consistencia. ....	64
Tabla 6-1: Comparación de criterios. ....	70
Tabla 6-2: Comparación sub-criterios Peso por lote. ....	71
Tabla 6-3: Comparación sub-criterios Volumen por lote. ....	71
Tabla 6-4: Comparación sub-criterios Almacenabilidad. ....	72
Tabla 6-5: Comparación sub-criterios Durabilidad. ....	73
Tabla 6-6: Costo de trabajo por hora según recurso. ....	87
Tabla 6-7: Recursos disponibles y uso ingreso situación actual. ....	88
Tabla 6-8: Costo de procesamiento por recurso ingreso situación actual. ....	88
Tabla 6-9: Recursos disponibles y uso egreso situación actual. ....	89
Tabla 6-10: Costo de procesamiento por recurso egreso situación actual. ....	90
Tabla 6-11: Recursos disponibles y uso ingreso rediseño. ....	91
Tabla 6-12: Costos de procesamiento ingreso rediseño. ....	91
Tabla 6-13: Recursos disponibles y uso egreso rediseño. ....	92
Tabla 6-14: Costo de procesamiento egreso rediseño. ....	93
Tabla 7-1: Tiempos de ejecución tareas críticas de ingreso. ....	95
Tabla 7-2: Tiempos de ejecución tareas críticas de egreso. ....	97
Tabla 8-1: Listado de productos producidos por iPAK Ltda. ....	125
Tabla 8-2: Matriz Vester. ....	126
Tabla 8-3: Rango de clasificación Peso por lote. ....	127
Tabla 8-4: Rango de clasificación Volumen por lote. ....	127
Tabla 8-5: Rango de clasificación Almacenabilidad. ....	127
Tabla 8-6: Rango de clasificación Durabilidad. ....	127
Tabla 8-7: Ingreso de insumos – Situación actual. ....	128
Tabla 8-8: Egreso de insumos – Situación actual. ....	128

Tabla 8-9: Ingreso de insumos – Rediseño de proceso.....	129
Tabla 8-10: Egreso de insumos – Rediseño de proceso. ....	129

## Lista de gráficos

Gráfico 1-1: Presentaciones variedad de productos. ....	32
Gráfico 2-1: Capacidad de Almacenamiento en Bodega. ....	42
Gráfico 3-1: Matriz Vester.....	52
Gráfico 7-1: Variación costo de procesamiento ingreso de insumos en bodega.....	95
Gráfico 7-2: Variación costo de procesamiento egreso de insumos. ....	97

## Resumen ejecutivo

La Industria Procesadora de Alimentos Knop, ubicada en Quilpué, Región de Valparaíso, dedicada a la producción de suplementos alimenticios de origen natural, posee una bodega denominada “Bodega de Materiales y Productos Terminados”, la cual se encarga de almacenar materia prima y material de envase y empaque, destinados para las líneas productivas; y productos terminados, provenientes de estas líneas que serán distribuidos a los distintos clientes.

Dentro de la mencionada bodega no se cuenta con un adecuado sistema para gestionar el almacén de manera eficiente, lo que genera grandes cantidades de productos albergados en los pasillos de la bodega, pese a existir espacios disponibles en estanterías; además, estas estanterías no cuentan con una identificación definida, lo que impide un registro específico de las ubicaciones de los productos. Sumado a esto, existen errores en el registro de los productos a causa de inconsistencia en datos entregados por los trabajadores, lo cual provoca quiebres de *stock*, interrumpiendo así el desarrollo continuo de los procesos productivos.

Para dar solución a los problemas descritos, se realizó una clasificación de productos a través del método denominado Proceso Analítico Jerárquico, con el fin de determinar importancias entre la variedad de productos contenidos en bodega, para así facilitar la asignación de posiciones en base a criterios establecidos. Posterior a esto, se asignaron identificaciones a las estanterías, que, junto con las políticas de almacenamiento propuestas, apoyaron el desarrollo de un sistema de gestión de bodega para mantener actualizado los niveles de inventario, junto con los espacios liberados disponibles, para almacenar los nuevos productos que vayan haciendo ingreso a la bodega.

El sistema de gestión de bodega incluye el uso de un sistema denominado WMS, el cual facilita las tareas de administración de bodega, asignando ubicaciones de almacenamiento, reduciendo tiempos de tareas en el proceso, y entregando informes en general. Además, se desarrolló un sistema de inventario alimentado por el sistema WMS, que facilita el control de existencias en bodega y reduce los quiebres de *stock*, para así asegurar el suministro de los materiales a las líneas productivas.

La aplicación de dichas herramientas permitió la reducción en los tiempos de ingreso y egreso de materiales en bodega en un 89,79% y 10,95% respectivamente; y, además, una reducción en los costos de la ejecución de las tareas en un 3,03% y 7,24%.

**PALABRAS CLAVE:** Gestión de bodega, almacenamiento, *picking*, control de inventarios, rediseño de proceso.

## Abstract

The Knop Food Processing Industry, located in Quilpué, Valparaíso Region, dedicated to the production of food supplements of natural origin, has a winery called "Warehouse of Materials and Finished Products". The winery is responsible for storing raw materials and materials of container and packaging, destined for the productive lines; as well as finished products, from the productive lines that will be distributed to the different clients.

Within the aforementioned winery there is no adequate system to manage the warehouse efficiently, which generates large quantities of products housed in the corridors of the winery, despite the fact that there are spaces available on shelves. In addition, these shelves do not have a defined identification, which prevents a specific record of the locations of the products. At the same time there are errors in the registration of products because of inconsistency in data delivered by workers, which causes stock breakdowns, thus interrupting the continuous development of production processes.

To solve the problems previously described, a classification of products was carried out through the method called Hierarchical Analytical Process. This method was applied to determine the importance of the variety of products contained in the warehouse, in order to facilitate the allocation of positions based on established criteria. Subsequent to this, shelving IDs were assigned, which together with the proposed storage policies, supported the development of a warehouse management system to keep inventory levels up-to-date, along with creating available free spaces to store the new products coming into the warehouse.

The warehouse management system includes the use of a system called WMS, which facilitates warehouse management tasks, allocating storage locations, reducing task times in the process, and delivering reports in general. In addition, an inventory system was developed, powered by the WMS system, which facilitates stock control in the winery and reduces stock breaks, in order to ensure the supply of materials to the production lines.

The application of these tools allowed the reduction in the times of entry and exit of materials stored in the warehouse by 89.79% and 10.95% respectively as well as a reduction in the costs of the execution of tasks by 3.03% and 7.24%.

**KEYWORDS:** Warehouse management, storage, picking, inventory control, process redesign.

## Introducción

La administración de una empresa requiere de la coordinación de todas las actividades laborales que se llevan a cabo dentro de la organización, junto con el personal de la empresa para así cumplir, de manera eficiente y eficaz, todas las metas y objetivos propuestos. Es por esto que hoy en día las empresas buscan lograr la mayor eficiencia en el manejo de sus recursos, y reducir al máximo los costos relacionados con la administración.

La Industria Procesadora de Alimentos Knop, empresa dedicada al rubro alimenticio, posee dentro de sus dependencias una bodega denominada “Bodega de Materiales y Productos terminados”, en la cual día a día se lidia con la ineficiencia de procesos relacionados con logística y producción, los cuales no trabajan de manera conjunta, generando así que el proceso productivo no se desarrolle de manera continua.

Producto de inconsistencia en datos entregados por operarios de las líneas productivas, los registros de inventario son erróneos y se generan quiebres de *stock* provocando interrupciones en los procesos productivos. Junto con esto, en el interior de la bodega no existe un sistema adecuado para gestionar de manera eficiente las distintas labores, lo que provoca la acumulación de grandes cantidades de productos albergados en pasillos pese a existir espacios disponibles en las estanterías, las que tampoco cuentan con una identificación definida. impidiendo un registro específico de las ubicaciones de los materiales.

Es por esto que el presente trabajo de título tiene como objetivo proponer el diseño de un sistema de gestión de bodega, con el fin de asegurar el suministro a las líneas productivas.

Para dar cumplimiento al objetivo, se trabajará con herramientas, tales como Árbol de la realidad actual y Matriz Vester, las cuales permitirán establecer el problema raíz de la situación actual de la empresa, información que será utilizada para desarrollar la metodología escogida, y finalmente, mediante el software Bizagi Modeler, simular los cambios propuestos en los procesos actuales, permitiendo establecer mejoras y recomendaciones de ser necesario.

## 1. Descripción de la empresa

El Holding de empresas Knop, compuesta por Laboratorio Knop, Farmacias Knop, Industria Procesadora de Alimentos Knop Ltda. y Soc. Agrícola Forestamed Ltda. se dedica al rubro de productos basados en componentes naturales: medicamentos homeopáticos y fitoterapéuticos, alimentos y suplementos alimentarios, cosméticos y servicio a terceros.

La Industria Procesadora de Alimentos Knop Ltda. - iPAK, se encuentra ubicada en Av. Industrial 1198, Quilpué, Región de Valparaíso y fue fundada en el año 2005, como respuesta a la creciente demanda de productos alimenticios de origen natural (Ilustración 1-1).

Hoy en día, iPAK Ltda. es una Empresa Industrial dedicada al rubro de alimentos naturales, que cuenta con 9.000 m<sup>2</sup> de terreno y 1.800 m<sup>2</sup> construidos. En el 2017 registró ingresos de CLP \$1.500 millones. Además, posee una dotación de 27 trabajadores en planta, y 3 certificaciones de calidad, como son: ISO 9001-2000, GMP y HACCP NCh 2861.



*Ilustración 1-1: Fachada de las dependencias de iPAK Ltda.  
Fuente: Página web de la empresa.*

## 1.1. Principios corporativos

### 1.1.1. Visión

“A la vanguardia en bienestar integral”.

### 1.1.2. Misión

“Ciencia, tecnología e innovación aplicada a productos naturales que contribuyen a una vida saludable”.

### 1.1.3. Política de calidad

“Ofrecemos una solución integral de salud, innovando y elaborando productos seguros y confiables, fundamentalmente en base a componentes de origen natural, respaldados por su uso tradicional y/o científicamente validados.

Incrementamos y promovemos nuestro conocimiento mediante la difusión y extensión, tanto al interior como al exterior de la organización.

Comprometemos nuestro accionar para asegurar la calidad de nuestros productos y servicios”.

### 1.1.4. Valores corporativos

- **Respeto:** Actuamos comprometidos con nuestros colaboradores, clientes, comunidad y medio ambiente, basado en un comportamiento ético.
- **Confianza:** La calidad y seguridad son pilares fundamentales de nuestra filosofía de trabajo.
- **Innovación:** La creatividad e investigación sumadas a la tradición y prestigio guían nuestro accionar.
- **Eficiencia:** Nuestras acciones apuntan a hacer las cosas bien, con pro actividad, flexibilidad y disciplina, optimizando los recursos.

## 1.2. Mapa supersistema<sup>1</sup>

En la Ilustración 1-2, se presenta un Mapa de Supersistema correspondiente a la fase 1 de la metodología Rummler-Brache, el cual permitirá entender de qué manera se relaciona la organización con su entorno empresarial.

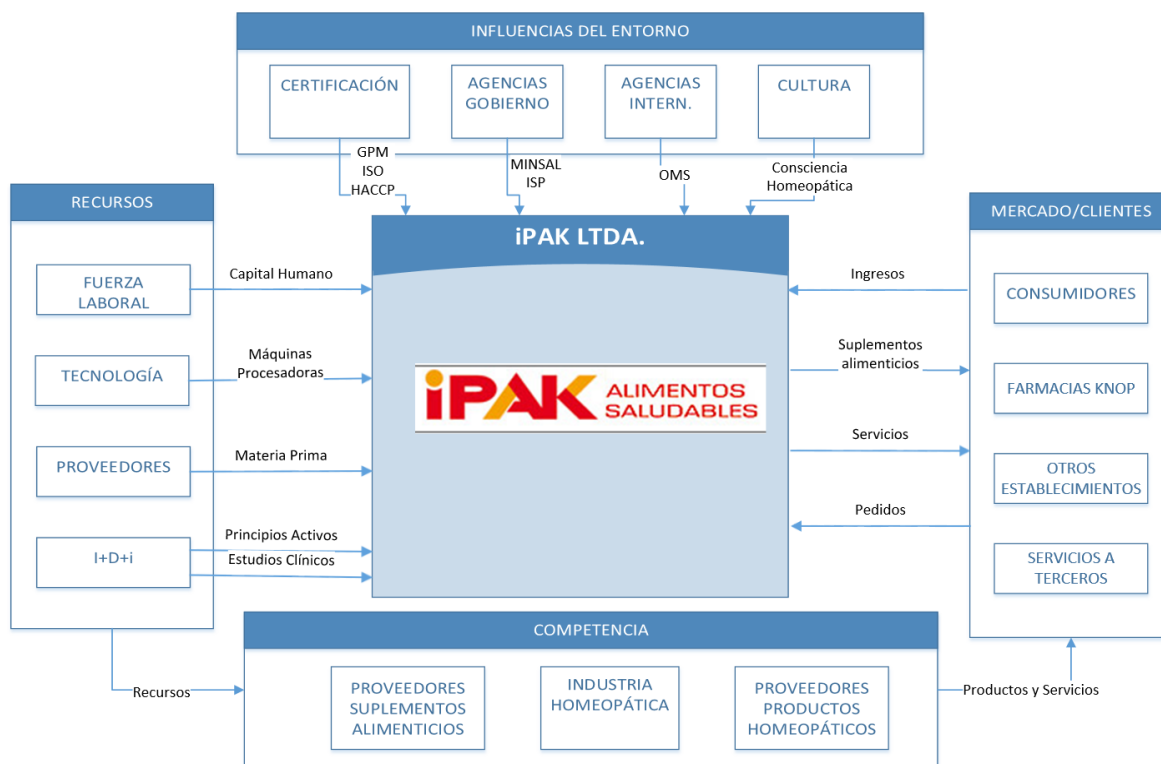


Ilustración 1-2: Mapa de Supersistema.  
Fuente: Elaboración propia.

### 1.2.1. Influencias del entorno

- **Certificación:** iPAK cuenta con el Departamento de Aseguramiento de Calidad, cuyo objetivo es establecer, documentar y mantener un sistema de gestión de calidad en base a las Buenas Prácticas de Manufactura (GMP), al Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001 y al Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control HACCP.

<sup>1</sup> La información contenida en este apartado fue recopilada a través de la página web del holding [www.knoplabs.com](http://www.knoplabs.com) en conjunto con averiguaciones propias dentro de la planta procesadora.

- **Agencias Gobierno:** iPAK se encuentra regularizado por dos entidades pertenecientes al Gobierno de Chile: MINSAL (Ministerio de Salud) y el ISP (Instituto de Salud Pública). Estas entidades regulan los procesos productivos y la calidad de los productos elaborados por iPAK.
- **Agencias Internacionales:** La organización mundial de la salud es la autoridad directiva y coordinadora de la acción sanitaria de las Naciones Unidas. Esta entidad entrega estándares de calidad internacionales a partir de los cuales se cumple el objetivo de iPAK de monitorear permanentemente los efectos de los productos durante todas las etapas de su ciclo de vida.
- **Cultura:** La conciencia homeopática de las personas es importante para el desarrollo y continuación de esta industria. El conocimiento respecto a este tema ha ido incrementando paulatinamente en el tiempo, pero pese a esto, se ha mantenido sostenidamente en la preferencia de las personas.

## 1.2.2. Recursos

- **Fuerza laboral:** iPAK cuenta con una dotación de 27 trabajadores, los cuales se dividen en puestos administrativos, mandos medios y operativos de producción.
- **Tecnología:** La empresa cuenta con una planta farmacéutica con tecnología de punta (principalmente alemana e italiana) todas insertas en un plan de mantenimiento preventivo permanentemente. Esto permite elaborar medicamentos propios y prestar servicio de fabricación para terceros, contando con capacidad disponible para grandes volúmenes en sus líneas productivas de semisólidos y líquidos.
- **Proveedores:** iPAK cuenta con proveedores nacionales como Plásticos Tumani Spa, Envases Carrillo S.A., CRAMER, AGRICOMINSA, PLASVAL, AMF, Industria Gráfica Guerra, Polimar S.A., Soc. Agrícola Forestamed, Knop Laboratorios y Quimatic S.A.; e internacionales, como Qualypack Ltda. (Estados Unidos), Siropharm (China) y Blumos Ltda. (India).
- **I+D+i:** El departamento de Investigación, Desarrollo e Innovación tiene como principal objetivo desarrollar principios activos a partir de extractos vegetales, logrando la validación de sus procesos extractivos como base para la formulación de medicamentos y materias primas a nivel piloto, con potencial de escalamiento a nivel industrial. Además de efectuar pruebas de estabilidad y apoyar la realización de estudios clínicos, para respaldar la eficacia y asegurar la calidad y seguridad de nuestros medicamentos y servicios.

### 1.2.3. Competencia

- **Proveedores suplementos alimenticios:** Existen otras organizaciones dedicadas a la producción y venta de suplementos alimenticios. Entre ellas se encuentran: Aura Vitalis, Nutrisa (Nutrición y alimentos S.A.), ITF-LABOMED y Laboratorio Golden Green.
- **Industria Homeopática:** En general, todas las empresas pertenecientes a la industria homeopática se consideran competencia. Ejemplos de estas empresas son: Farmacias Hahnemann, Farmacia Mapuche Makelawen, Farmacia Alquimist, Farmacia Abba, Farma Herbas (Farmacia naturista), entre otras.
- **Proveedores productos homeopáticos:** Debido a que iPAK es proveedora de productos homeopáticos, no solo de Knop, sino que también de otras organizaciones, es que, otros proveedores de esta clase de productos se consideran competencia. Algunos ejemplos de estos proveedores son: Laboratorio Golden Green, Salus Flora Chile, entre otros.

### 1.2.4. Mercado/Clientes

- **Consumidores:** Corresponde a las personas que adquieren los productos homeopáticos y suplementos alimenticios de la marca.
- **Farmacias Knop:** Uno de los principales servicios proporcionados por iPAK es el desarrollo de productos para Farmacias Knop.
- **Otros establecimientos:** la venta de los productos iPAK se realiza solamente a los establecimientos autorizados sanitariamente para su recepción, de acuerdo a lo establecido en el D.S. N° 3, publicado en el D.O. el 25.06.2011.
- **Servicios a terceros:** Servicios de fabricación y acondicionamiento de productos farmacéuticos no penicilínicos, fitoterapéuticos homeopáticos, y adicionalmente suplementos alimentarios.
- **Alimentos y Suplementos Alimenticios:** Suplementos alimenticios basados en componentes naturales de origen vegetal, animal y mineral, con propiedades saludables para el organismo. Son los productos ofrecidos a los clientes/mercado.

### 1.3. Modelo de negocio

Para conocer la estrategia utilizada por la organización, se desarrolla el Modelo CANVAS (Ilustración 1-3), el cual muestra de qué manera la empresa crea, capta y ofrece valor a sus clientes, la manera en la que se relaciona con éstos, y los costos e ingresos que implica la propuesta de valor de la compañía.

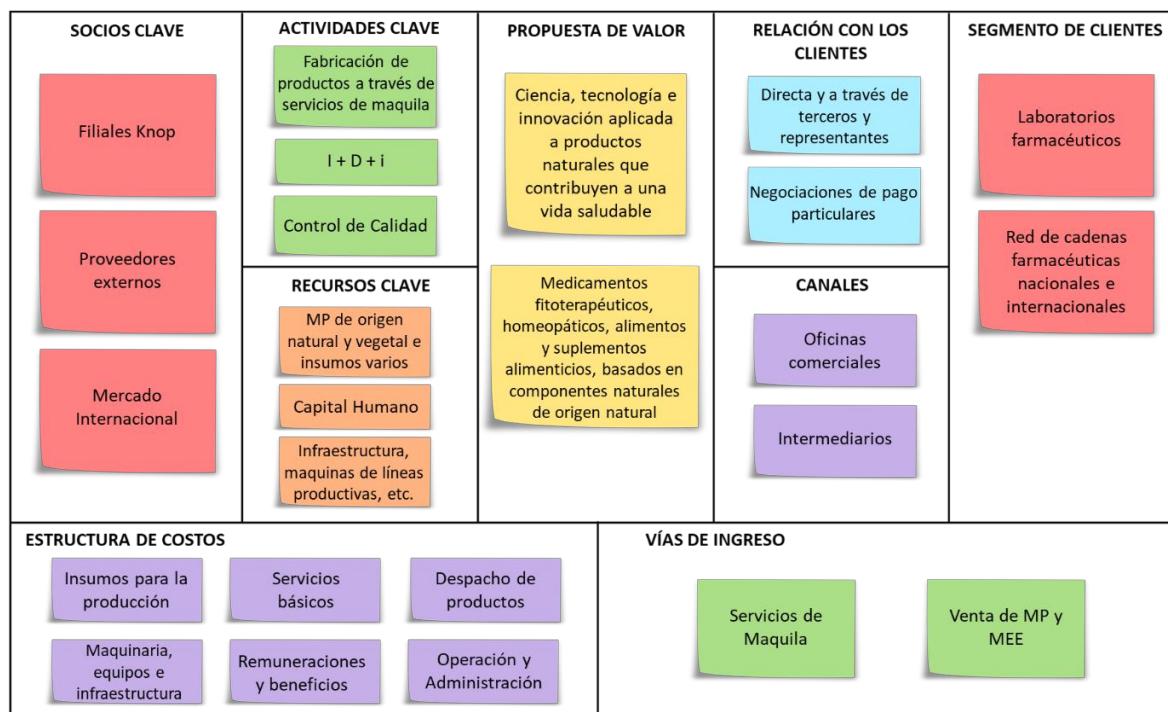


Ilustración 1-3: Modelo CANVAS de iPAK Ltda.  
Fuente: Elaboración propia.

La propuesta de valor de la Industria Procesadora de Alimentos Knop consiste en que todos sus productos ofrecidos son en base a una producción autosustentable, esto se ve reflejado en gran medida, porque la planta posee paneles solares los cuales proveen de la energía necesaria para el correcto funcionamiento.

Esta propuesta, es entregada a sus clientes (Laboratorios Farmacéuticos y Red de cadenas farmacéuticas nacionales a internacionales) a través de sus dos líneas de negocios, las cuales son:

- **Productos alimenticios:** Corresponde al desarrollo, fabricación y comercialización de productos asociados a la prevención y promoción del bienestar integral de las personas, con énfasis en el origen 100% natural de sus componentes. En esta línea podemos encontrar suplementos alimenticios, alimentos funcionales y productos

dietéticos naturales, los cuales se comercializan en diversas presentaciones, tales como hierbas, tés o infusiones, granulados, polvos, cápsulas, etc.

- **Servicios a terceros:** Esta línea está orientada a prestar servicios de maquila de alta calidad a terceros, donde se trabaja en conjunto con el cliente para satisfacer sus requerimientos en un 100%. iPAK aporta con su experticia desde el diseño y desarrollo de diferentes formulaciones de productos hasta el acondicionamiento final y distribución del producto terminado.

Los clientes pueden acceder a la propuesta de valor a través de las oficinas comerciales o intermediarios, quienes compran productos a iPAK para revenderlos como propios. De esta forma, el contacto empresa-cliente, se realiza de manera directa y a través de representantes o terceros (Knop Laboratorios). En relación a las modalidades de pago que tienen los clientes, éstas se acuerdan con cada cliente en particular, y dependerá del nivel monetario del pedido que se haya realizado.

La estrategia anterior, ha llevado a iPAK a obtener ingresos cercanos a los CLP \$1.500 millones anuales (año 2017), los cuales provienen en gran parte del servicio de maquila ofrecido por la empresa y en su minoría, la venta de materias primas y material de envase-empaque a la compañía madre del holding Knop.

El constante desarrollo, la investigación e innovación, ha permitido a iPAK trabajar con personal especialmente capacitado, así como también con tecnología de punta, logrando posicionarla en el mercado de la industria homeopática. Por otra parte, el contar con diversas certificaciones permite avalar la eficacia de los servicios ofrecidos, asegurando la calidad de sus materias primas y la seguridad en la fabricación de los medicamentos.

Para iPAK, es de suma importancia mantener fortalecidos los lazos entre las diversas filiales que conforman el holding, así como con sus proveedores, quienes deben responder de manera eficiente y oportuna para satisfacer las necesidades de sus clientes tanto nacionales como internacionales.

Para mantener la producción activa, se incurre en una serie de costos que componen la estructura de costos de la empresa:

- Insumos para la producción, para los cuales se considera tanto las compras, como los costos de almacenamiento y las pérdidas. En cuanto a los costos de almacenamiento, iPAK desembolsa un monto equivalente al 22,75% de los ingresos anuales, es decir, un total de CLP \$341.250 millones; en cuanto a la pérdida de productos, se desembolsa un 3% de los ingresos anuales, es decir, un total CLP

\$450 millones. Según las políticas internas de la empresa, los primeros superan el 18% considerado como límite aceptable, y los segundos se encuentran por debajo del 5% aceptable como máximo del total de las ventas anuales<sup>2</sup>.

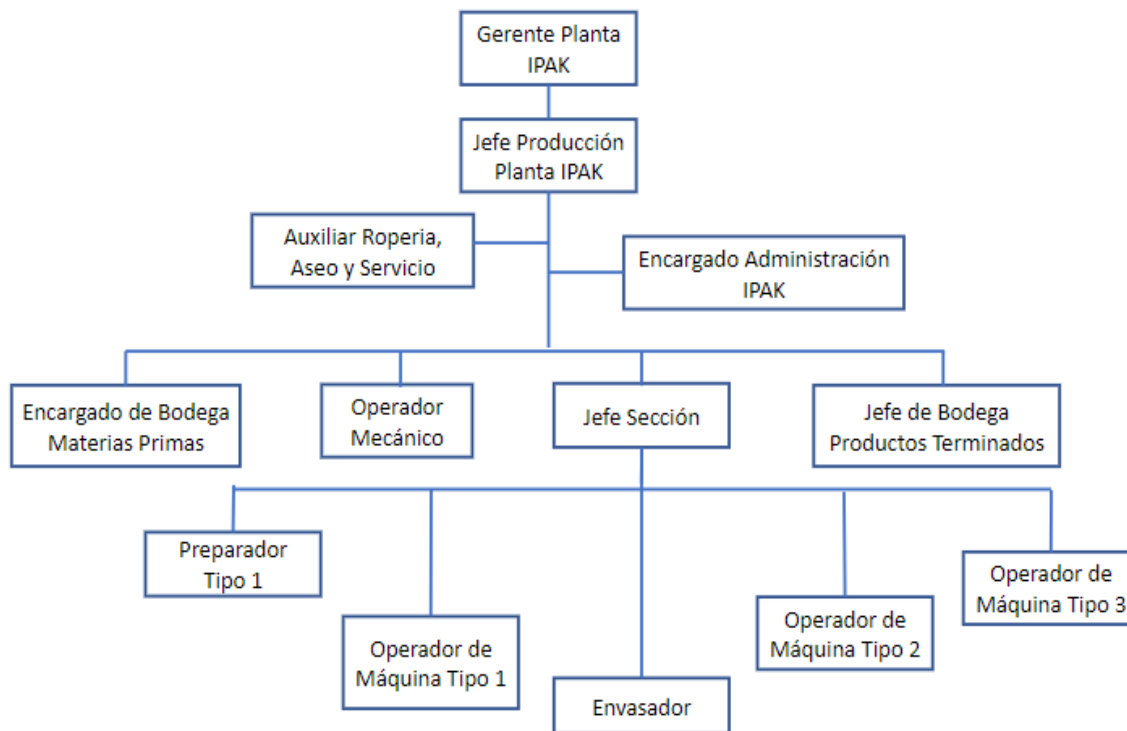
- Servicios básicos, dentro de los cuales encontramos agua y gas, ya que la electricidad se obtiene a partir de paneles solares instalados en la techumbre de la planta. Además, se incluyen servicios de internet para las comunicaciones internas.
- Despacho de productos terminados, los cuales pueden ser entregados en camiones pertenecientes a la empresa, o bien, ser retirados por los propios clientes desde las instalaciones.
- Para la maquinaria, equipos e infraestructura, se realizan mantenciones quincenales para asegurar el correcto funcionamiento, además, se realizan inversiones para complementar la infraestructura cuando es necesario.
- Remuneraciones y beneficios, dependen del cargo que tenga el trabajador, los cuales tienen un sueldo base definido y a esto se le agrega imposiciones, beneficios para transporte, alimentación, bono por título, y otros bonos que varían mes a mes, los que suman en total alrededor de CLP \$15 millones.

---

<sup>2</sup> Valores obtenidos a partir de investigaciones propias realizadas dentro de la empresa.

## 1.4. Organigrama

El Capital Humano de iPAK Ltda. está conformado por profesionales y técnicos altamente calificados, que se encuentran comprometidos con el desarrollo de las actividades desarrolladas en la compañía. En la Ilustración 1-4 se aprecia en detalle el personal operativo de la empresa iPAK Ltda.



*Ilustración 1-4: Organigrama iPAK Ltda.  
Fuente: iPAK Ltda.*

A continuación, se describirán las unidades básicas de la estructura organizacional:

- **Gerente planta IPAK:** Es el encargado de establecer los precios de venta de productos terminados, además de dar las aprobaciones de todas las compras a realizarse para el desarrollo de las actividades productivas. Junto con esto, se encarga de la organización, integración de personal, dirección y control en general de la planta.
- **Jefe Producción planta IPAK:** Es el encargado de la planificación de producción de la planta, junto con el control de las líneas productivas.
- **Encargado Administración IPAK:** Es quien se encarga de emitir las órdenes de compra de insumos necesarios para el funcionamiento de la planta.

- **Auxiliar Ropería, Aseo y Servicio:** Es el encargado de la limpieza de la planta, junto con el cambio periódico de las vestimentas utilizadas dentro de la planta por los trabajadores.
- **Encargado de bodega de materias primas:** Es la persona que tiene la tarea de recepcionar, organizar, realizar revisión de *stocks*, recopilar y despachar los insumos necesarios para las líneas productivas.
- **Jefe de sección:** Es quien asume el control de las líneas productivas en ausencia del Jefe de Producción.
- **Jefe de Bodega de Productos Terminados:** Es quien se encarga de la organización de los productos terminados dentro de la bodega, junto con la planificación de despacho de los productos hasta los clientes.
- **Operador mecánico:** Es quien se encarga de las mantenciones de las máquinas en general que funcionan dentro de la planta.
- **Preparador Tipo 1:** Es quien se encarga de desarrollar la etapa de fabricación en los procesos productivos.
- **Operador de maquina Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3:** Es quien se encarga de la operación de las diferentes máquinas que funcionan apoyando en las líneas productivas, la denominación Tipo 1, 2 o 3 dependerá de los años de experiencia que tenga el operador.
- **Envasador:** Es quien se encarga de envasar las diferentes materias primas en las distintas presentaciones que tienen los productos terminados ofrecidos por la empresa.

## 1.5. Clientes

La cartera de clientes de iPAK se encuentra conformada por Laboratorios Farmacéuticos y Cadenas Farmacéuticas con presencia mundial, quienes solicitan los servicios de maquila ofrecidos por la empresa para el desarrollo de sus propias marcas. Éstos son los siguientes:

- **Socofar S.A.:** La Sociedad Comercial Farmacéutica S.A es una empresa privada que se encuentra integrada por 643 locales farmacéuticos (Matriz de Farmacias Cruz Verde), una red de 154 tiendas de belleza (Maicao) y producción de medicamentos a través de laboratorios Mintlab. Desde 2015, un 60% de su propiedad pertenece al grupo mexicano Femsa, uno de los mayores embotelladores de Coca Cola del mundo, y el 40% restante al empresario chileno Guillermo Harding Alvarado.
- **Abbott Laboratories (Ex laboratorio Recalcine S.A.):** Con operaciones en Chile desde 1956, actualmente Abbott tiene 1400 empleados en las oficinas centrales del país y en las plantas de fabricación en Santiago. Las actividades primarias en el

país incluyen la distribución y venta de instrumentos y pruebas de diagnóstico, dispositivos médicos, productos nutricionales y productos farmacéuticos genéricos de marca, así como la fabricación de medicamentos. Algunas de las marcas nutricionales más populares de Chile son Ensure, Pediasure, Similac y Glucerna. El portafolio de farmacéuticos de Abbott en Chile incluye productos con marca registrada de Abbott y CFR.

- **Farmacias Knop:** La empresa nació hace 86 años en la Plaza Echaurren de Valparaíso, bajo el nombre de Farmacia y Droguería Knop. Después de 60 años consolidándose en la región, Farmacias Knop abrió su primer local en la Región Metropolitana en 1988. En la actualidad cuenta con más de 60 locales desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Lagos, convirtiéndose en la mayor cadena de farmacias de medicina natural en Chile.
- **Knop Laboratorios:** En el año 1931, Reinaldo Knop Niederhoff, visionario fundador de Knop Laboratorios comenzó a importar algunas materias primas y a elaborar sus propias formulaciones en el recetario de la tradicional Farmacia y Droguería Alemana Knop, ubicada en Valparaíso. El crecimiento sostenido, obligó a trasladar la producción a un nuevo laboratorio en Quilpué, en 1951. En 1995, entra en funcionamiento una nueva y moderna instalación productiva en El Belloto, que incorporó tecnología de punta y los más estrictos controles de calidad. El proyecto institucional de Knop Laboratorios se basa en la innovación y la sustentabilidad, siendo una empresa líder en la elaboración de medicamentos de base natural, estando a la vanguardia en bienestar integral.

Knop Laboratorios cuenta con dos grandes clientes: Farmacias del DR. SIMI y MEDCELL, los cuales son considerados como sub clientes de iPAK, ya que es ésta quien realiza la producción de los productos solicitados. Posteriormente son comprados por Knop Laboratorios y revendidos a estos clientes.

- **Farmacias del DR. SIMI:** Farmacias Similares, es una empresa mexicana, perteneciente al Grupo Por un País Mejor, cuya finalidad es ofrecer productos y servicios de salud a los estratos más desprotegidos del país. Comenzó sus operaciones en Chile en mayo de 2005, y a la fecha cuenta con más 200 farmacias abiertas en el país y más de 6000 sucursales y franquicias establecidas en todo México, Chile y Guatemala.
  - **MEDCELL:** Farmacéutica MedCell Limitada, es una compañía orientada a desarrollar marcas propias y estratégicas para farmacias Salcobrand y Preunic con foco en la creación de productos innovadores, de calidad, y que generen valor, salud y bienestar a los consumidores. Fabrica, maquila e importa productos farmacéuticos, de consumo, naturales, accesorios, etc.
- **Farmacias Ahumada (FASA):** La compañía fue fundada por José Codner Chijner en el Centro de Santiago en el año 1968. Farmacias Ahumada, es una de las farmacias más grande del país junto a Farmacias Cruz Verde y Farmacias Salcobrand. La farmacia cuenta en sus locales con medicamentos, productos

naturales, suplementos nutricionales, artículos de belleza e higiene y cuidado personal. En el año 2014, sus dueños, acuerdan la venta de Farmacias Ahumada a la británica Alliance Boots, la que posteriormente es adquirida por la estadounidense Walgreens, pasando así, a formar parte de Walgreens Boots Alliance.

## **1.6. Proceso productivo**

Para explicar de mejor manera el proceso productivo, se desarrolla el Diagrama SIPOC (Ilustración 1-5), el cual permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando cada una de las partes que participan en él.

Lo mostrado representa en forma general cómo funcionan las líneas productivas desarrolladas por la empresa iPAK, la cuales se clasifican en 2 tipos: Línea de sólidos y Línea de líquidos, que a su vez se divide en Línea de líquidos en frío y Línea de líquidos en caliente. Dentro de la línea de sólidos se tienen diferentes procesos productivos, los cuales son: cápsulas blandas, cápsulas duras, comprimidos y granel, polvos y hierbas.

En el Anexo 8.1 y 8.2, se presentan los diagramas de flujo correspondientes a cada uno de los procesos productivos para las líneas antes mencionadas, pudiéndose apreciar que, en ciertos procesos, se cuenta con etapas de fabricación en las que se realizan las mezclas necesarias de las materias primas para obtener el producto, que luego, será envasado en las diferentes presentaciones de envases con las que cuenta la empresa, pero, además, existen materias primas listas para ser llevadas a la etapa de envasado, como por ejemplo, las cápsulas blandas.

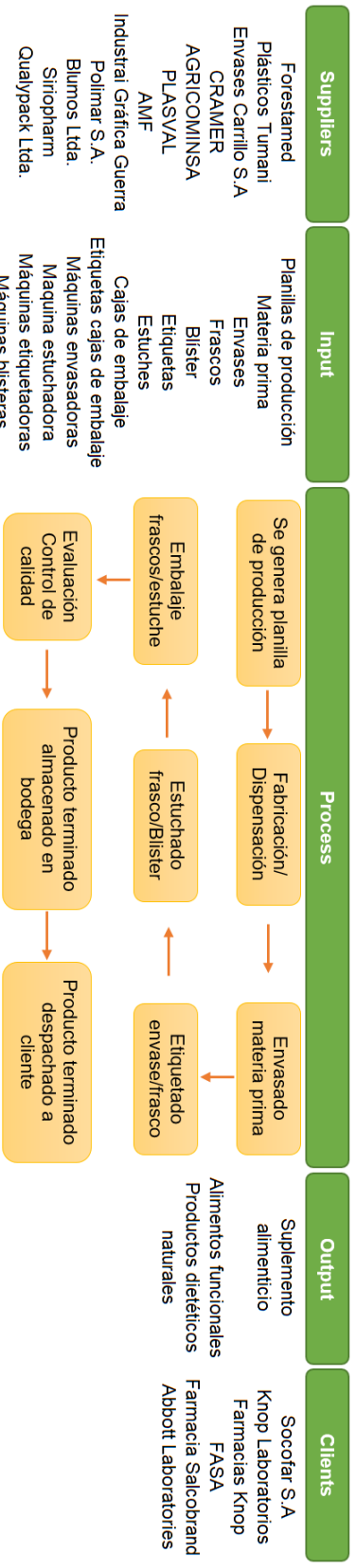
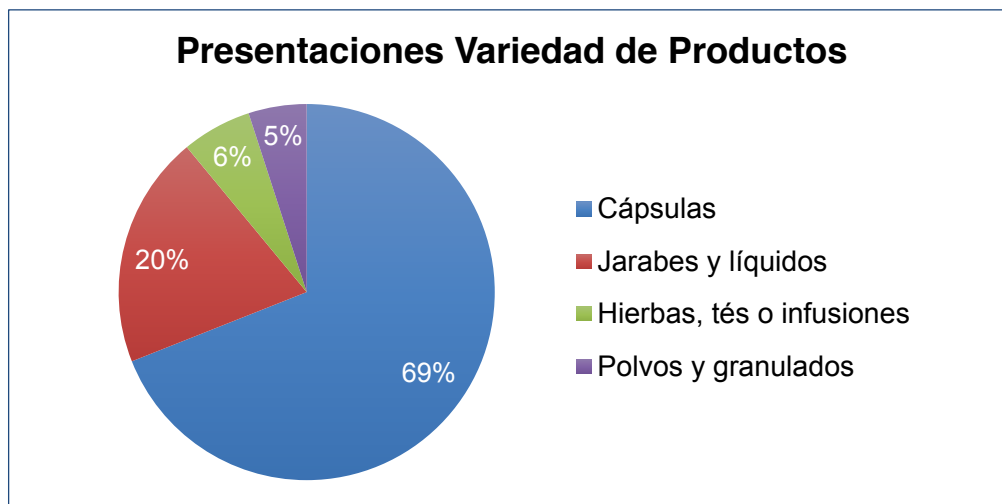


Ilustración 1-5: Diagrama SIPOC de iPAK Ltda.  
 Fuente: Elaboración propia.

## 1.7. Productos

Dentro de la variedad de productos producidos por iPAK se encuentran suplementos alimenticios, alimentos funcionales y productos dietéticos naturales, los cuales se comercializan en diversas presentaciones, tales como hierbas, tés o infusiones, granulados, polvos, jarabes y cápsulas.

En el Gráfico 1-1 presentado a continuación, es posible identificar los niveles de producción según variedad de productos, a partir de las presentaciones antes mencionadas, siendo la presentación en cápsulas, la que predomina dentro de las presentaciones.



*Gráfico 1-1: Presentaciones variedad de productos.  
Fuente: Elaboración propia.*

En el Anexo 8.3, se encuentra el listado completo de los productos producidos por iPAK, donde se identifica su codificación y sus diferentes presentaciones.

Dichos productos suman una cantidad de 99 variedades diferentes, los cuales son elaborados en función de los pedidos de cada cliente, por ejemplo, el producto A y B se fabrican exclusivamente para el cliente 1, el producto C para el cliente 2, y así sucesivamente.

Contar con esta variedad de productos, implica que en bodega se almacenen 155 variedades diferentes de materias primas, y alrededor de 310 materiales de envase y empaque, los cuales van rotando durante el año, acorde al ingreso de pedidos a la planta productiva.

## 2. Situación actual

Para comprender la situación actual de la empresa respecto al funcionamiento dentro de la Bodega de Materiales y Productos Terminados, se abordarán los siguientes aspectos: información relevante a la creación de la actual bodega, los canales de abastecimiento de insumos para la entrega del servicio de maquila a terceros y sus respectivas demoras, el proceso de ingreso y egreso de insumos en bodega, las capacidades de almacenamiento de la bodega, los tiempos de operación de los procesos de recepción, almacenamiento y *picking*, y, finalmente, el control de existencias en bodega a través de las bodegas lógicas.

### 2.1. Bodega de materiales y productos terminados

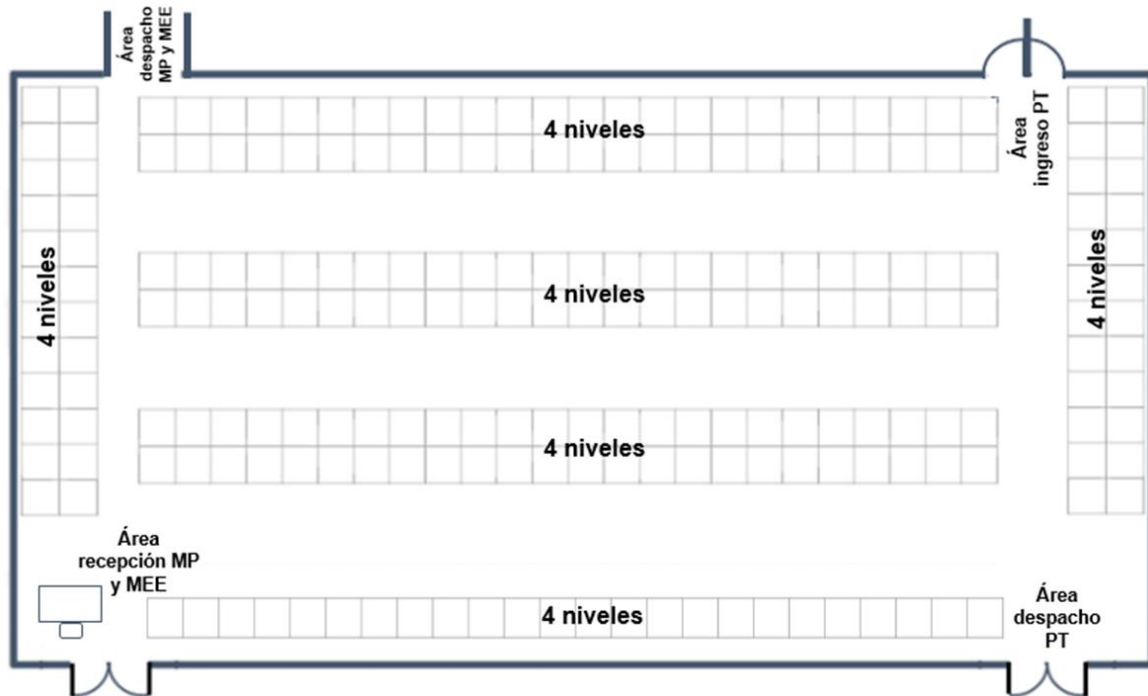
Hasta finales del año 2016, dentro de las instalaciones de la planta de iPAK, existía una bodega que no satisfacía las necesidades de capacidad de almacenamiento, marcando un registro de 150.000 kg de materiales recepcionados en ese año, por lo que, a partir del año 2017, se construye una nueva bodega, la cual es ocho veces más grande que la anterior, denominada Bodega de Materiales y Productos Terminados.

El objetivo de esta nueva bodega, es almacenar material de envase-empaque, como frascos, tapas, etiquetas, estuches y cajas de embalaje; materias primas, en su estado sólido o líquido; y productos terminados, siendo éstos los que se almacenan en menor cantidad, puesto que corresponden únicamente a los productos destinados para Knop Laboratorios. Los productos elaborados para el resto de clientes (servicio a terceros de maquila), en su mayoría, son despachados directamente al centro de distribución. Debido a la presencia esporádica de estos productos y la baja cantidad, no serán considerados dentro de este caso de estudio, siendo considerados únicamente la MP y los MEE.

La Bodega de Materiales y Productos Terminados posee 778 m<sup>2</sup>, que se distribuyen en cuatro puertas de acceso, un área de oficina, un área de recepción de productos y el área de almacenamiento general, la cual contiene 22 *racks* selectivos de cuatro niveles cada uno (véase Ilustración 2-1).

Los comienzos de operación de esta nueva bodega, fueron a partir del mes de noviembre del año 2017. Al cumplir el tercer mes operando, ya había registrado una suma aproximada de 300.000 kg de material recepcionado, doblando la cantidad almacenada durante todo el año 2016.

En la actualidad, la bodega se subdivide en dos administraciones, una a cargo del Encargado de Bodega de Materias Primas, y otra a cargo del Jefe de Bodega de Productos Terminados.



*Ilustración 2-1: Layout Bodega Nueva.  
Fuente: iPAK Ltda.*

## 2.2. Abastecimiento de insumos

Para entregar el servicio de maquila a terceros, iPAK requiere de insumos de alta calidad, los cuales provienen a través de dos canales de abastecimiento: Proveedores (nacionales e internacionales) y Clientes.

El abastecimiento a través de Proveedores permite satisfacer los pedidos realizados por Socofar S.A, Knop Laboratorios, Farmacias Knop y FASA. Éstos tienen una tardanza aproximada de 15 a 30 días para proveedores nacionales, y 2 a 3 meses para proveedores internacionales. Los clientes restantes, es decir, Abbott Laboratories, Farmacias del DR. SIMI y MEDCELL, proporcionan los insumos necesarios para sus propios pedidos, quienes tardan entre 15 y 30 días en realizar las entregas. Plazos superiores a los indicados anteriormente, generan retrasos en el inicio del proceso productivo, y, por ende, retrasos en la entrega del producto terminado al cliente respectivo, lo que en ocasiones se ha visto reflejado en la cancelación de pedidos.

El hecho de que los clientes envíen sus propios insumos, aumenta la probabilidad de que éstos sean rechazados por no cumplir los estándares mínimos de calidad, provocando retrasos en la producción, ya que, en estos casos, los insumos deben ser solicitados nuevamente a los clientes, para que posteriormente vuelvan a pasar por un análisis de calidad. En cambio, que iPAK seleccione sus proveedores, le permite asegurar la calidad

esperada de los insumos que se requieren y la entrega oportuna de éstos. Sin embargo, no queda exenta la posibilidad de que existan retrasos o bien, que el insumo recibido presente problemas de calidad o sea un lote incompleto, lo que provocaría realizar un nuevo pedido incurriendo en un sobrecosto de insumos, ya sean éstos, compra de materias primas, pago de horas extras, costos de transporte, entre otros.

Tanto iPAK como Knop Laboratorios cumplen un doble papel, ya que pueden comportarse como cliente y proveedor a la vez. Este es un beneficio con el que cuentan las empresas debido a los lazos existentes por pertenecer al mismo holding, generando una relación bidireccional, permitiendo así, comprar y vender productos e insumos, respectivamente, cuando sean requeridos. Los tiempos de respuesta ante estos requerimientos varían entre 1 y 2 días como máximo.

### **2.3. Proceso de ingreso y egreso de insumos en bodega**

Con el fin de estandarizar el proceso de recepción, almacenamiento, ingreso, distribución, pesaje y dispensación de la bodega de materiales, la empresa cuenta con un protocolo para la logística de ingreso y egreso de insumos de la bodega, estableciendo actividades, responsables y registros involucrados en el ingreso y egreso de insumos de acuerdo al sistema de calidad.

A modo explicativo, se detallarán las actividades de la logística de ingreso y egreso de insumos.

#### **2.3.1. Logística de ingreso de insumos**

En la Ilustración 2-2 mostrada a continuación, se presentará a través de un Diagrama de Proceso la ingreso de insumos en la Bodega de Materiales y Productos Terminados.



### **Recepción y Revisión de Requisitos Técnicos y Contables**

Se debe verificar que los insumos recepcionados, provenientes de proveedores, estén conformes a lo estipulado en la Orden de Compra, y que el despacho haya sido enviado con toda la documentación pertinente: Facturas y/o Guías de despacho y Certificado de Análisis del Proveedor.

No se recibirán insumos que presenten alguna de las siguientes disconformidades:

- Embalajes en mal estado por una manipulación inadecuada u otro motivo, por ejemplo: recipientes quebrados, abollados, manchados, o con su contenido parcialmente vertido.
- Embalajes (sacos, bolsas, cajas) que se abran durante el transporte o la descarga.

### **Ingreso**

El ingreso físico de los insumos aceptados se realizará en el área de recepción, la cual corresponde a la disposición transitoria que se da a los insumos, ya sean, materia primas o material de envase-empaque, hasta que el Departamento de Control de Calidad realice el muestreo y le asigne el estado de cuarentena.

El Encargado de Bodega de MP debe ingresar el insumo al Sistema AS-400. El sistema AS-400 asigna automáticamente el "Número de Recepción" o CODE/SERIE a cada uno de estos productos ingresados a bodega. Los insumos que ingresan directamente a iPAK, contienen un total de once dígitos: cuatro de ellos correspondiente al año, dos dígitos correspondientes al mes, dos dígitos correspondientes al día y un número correlativo de tres dígitos que comienza desde el número 100 hasta el 999; sin embargo, hay ocasiones en que también ingresan insumos provenientes desde la bodega de Knop Laboratorios, los cuales cuentan con la validación posterior al proceso de análisis del Departamento de Control de Calidad, y para estos casos, este CODE/SERIE es asignado por el encargado de bodega de Knop Laboratorios, y tiene un total de 10 dígitos: cuatro de ellos correspondiente al año, dos dígitos correspondientes al mes, dos dígitos correspondientes al día y un número correlativo de dos dígitos que comienza desde el número 00 y termina en el número 99. En la Ilustración 2-3 y en la Ilustración 2-4 se observa la forma de rotular el CODE/SERIE para cada producto almacenado en bodega.

**Code/Serie : 2014-10-28-101**

*Ilustración 2-3: Code/Serie iPAK Ltda.*

*Fuente: iPAK. Ltda.*

**Code/Serie : 2018-01-09-10**

*Ilustración 2-4: Code/Serie Knop Laboratorios.*

*Fuente: iPAK Ltda.*

### **Análisis Control de Calidad**

Esta actividad corresponde a la determinación mediante ensayos físico-químicos y/o microbiológicos y atributos de las especificaciones técnicas del insumo. Es responsabilidad del Jefe de Control de Calidad, disponer de su realización y entregar los resultados.

El insumo deberá permanecer en el área de recepción hasta su muestreo. Posteriormente, deberá permanecer en estado de cuarentena hasta que el personal de Control de Calidad realice los análisis requeridos, los cuales tardan entre 7 y 21 días.

### **Ingreso en Bodega Virtual**

Realizados los análisis de control de calidad, el Asistente de Control de Calidad y/o Secretaria de Control de Calidad deberán traspasar al sistema de existencias AS-400 el insumo desde estado virtualmente en cuarentena a estado de: Aprobado, Aprobado con Reserva o Rechazado, según corresponda; y anexar etiqueta con la disposición en cada bulto.

### **Almacenamiento Definitivo en Bodega**

Una vez que Control de Calidad ha entregado la disposición final al insumo (etiqueta adherida), el Encargado de Bodega de MP debe almacenar físicamente los insumos en las estanterías. Estas etiquetas aluden a una clasificación denominada sistema de semáforo. En la Ilustración 2-5 se observan ejemplos de éstas.



Ilustración 2-5: Etiquetas clasificación semáforos.  
Fuente: iPAK Ltda.

La etiqueta verde, significa que los productos están aprobados y listos para ser despachados; la etiqueta azul, significa que los productos están aprobados pero con reserva, es decir, que se pueden utilizar, pero parte del contenido presenta algún defecto, por lo que para estos casos, el operador debe ir revisando el contenido en el momento y apartar los productos defectuosos que se vayan presentando; el resto de productos puede ser utilizado con normalidad; la etiqueta amarilla, significa que los productos se encuentran en cuarentena; y la etiqueta roja, significa que los productos fueron rechazados, por lo cual, deben ser eliminados o devueltos al proveedor, según corresponda.

### Almacenamiento transitorio y Devolución al Proveedor

Aquellos insumos que presentan disposición de rechazados son almacenados transitoriamente dentro de las estanterías disponibles para ser devueltos al proveedor. Para estos casos, el Encargado de la Administración de la Planta iPAK es responsable de planificar las acciones para devolver el insumo, y debe comunicar al Encargado de Bodega de MP, cuándo, cómo y quién realizará dicha actividad.

### Conciliación de la Documentación

Cada área de producción generará una solicitud de ajuste de existencias denominada Conciliación de la Documentación, que contiene información respectiva al material sobrante de cada proceso y que deberá ser devuelto a bodega.

Los insumos devueltos de las líneas productivas o del área de fraccionamiento y/o dispensación se deben tratar como:

- **Insumos de excedentes de Producción “Buenos”:** Reingreso a Existencias, mediante el documento denominado Orden de Ingreso a Bodega de MP.
- **Insumos rechazados “Malos”:** Ingreso a Bodega de materiales Rechazados, mediante el documento denominado Orden a Bodega Materiales Rechazados (Bodega virtual perteneciente al sistema AS-400).

Los primeros serán almacenados nuevamente junto al resto en caso de que aún queden insumos registrados bajo el mismo CODE, en caso de no ser así, se le asignará una nueva posición. Los segundos serán enviados a destrucción.

### Cierre de existencias

Luego de asignar el almacenamiento definitivo de los insumos ingresados o reingresados en bodega, se procede a realizar el cierre de existencia en la bodega virtual del software AS-400 registrando las cantidades que fueron almacenadas.

## 2.3.2. Logística de egreso de insumos

En la Ilustración 2-6 mostrada a continuación, se presentará a través de un Diagrama de Proceso la egreso de insumos de la Bodega de Materiales y Productos Terminados.

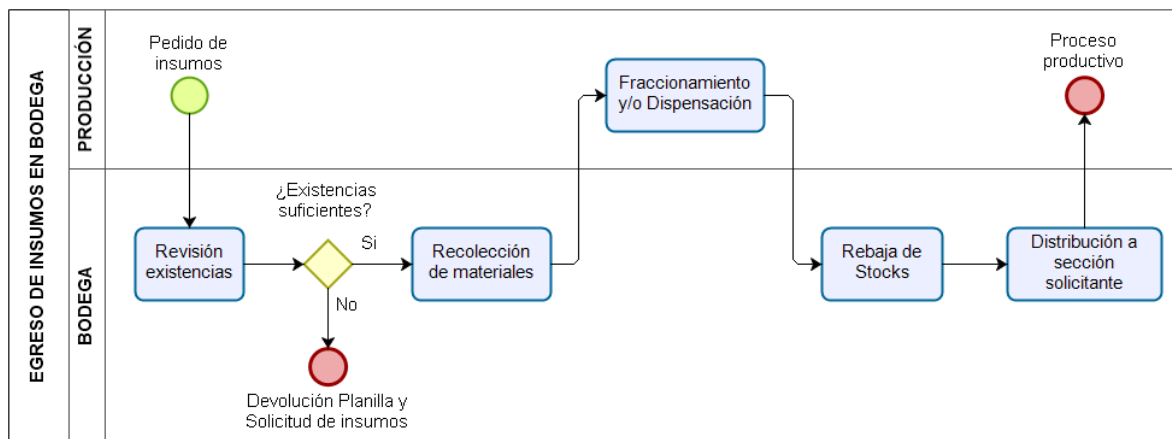


Ilustración 2-6: Proceso de egreso de insumos en bodega.  
Fuente: Elaboración propia.

### Solicitud de Pedido de Insumos

La solicitud de pedido de insumos a Bodega se genera por:

- **Planillas de Producción:** Documentos que contienen batch estandarizados de producción de cada producto. Aquí se detallan las cantidades necesarias de materia prima para la preparación de la fórmula del producto y su disposición final (MEE).
- **Orden a Bodega de MP:** Listado de insumos requeridos por la línea de producción.
- **Orden de compra:** Materiales solicitados desde la planta farmacéutica.

Nota: Un pedido se puede subdividir en  $n$  cantidad de planillas, pudiendo variar este número según el *batch* del pedido completo del producto, esto debido a que cada producto de la variedad producida tiene *batch* diferentes. Por ejemplo, si el pedido fuera de 20 mil unidades, y la planilla tiene un *batch* estándar de 5 mil unidades, se tendrían que realizar cuatro planillas para cubrir el pedido total.

### **Revisión de existencias**

El Encargado de Bodega de MP debe verificar la existencia y cantidad de insumo solicitado en la Bodega de Materiales y Productos Terminados. Además, es responsable del control de vigencia o vencimiento de todos los insumos disponibles.

### **Devolución planilla y solicitud de insumos**

En caso de que no se cuente con el *stock* necesario para el desarrollo de la planilla de producción, ésta es devuelta al Jefe de Producción informando de la falta de material y se realiza una solicitud de insumos al Encargado del Departamento de Abastecimiento iPAK para reponer *stock* faltante.

### **Recolección de materiales**

Luego de comprobar la existencia de los insumos solicitados se procederá primeramente a la selección y traslado de éstos. Estas acciones las realiza el Encargado de Bodega de MP de acuerdo a la técnica de gestión FEFO (*First Expired, First Out*).

### **Fraccionamiento y/o dispensación de MP y MEE**

El fraccionamiento y/o dispensación de materiales es realizado por el Preparador y/u Operador designado, siendo estos insumos destinados exclusivamente a la etapa de fabricación. Luego del fraccionamiento, los insumos serán reingresados a bodega para proceder a la rebaja de *stocks*.

### **Rebaja de *Stock***

El Encargado de Bodega de MP es quien debe proceder a realizar la rebaja de *stock* del sistema AS-400, la cual se lleva a cabo de acuerdo a la solicitud de pedido de insumos solicitado. Esta actividad se debe realizar posterior al fraccionamiento y/o dispensación de insumos, con el fin de mantener actualizados los *stocks* de inventario.

### **Distribución a la Sección Solicitante**

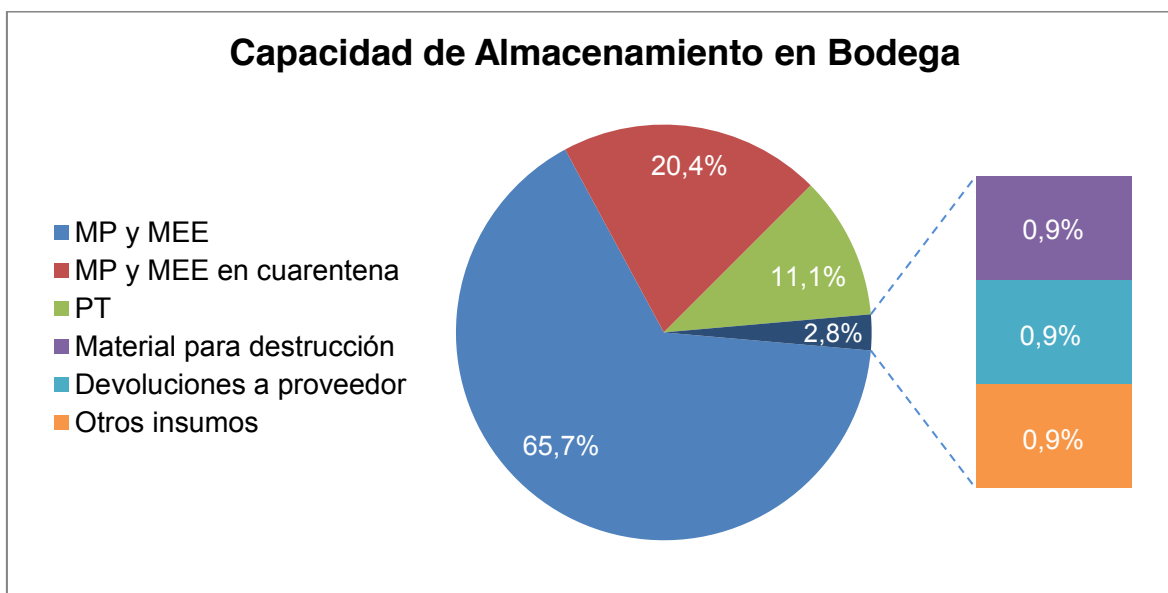
Para la distribución a la sección solicitante, cada responsable deberá retirar desde bodega los insumos requeridos.

## Proceso Productivo

Al contar con los insumos indicados por la planilla, los operarios dan comienzo al proceso productivo respectivo de cada producto. Éstos tienen la opción de realizar una “Solicitud de Ajuste de Existencia”, la cual consiste en solicitar material extra o devolver material sobrante relacionado con la producción, adjuntando documentación que respalde esta situación.

## 2.4. Almacenamiento en bodega

La capacidad de almacenamiento de los productos dentro de la bodega de Materiales y PT se distribuye de la siguiente manera: de un total de 864 posiciones, 568 de éstas están destinadas a MP y MEE, 176 posiciones a MP y MEE en cuarentena, 96 posiciones destinadas a PT y 24 posiciones destinadas a material para destrucción, devoluciones a proveedor y otros insumos; pudiéndose apreciar en el Gráfico 2-1 una representación de la distribución de almacenamiento.



*Gráfico 2-1: Capacidad de Almacenamiento en Bodega<sup>3</sup>.  
Fuente: Elaboración propia.*

Cabe destacar que, pese a la actual distribución de la capacidad, ésta no satisface las necesidades reales de almacenamiento debido a la falta de flexibilidad en la disposición dentro de los *racks*, provocando que existan grandes cantidades de productos albergados en los pasillos de la bodega, pese a existir espacios disponibles en estanterías, pero que se

<sup>3</sup> La capacidad de almacenamiento en bodega se mide en función de los espacios disponibles en rack.

encuentran destinados a otros tipos de productos, lo cual se refleja en la Ilustración 2-7. Este hecho ocurre mayoritariamente con los espacios destinados a producto terminado, ya que constantemente se tienen espacios disponibles, pero solo pueden ser utilizados por esta clase de producto y no por materia prima o material de envase empaque, según disposición de los encargados de bodega.

Sumado a lo anterior, tanto los pasillos como las estanterías no cuentan con una identificación definida, lo que impide generar registros específicos de las ubicaciones de los productos, provocando que en ocasiones el mismo producto este ubicado en más de una posición a la vez y, además, entorpece la comunicación entre los trabajadores del área respecto a la disposición final de los productos. Por otra parte, el Encargado de Bodega no genera registros respecto a la liberación de espacios en los *racks* posterior al despacho de productos, por lo que el reconocimiento de espacios disponibles se realiza de manera visual.



*Ilustración 2-7: Productos albergados en pasillos de Bodega.  
Fuente: iPAK Ltda.*

## 2.5. Tiempos de operación promedio en bodega

A continuación, se detallan los tiempos que actualmente tarda la empresa en realizar las operaciones dentro de la bodega.

### 2.5.1. Tiempo de recepción de insumos

Corresponde al tiempo promedio transcurrido entre las etapas 1 y 3 de la logística de ingreso de insumos en bodega, es decir, la recepción y revisión de requisitos técnicos y contables, el ingreso de los insumos y la verificación del cumplimiento de especificaciones, explicados en el punto 2.3.1, tardando un tiempo de **1 hora y 5 minutos**.

### 2.5.2. Tiempo de almacenamiento

Corresponde al tiempo promedio transcurrido en la tarea de almacenar definitivamente los insumos en la bodega de MP y MEE, luego de que fueron aprobados por el departamento de Control de Calidad. Este proceso tarda **2 horas y 15 minutos**, esto debido a que el encargado debe buscar los espacios disponibles y luego operar la máquina montacargas para acercar los *pallets* que contienen los insumos y disponerlos en su lugar de almacenamiento.

### 2.5.3. Tiempo de *picking* de insumos

Corresponde al tiempo promedio que transcurre durante la recolección de los insumos requeridos por el área de producción, necesarios para el desarrollo de cada planilla. Este proceso tarda **2 horas y 15 minutos**, ya que los insumos se encuentran almacenados en más de un espacio de almacenamiento, los *pallets* contienen productos que no pertenecen a la misma familia, las estanterías no cuentan con una identificación y no existe un registro específico de la ubicación de los productos almacenados.

## 2.6. Control de existencias

Durante el año, las cantidades de insumos almacenadas en bodega son controladas a través de las bodegas lógicas (virtuales) que componen el Sistema AS-400, las cuales son:

- Bodega 22: Bodega Recepción (MP - MEE).
- Bodega 3: Bodega Materias Primas (MP).
- Bodega 4: Bodega Material Envase-Empaque (MEE).
- Bodega 58: Bodega Material Rechazado (Devolución a proveedores).

Estas bodegas se actualizan diariamente con la generación de las planillas productivas y con las solicitudes de ajuste de existencias entregadas por los operarios. Cabe mencionar que los operarios no realizan rigurosamente el llenado de las solicitudes, generando que, en reiteradas ocasiones, las cantidades devueltas a bodegas no coincidan con lo escrito en la solicitud.

Para comparar las cantidades de productos almacenados en la bodega física con las cantidades registradas en las bodegas virtuales, una vez al año se efectúa un conteo de productos en bodega, el cual es realizado por el Encargado de Bodega de Materias Primas, en conjunto con dos ayudantes, quienes retiran los productos uno a uno de su espacio de almacenamiento, debido a que en los *pallets* se almacena más de un tipo de producto, que no necesariamente pertenece a la misma familia. Este proceso tarda un tiempo aproximado de 3 a 5 días, durante el cual se continúa despachando insumos, lo que provoca que la suma de productos en bodega no sea exacta y/o pueda presentar errores durante el resto del año.

Lo anterior implica que puedan producirse quiebres de *stock* durante el proceso productivo o al inicio de éste, debido al desconocimiento de las cantidades reales de insumos almacenadas en bodega y la insuficiencia de los insumos necesarios, generando, por ejemplo, retrasos en las entregas y cancelación de pedidos.

Adicionalmente, el desconocimiento de las cantidades, también provoca bajos índices de rotación, por aquellos productos que son olvidados dentro de las estanterías, ya que, no se cuenta con un sistema de registro que permita identificarlos. Se tienen registros de algunas materias primas que hasta la fecha llevan **8 meses** almacenadas y no tienen planificado utilizarse próximamente, así como también, productos terminados que llevan **6 meses** almacenados y aún no tienen fecha de despacho.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Datos obtenidos a partir de CODE y fecha de ingreso a bodega, respectivamente.

### 3. Planteamiento del problema y objetivos

Para determinar el problema, se hará uso de la herramienta denominada Árbol de la Realidad Actual (ARA), la cual permite establecer una relación causa – consecuencia entre los efectos indeseados que son posibles identificar del capítulo anterior. Adicionalmente, se utilizará una Matriz Vester, la que permite corroborar la consistencia de las relaciones de causalidad entre cada uno de los efectos indeseados presentes en el Árbol, así como también, identificar aquellos que constituyen el problema raíz.

#### 3.1. Efectos indeseados

A partir de la situación actual de la empresa, es posible enumerar los efectos indeseados contenidos en la Tabla 3-1:

N°	Efecto Indeseado	Descripción
1	Pérdida de clientes.	Tiene relación con el incumplimiento o la tardanza reiterativa en la entrega de productos terminados solicitados por los clientes de la empresa.
2	Tardanza en la entrega de productos terminados.	Es el tiempo que transcurre posterior al plazo de entrega de un producto terminado, que tiene relación con el retraso en el inicio o detención del proceso productivo, y se podría ver reflejado en el incremento de los costos de almacenamiento.
3	Altos costos de almacenamiento.	Es el costo de almacenar una cierta cantidad de productos durante un tiempo determinado. El incremento de éstos podría tener relación con los bajos índices de rotación y el incumplimiento de los plazos de entrega de productos.
4	Retraso en inicio del proceso productivo.	Tiene relación con la demora en el almacenamiento de insumos en bodega, los elevados tiempos de preparación de pedidos, el rechazo de los insumos posterior al análisis de control de calidad, por la tardanza de éste mismo, y por carecer de los insumos necesarios para llevar a cabo la elaboración del pedido.
5	Sobrecosto de insumos.	Es un efecto indeseado que tiene relación con los costos no presupuestados en los que se debe incurrir a falta de insumos indispensables para la fabricación de productos, así como también, el egreso a razón del pago de horas extra, servicios básicos, maquinaria, etc.
6	Detención del proceso productivo.	Tiene relación a la paralización de la faena productiva por motivos de quiebre de <i>stock</i> .

N°	Efecto Indeseado	Descripción
7	Bajos índices de rotación.	Tiene relación a los largos periodos de permanencia en estado de almacenamiento que tienen ciertas materias primas producto del desconocimiento de las cantidades exactas de éstas en bodega.
8	Demora en almacenamiento de insumos.	Tardanza en el almacenamiento de insumos en bodega, producto del desconocimiento de la ubicación definida de almacenaje y por la presencia de materias primas albergadas en los pasillos de la bodega.
9	Altos tiempos de <i>picking</i> .	Elevados tiempos de preparación de pedidos, producto de la inexistencia de una ubicación definida de almacenaje para los insumos.
10	Rechazo de insumos por Control de Calidad.	Tiene relación con la desaprobación de los insumos que no cumplen con la calidad esperada estipulada por la empresa.
11	Demora en análisis de Control de Calidad.	Guarda relación con el análisis independiente de cada uno de los lotes de insumos enviados por los proveedores, producto del incumplimiento respecto a las cantidades solicitadas.
12	Quiebre de <i>stock</i> .	Es un efecto indeseado relacionado con el incumplimiento de los proveedores en términos de tiempo y cantidad, por carecer de un <i>stock</i> suficiente, y por desconocer las cantidades exactas almacenadas en bodega.
13	Desconocimiento de las cantidades exactas de insumos en bodega.	Producto a la realización de toma de inventario una vez al año, al despacho de insumos durante éste y debido a la inconsistencia de información entre las cantidades físicas y virtuales almacenadas en bodega.
14	Productos albergados en pasillos de bodega.	Es un efecto indeseado que se genera a causa de la distribución errónea de productos en las estanterías de la bodega y por no contar con un registro respecto a la liberación de los espacios.
15	Desconocimiento de la ubicación de productos en bodega.	Se debe a la presencia de un tipo de producto en más de un espacio de almacenamiento.
16	Insumos de mala calidad.	Tiene relación con la materia prima entregada por los clientes que puede incumplir los estándares mínimos de calidad esperados por la empresa.
17	Incumplimiento de proveedores.	Efecto indeseado relacionado con el cumplimiento tardío e inexacto en las entregas de materia prima, tanto internos como externos.

N°	Efecto Indeseado	Descripción
18	No contar con <i>stock</i> suficiente.	Se debe a que la planificación de producción es en base a pedidos de clientes, y no a pronósticos de demanda, lo que impide anteponerse a cambios en la producción.
19	Realizar la toma de inventarios una vez al año.	La toma de inventarios se realiza una vez al año con la finalidad de corroborar las cantidades físicas con las virtuales.
20	Despachar insumos mientras se realiza la toma de inventario.	La tardanza del proceso de inventario implica que se sigan despachando insumos para no retrasar tareas paralelas.
21	Productos en bodega física no coinciden con los productos de bodega virtual.	Inconsistencia numérica provocada por el registro impreciso por parte de los operarios en la documentación entregada al finalizar el proceso productivo.
22	Distribución errónea de productos en estanterías.	Tiene relación con la falta de flexibilidad en la disposición de <i>racks</i> presentes en bodega.
23	No se generan registros de liberación de espacios.	Guarda relación con la falta de identificación de estanterías y espacios de almacenamiento en bodega.
24	Producto presente en más de un espacio de almacenamiento.	Tiene relación con la falta de registros específicos de la ubicación de productos almacenados en bodega y sobre la liberación de los espacios disponibles para esto.
25	Clientes entregan sus propias materias primas.	Existen clientes que por políticas internas entregan sus propios insumos para participar en el control del proceso productivo.
26	Producción en base a pedidos de clientes (Servicio de Maquila).	La planificación de producción se realiza teniendo el pedido hecho por el cliente respectivo.
27	Registro impreciso en la conciliación de la documentación.	Tiene relación con la información entregada por los operarios al finalizar los procesos productivos, la cual puede ser inconsistente.
28	Falta de flexibilidad en disposición de <i>racks</i> .	Producto de la asignación de estanterías sin considerar aumento o disminución de las cantidades de materias primas o productos terminados almacenados.
29	Estanterías y espacios sin identificación.	Los <i>racks</i> carecen de una identificación que permita el reconocimiento visual de los productos almacenados.
30	No existen registro específicos de las ubicaciones de productos.	Los productos son almacenados en base al criterio del administrador sin llevar un registro de la ubicación de éstos.

Tabla 3-1: Efectos indeseados.

Fuente: Elaboración propia.

## 3.2. Árbol de la realidad actual

A partir de la identificación de los efectos indeseados (EFI), se realiza un análisis sobre la existencia de relación de causalidad entre cada uno de ellos, con la finalidad de hallar la o las causas raíces del problema.

Las relaciones fueron esquematizadas de la siguiente manera:

- La *Pérdida de Clientes*, ubicada en la parte superior de árbol, se ocasiona en gran medida, por el incumplimiento en los plazos de entrega de los productos terminados. Lo que paralelamente, genera *Altos costo de almacenamiento*, potenciados a su vez, por los *Bajos índices de rotación* de ciertos productos.
- La *Tardanza en la entrega de PT* se debe a retrasos en el inicio del proceso productivo y por detenciones ocasionadas en este mismo, los que a su vez provocan sobrecostos de insumos.
- Los principales motivos del retraso en el inicio del proceso productivo, se deben a la demora en el almacenamiento de insumos en bodega, los altos tiempos de *picking*, el rechazo de insumos y demora en el análisis por parte del área de Control de Calidad, y a los quiebres de *stock*, siendo éste identificado como causa raíz del problema.
- La *Demora en el almacenamiento de insumos* es originada por productos que permanecen albergados en los pasillos de la bodega por tiempos indefinidos, y por el desconocimiento de la ubicación de los productos dentro de ésta, todo esto, a raíz de la presencia de productos en más de un espacio de almacenamiento y la falta de registros en la liberación de espacios, así como de la ubicación específica de los productos, ya que las estanterías y espacios de almacenamiento no cuentan con identificación visual.
- La presencia de productos en los pasillos de la bodega se ocasiona por la distribución errónea de los productos dentro de las estanterías, ya que ésta es fija y no considera variaciones que se puedan presentar en las cantidades de materias primas o productos terminados almacenados.
- El rechazo de insumos y la demora en el análisis por parte del departamento de Control de Calidad, se debe a los insumos de mala calidad y al incumplimiento de proveedores, respectivamente, todo esto, a razón de que algunos clientes entregan sus propias materias primas lo que impide el seguimiento del origen de éstas.
- La causa raíz del problema, es decir, los *quiebres de stock*, son provocados por tres motivos. En primer lugar, por el incumplimiento de proveedores; en segundo lugar, porque la empresa no cuenta con las cantidades suficientes de insumos, ya que su producción es en base a pedidos de clientes, lo que impide anteponerse a cambios en la producción; y, en tercer lugar, por el desconocimiento de las cantidades exactas de productos en bodega, lo que a su vez se genera por la realización de

toma de inventario una vez al año, durante el cual se continúa despachando insumos al área de producción, y por la inconsistencia de información sobre las cantidades almacenadas en la bodega física y virtual.

En base a las relaciones descritas, el árbol de la realidad actual queda esquematizado como se observa en la Ilustración 3-1:

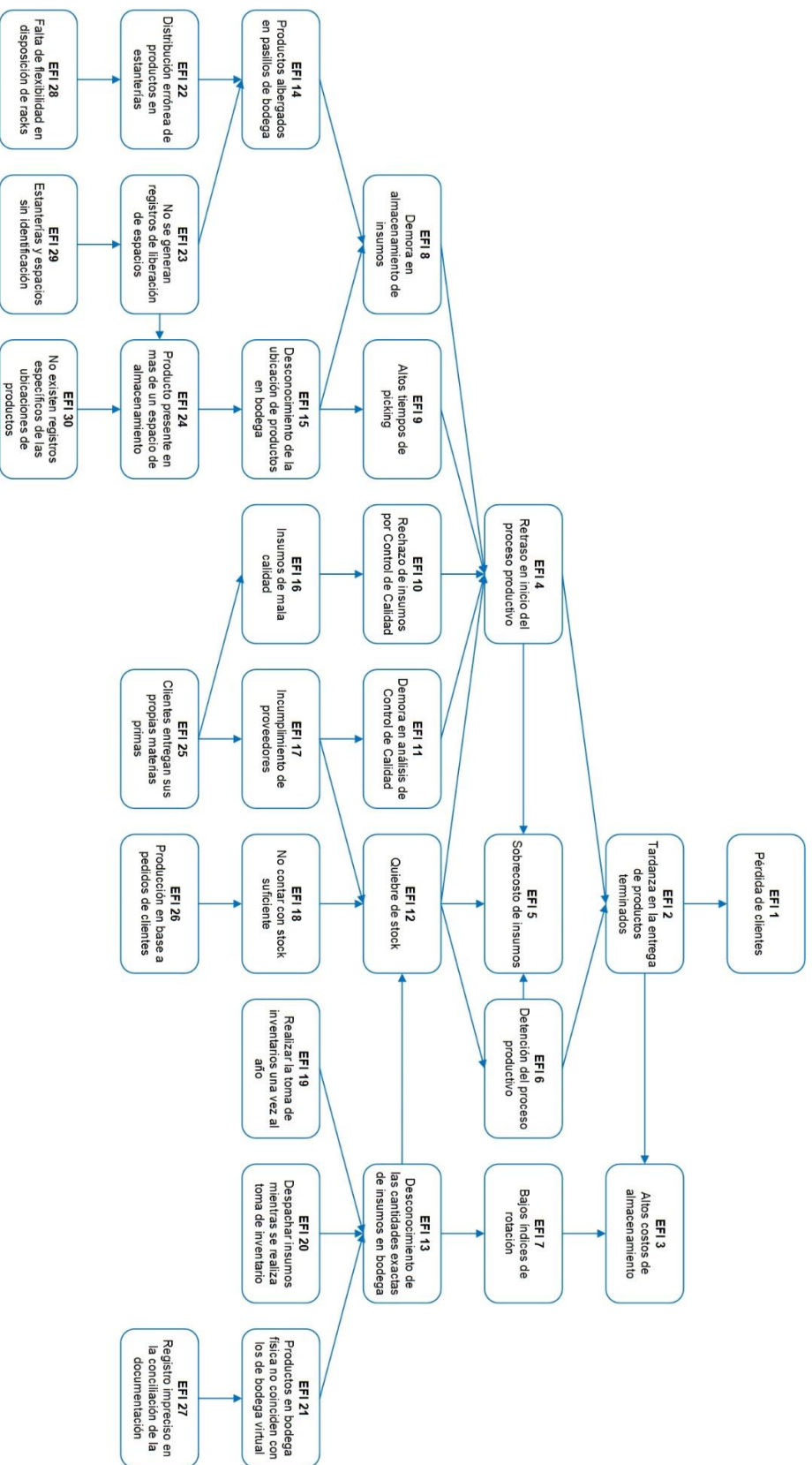


Ilustración 3-1 : Arbol de Realidad Actual.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Matriz Vester

Para confirmar la consistencia de las relaciones de causalidad entre cada uno de los efectos indeseados presentados en el Árbol de la Realidad Actual e identificar los efectos indeseados que constituirán el problema, se hará uso de la Matriz Vester.

La matriz está compuesta por 30 elementos (efectos indeseados) y presenta 37 relaciones con intensidad alta (ver Anexo 8.4), con lo cual, se calcula el Índice de Consistencia, donde se debe cumplir que el total de relaciones de causalidad de intensidad alta sea menor al 30%, pudiéndose calcular de la siguiente manera:

$$I.C. = \frac{\text{Cantidad de elementos en la matriz con valor igual a tres}}{\text{Cantidad de elementos en la matriz}} \times 100$$

Para el caso, el índice de consistencia obtenido es de un valor del 4,11%, por lo que se cumple la condición antes planteada, y, por ende, las relaciones de causalidad desarrolladas son consistentes.

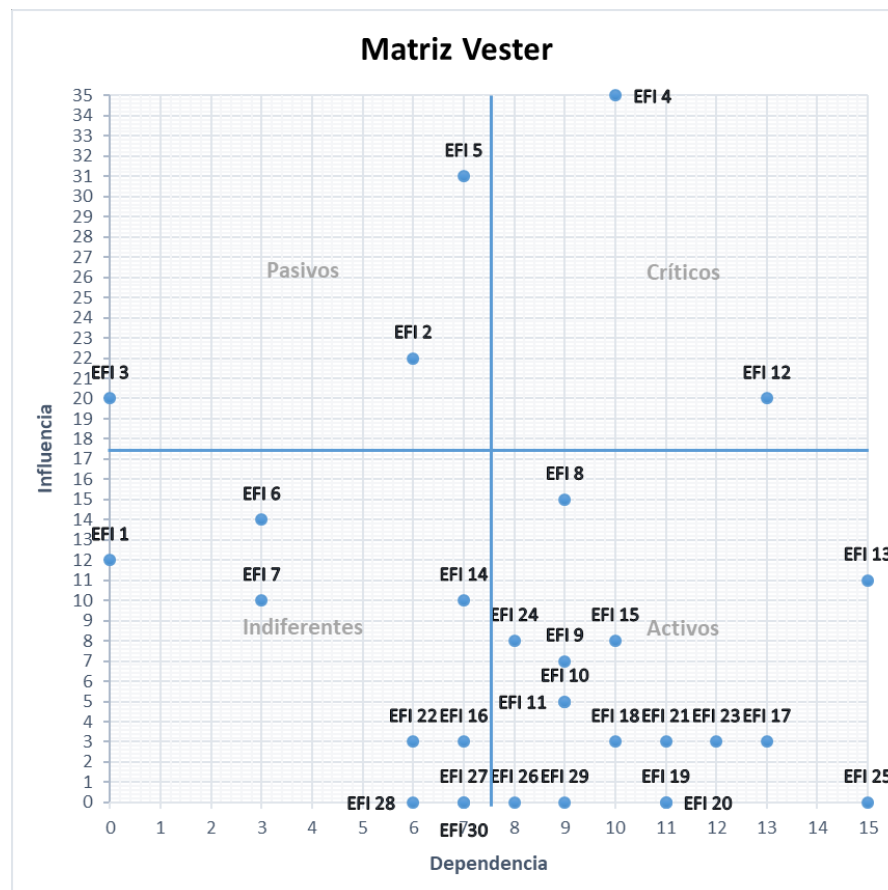


Gráfico 3-1: Matriz Vester.  
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el Gráfico 3-1, existen dos efectos indeseados ubicados en el primer cuadrante, es decir, aquellos que constituirán los problemas a solucionar. Estos son: Retraso en inicio del proceso productivo (EFI 4) y Quiebre de *stock* (EFI 12). Adicionalmente, los efectos 2, 5 y 8, es decir, la Tardanza en la entrega de productos terminados, Sobrecosto de insumos y Demora en almacenamiento de insumos, tienden a ir a este cuadrante, pero se asumen como consecuencia de los efectos 4 y 12.

### **3.4. Descripción del problema**

En base a la información recopilada de iPAK Ltda., su situación actual y las conclusiones obtenidas a través de la aplicación de las herramientas ARA y Matriz Vester, es posible definir el problema a solucionar del presente trabajo de título.

La principal función de la bodega de materiales y productos terminados de iPAK, es responder a los requerimientos provenientes de sus líneas productivas, así como almacenar y mantener en las mejores condiciones los productos adquiridos por la empresa. Hecho que se cumple, pero fuera de los plazos esperados, producto de la demora en el almacenamiento de insumos, altos tiempos de *picking*, rechazo y demora en el análisis de control de calidad, y, en mayor medida, por quiebres de *stock*. Esto repercute en los altos costos de almacenamiento, sobrecostos de insumos y tardanza en la entrega de productos terminados.

Es por esto, que se propone elaborar un sistema de gestión de bodega que permita asegurar el suministro de los materiales a las respectivas líneas productivas, asignando una identificación a los espacios de almacenamiento, diseñando un protocolo de almacenamiento que se adecúe a las características de la bodega y estableciendo un sistema de conteo que permita conocer las cantidades exactas almacenadas.

### **3.5. Objetivos**

#### **3.5.1. Objetivo general**

Diseñar propuesta de un sistema de gestión para Bodega de Materiales y Productos Terminados de iPAK Ltda. con el fin de asegurar el suministro de los materiales a sus líneas productivas.

#### **3.5.2. Objetivos específicos**

- Realizar clasificación de insumos en familia de productos.
- Definir ubicación de productos dentro de la bodega.
- Establecer políticas de almacenamiento de productos dentro de la bodega.
- Rediseñar el proceso de almacenamiento a través de la implementación de un sistema de gestión de bodega.

## 4. Marco teórico

En este capítulo se desarrollarán temas que se utilizaron como teoría para fundamentar el planteamiento del problema propuesto, y las soluciones que se darán para resolverla.

### 4.1. Gestión de almacenes

Según Poirier et. al. (1996), la gestión de los almacenes es un elemento clave para lograr el uso óptimo de los recursos y capacidades del almacén, dependiendo de las características y el volumen de los productos a almacenar.

La gestión de almacenes es el proceso de la función logística que se encarga de la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén de cualquier material, ya sea, materias primas, productos semielaborados o productos terminados, además del tratamiento e información de los datos generados. El objetivo general consiste en garantizar el suministro continuo y oportuno de los materiales y medios de producción requeridos para asegurar los servicios de forma ininterrumpida.

### 4.2. Actividades de almacenamiento

Rouwenhorst et. al. (2000) señalan que las actividades que se realizan en un almacén se pueden definir de la siguiente manera:

- **Recibo:** Incluye la descarga de los productos propios y adquiridos, actualización del registro de inventario y la inspección referente a la cantidad o calidad de los productos.
- **Almacenamiento:** Actividad donde los productos son ubicados en sus posiciones o lugar de almacenaje. El área de almacenamiento puede consistir en dos tipos, el área de reserva y el área de recolección; en la primera, los productos son almacenados de manera más económica, ya que corresponden a los de baja rotación, y la segunda, donde los productos son almacenados en *racks* o estantes de fácil acceso, es decir, los de más alta rotación.
- **Preparación de pedidos:** También llamado *picking*, corresponde a la recolección de los productos desde su ubicación de almacenamiento. En este proceso la mayoría de las veces se hace necesaria la recolección de varios productos diferentes para completar una orden.
- **Despacho:** Corresponde a la actividad o proceso donde las órdenes son verificadas, empacadas y cargadas en el transporte que las llevará al cliente final.

- **Transferencia de información:** Es el flujo que lleva la información necesaria para llevar a cabo las actividades que se realizan dentro del almacén o centro de distribución.

### 4.3. Principios del almacén

Basado en lo que dice Trejos (2008), los principios básicos a considerar en el almacén son:

- La custodia fiel y eficiente de los materiales o productos debe encontrarse siempre bajo la responsabilidad de una sola persona en cada almacén.
- El personal de almacén debe ser asignado a funciones especializadas de recepción, almacenamiento, registro, revisión, despacho y ayuda en el control de inventarios.
- Llevar un registro al día de todos los ingresos y egresos.
- Se debe asignar una identificación a cada producto y unificarla por el nombre común y conocido de compras, control de inventario y producción. La identificación debe estar codificada.
- Cada material o producto se tiene que ubicar según su clasificación e identificación en pasillos, estantes, espacios marcados para facilitar su ubicación. Esta misma localización debe marcarse en las tarjetas correspondientes de registro y control.
- La disposición del almacén deberá ser lo más flexible posible para poder realizar modificaciones pertinentes con mínima inversión.
- La disposición del almacén deberá facilitar el control de los materiales.

### 4.4. Zonas de almacenamiento

Según Ocampo et. al. (2013), la operación de almacenamiento, consiste en darle una ubicación en el lugar destinado a la mercancía recibida, con el fin de asegurar la conservación de la misma en óptimas condiciones de calidad y cantidad; facilitando el despacho de pedidos eficientemente. Existen dos tipos de almacenamiento de mercancía que se pueden adoptar en un almacén:

- **Almacenamiento asignado:** Consiste en separar una ubicación específica en el almacén para cada artículo y respetar esta posición, aun en el caso de que la existencia sea cero. La ventaja de este sistema es que siempre que se recibe este artículo del proveedor, tendrá un lugar disponible para ser almacenado; pero presenta la dificultad del poco aprovechamiento del espacio.
- **Almacenamiento aleatorio (Caótico):** Este sistema de almacenamiento consiste en que un artículo puede ser almacenado en cualquier posición del almacén, siempre y cuando cumplan los requerimientos para su almacenamiento (restricción de temperatura, humedad relativa, iluminación, etc.). La principal ventaja del almacenamiento caótico es el máximo aprovechamiento del espacio; ya que cuando

se recibe la mercancía, solo se requiere consultar una posición vacía donde pueda almacenarse. El problema radica, en que el almacenamiento aleatorio no ayuda a la recogida rápida, especialmente cuando se trata de grandes cantidades de productos.

#### 4.4.1. Asignación de ubicaciones

En los últimos tiempos, se han venido desarrollando políticas para encontrar la solución al problema de asignación de ubicaciones. Entre las más importantes se encuentra la asignación basada en clases (*Class-based storage*), en la cual los productos son divididos en clases teniendo en cuenta la demanda, utilizando el método conocido como método de almacenamiento ABC, donde el número de clases son definidas de acuerdo al sistema que posea la bodega. Sin embargo, este problema de asignación de ubicaciones, también conocido como SLAP (*Storage Location Assignment Problem*), que según Van den Berg (1999), busca solventar como ubicar o asignar los productos en las distintas posiciones de almacenamiento establecidas.

En la literatura se habla de ciertos métodos de asignación de ubicaciones, como lo son:

- **Asignación aleatoria**, la cual sitúa los productos de manera aleatoria en las ubicaciones habilitadas.
- **Asignación en la ubicación más cercana**, donde los artículos no poseen una ubicación definida y se encuentran dispersos por el área de *picking*. Este método es considerado uno de los más simples en cuanto a la asignación de ubicaciones, ya que el operario ubica la mercancía donde desee (Schwarz et. al.1978).
- **Asignación de ubicación dedicada**, en la cual cada elemento posee su lugar de almacenamiento propio.
- **Asignación basada en clases**, como se mencionó antes, este método asigna ubicaciones a los productos por medio de una agrupación, donde las clases son establecidas teniendo en cuenta la frecuencia de *picking* o la demanda del producto, donde la clase con mayor demanda será ubicada en la zona más cercana a las de recibo y despacho (Le-Duc, 2005).
- **Asignación basada en agrupación por familias**, la idea de este método es juntar los productos que sean más probables a aparecer en una orden de pedido o aquellos que se encuentren en la misma ruta de recolección. Con el fin de encontrar la posición de las agrupaciones antes mencionadas, Liu (1999) sugiere que los productos con mayor demanda deben ubicarse en las zonas cercanas a entrada/salida, al contrario de Lee (1992) quien propone tener en cuenta el espacio y la necesidad de este.

#### 4.4.2. Análisis de decisiones en ambientes multicriterio

Las organizaciones diariamente se enfrentan a la toma de decisiones a nivel operativo, táctico y estratégico; para disminuir esta complejidad de las decisiones, se han desarrollado un conjunto de herramientas, técnicas y métodos agrupados dentro del tema denominado Análisis de Decisiones en Ambientes Multicriterio (*Multiple Criteria Decision Analysis – MCDA*).

Las clases de situaciones problemáticas encontradas, se resumen en tres:

- Selección de la mejor alternativa.
- Clasificar las alternativas existentes de la mejor a la peor.
- Clasificar las alternativas en grupos homogéneos.

Dentro de los muchos métodos que se aplican en el MCDA, los más utilizados son:

- Proceso Analítico Jerárquico o AHP.
- Proceso analítico de red.
- Análisis envolvente de datos.
- Teoría de la utilidad multi-atributo, entre otros.

#### 4.5. Identificación de ubicaciones

Mora, L (2001), establece que, para mayor eficiencia en la búsqueda de productos, todas las zonas que componen el almacén deben estar identificadas, donde esta codificación debe ser conocida por todo el personal habilitado para entrar al almacén. Las prácticas más comunes abordan la delimitación de las zonas por colores, o la presencia de carteles con la denominación de las zonas, ya sean colgados o colocados en el suelo.

Toda ubicación que se encuentre en el almacén debe poseer su respectiva codificación (única) que la diferencie de las restantes. El método de codificación que se utilice es decisión de la empresa.

Las ubicaciones en la zona de almacenamiento pueden codificarse tanto por estantería como por pasillo:

- **Codificación por estantería:** Cada estantería tendrá asociada una codificación correlativa, del mismo modo que en cada una de ellas, sus bloques también estarán identificados con numeración correlativa.
- **Codificación por pasillo:** En este caso, son los pasillos los que se codifican con números consecutivos.

## 5. Metodología

En función de los objetivos establecidos, se especificarán las etapas que componen la metodología a aplicar para el desarrollo del presente trabajo de título.

### 5.1. Clasificación de productos

Luego de obtener la información respecto a la totalidad de los productos contenidos en bodega, se procederá a clasificarlos según familia de productos, y paralelamente, se hará uso de la herramienta denominada Proceso Analítico Jerárquico (AHP), con la finalidad de definir y clasificar criterios que, según su importancia, permitan establecer parámetros para ubicar productos al interior de la bodega.

#### 5.1.1. Familia de productos

Corresponde al agrupamiento de las mercancías clasificadas por tipos de productos con características similares o compatibles.

Para realizar dicha clasificación, es necesario tener en consideración la totalidad de productos que serán albergados en bodega, posteriormente, se deben realizar clasificaciones y sub-clasificaciones que permitan agrupar los ítems en función de sus características, presentaciones, formato de almacenamiento, entre otros; tal como se muestra en la Ilustración 5-1.

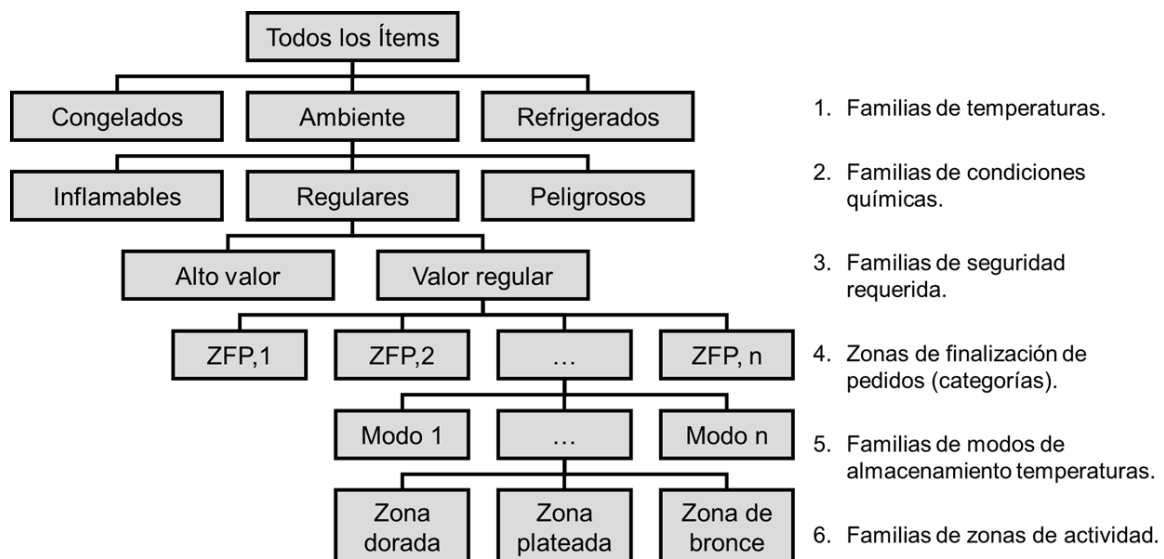


Ilustración 5-1: Clasificación por características o familias.

Fuente: Elaboración propia en base a (Mora, L., 2011).

Esta clasificación se realiza con el fin de poder definir criterios de almacenamiento a partir de las agrupaciones propuestas.

### **5.1.2. Proceso analítico jerárquico (AHP)**

Thomas L. Saaty (1980), autor de la herramienta planteada, define el AHP como “un método matemático creado para evaluar alternativas cuando se tienen en consideración varios criterios, y está basado en el principio de que la experiencia y el conocimiento de los actores son tan importantes como los datos utilizados en el proceso”.

El método AHP muestra fuertes ventajas en el interés de identificar y priorizar los problemas y las consiguientes acciones, y también cuando uno o varios decisores tienen que establecer una prioridad entre diferentes alternativas en base a diferentes criterios. Es por ello que se ha seleccionado este método.

Algunas de las ventajas del AHP frente a otros métodos de decisión multicriterio son:

- Presenta un sustento matemático
- Permite desglosar y analizar un problema por partes
- Permite medir criterios cuantitativos y cualitativos
- Permite verificar el índice de consistencia, y si es necesario, realizar correcciones.

La metodología se basa en la construcción de matrices para su posterior comparación entre pares de elementos, asignando prioridades entre ellos, cuyo proceso se divide en cuatro etapas fundamentales:

#### **5.1.2.1. Jerarquización del problema**

El problema se estructura en tres niveles: el primer nivel será el objetivo del problema, en el segundo nivel estarán definidos los criterios que se construyen siguiendo una estructura jerárquica descendente desde uno o varios objetivos y desglosándose en sub-objetivos que permitirán, en un paso posterior, valorar las alternativas para cada criterio. En el tercer nivel estarán las alternativas consideradas en el problema decisión. En la Ilustración 5-2 se observa la esquematización de los niveles denominada Árbol de jerarquización tipo.

Los criterios deben ser cuantificables, de lo contrario no podrán utilizarse para este método, por lo que pueden ser criterios medibles numéricamente como criterios medibles subjetivamente, donde se emplearán escalas de comparación.

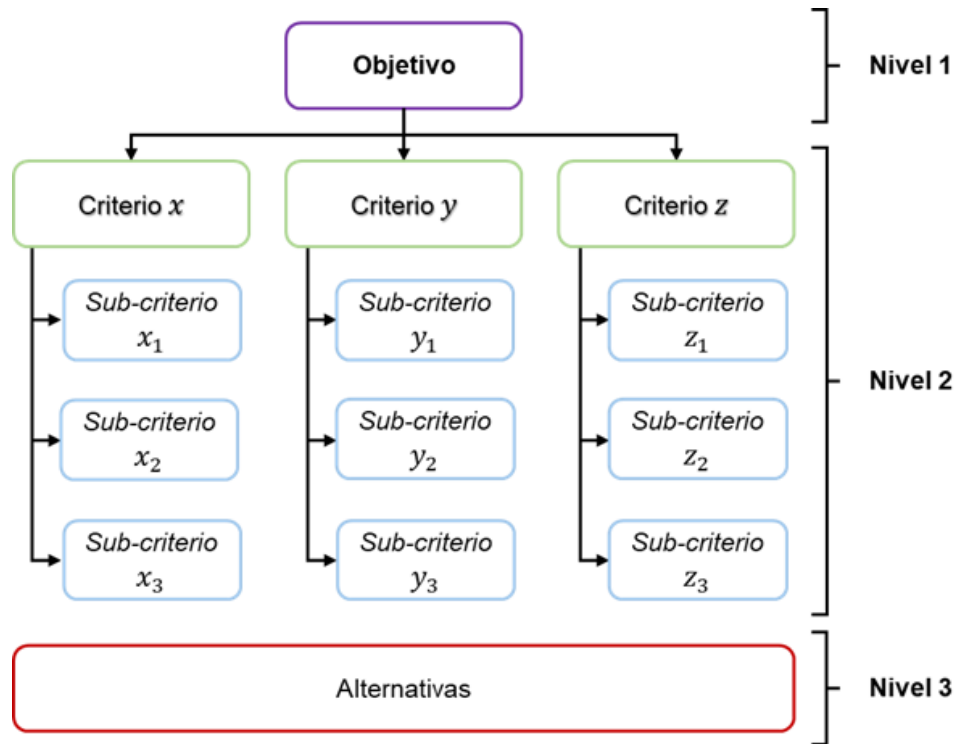


Ilustración 5-2: Árbol de jerarquía tipo.

Fuente: Elaboración propia en base a (Arancibia & Contreras, 2016).

### 5.1.2.2. Valorizaciones

Conocidas las alternativas y definidos los criterios, debe procederse a ordenar y ponderar el interés de cada uno de los criterios en la selección de las alternativas. El objetivo de esta etapa consiste en medir la importancia que el decisor le asigna a cada uno de los criterios.

Esto se realiza mediante comparaciones pareadas, es decir, se compara cada criterio o alternativa  $i$  con cada criterio o alternativa  $j$ . Se utiliza una escala subyacente con valores del 1 al 9 para calificar las preferencias relativas de los elementos. La Tabla 5-1 muestra la correlación entre valoración numérica y cualitativa.

Escala Numérica	Definición
1	Igual importancia.
3	Importancia moderada.
5	Importancia grande.
7	Importancia muy grande.
9	Importancia extrema.
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios a los anteriores cuando es necesario matizar.

Tabla 5-1: Escala fundamental de comparación por pares de Thomas Saaty.  
Fuente: Elaboración propia en base a (Saaty, 1980).

Posteriormente, se construye la matriz de comparaciones pareadas, la cual corresponde a una matriz cuadrada  $A_{n \times n} = [a_{ij}]$ , con  $1 \leq i, j \leq n$ .

Para la construcción de dicha matriz, se debe tener en consideración los siguientes axiomas:

- **Axioma de reciprocidad:** Si A es una matriz de comparaciones pareadas, entonces se cumple que si  $a_{ij} = x$ , entonces,  $a_{ji} = 1/x$  con  $1/9 \leq x \leq 9$ . Nota: Por la propiedad de reciprocidad sólo se necesitan  $n(n-1)/2$  comparaciones.
- **Axioma de homogeneidad:** Los elementos que se comparen entre si deben ser del mismo orden de magnitud y jerarquía.
- **Axioma de independencia:** Cuando el decisor realiza las comparaciones, se está suponiendo que los criterios no tienen dependencia con las propiedades de las diferentes alternativas.
- **Axioma de las expectativas:** Para el propósito de la toma de una decisión, se asume que la jerarquía es completa.

En función de lo anterior, la matriz de comparaciones pareadas queda representada en la siguiente manera:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & 1 & \cdots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

### 5.1.2.3. Priorización y Síntesis

Una vez creada la matriz de comparaciones pareadas, se debe normalizar la matriz antes mencionada, procedimiento que consta de dos pasos:

- **Paso 1:** Sumar los valores de cada columna de la matriz de comparación de criterios.

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}$$

- **Paso 2:** Dividir cada elemento de la matriz de comparación de criterios entre el total de su columna, con lo que se obtendrán los elementos de la matriz normalizada  $A'$ .

$$\frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Desarrollado lo anterior, la matriz normalizada será:

$$A' = \begin{bmatrix} \frac{a_{1,1}}{\sum_{i=1}^n a_{i,1}} & \dots & \frac{a_{1,n}}{\sum_{i=1}^n a_{i,n}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n,1}}{\sum_{i=1}^n a_{i,1}} & \dots & \frac{a_{n,n}}{\sum_{i=1}^n a_{i,n}} \end{bmatrix}$$

El siguiente paso es determinar los componentes de la matriz  $W$ , que representan los pesos relativos para los criterios, los cuales son el promedio de cada fila de la matriz  $A'$ .

$$W = \begin{bmatrix} \frac{\frac{a_{1,1}}{\sum_{i=1}^n a_{i,1}} + \dots + \frac{a_{1,n}}{\sum_{i=1}^n a_{i,n}}}{n} \\ \vdots \\ \frac{\frac{a_{n,1}}{\sum_{i=1}^n a_{i,1}} + \dots + \frac{a_{n,n}}{\sum_{i=1}^n a_{i,n}}}{n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix}$$

Para conseguir el valor característico promedio  $\bar{\lambda}$ , se realiza el producto de las matrices  $A$  y  $W$ . Los valores obtenidos de esta operación se dividen entre las componentes  $w_n$  que le correspondan, lo que dará como resultado la matriz de valores característicos  $\lambda$ , de donde se obtendrá el valor promedio.

$$A \times W = \begin{bmatrix} 1 & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ 1 & 1 & \cdots & a_{2,n} \\ a_{1,2} & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & 1 & \cdots & 1 \\ a_{1,n} & a_{2,n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \begin{bmatrix} \frac{p_1}{W_1} \\ \frac{p_2}{W_2} \\ \vdots \\ \frac{p_n}{W_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{bmatrix}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \cdots + \lambda_n}{n}$$

#### 5.1.2.4. Análisis de consistencia

La propiedad de consistencia solo se da en un caso ideal, ya que existe la subjetividad innata del decisor. Esta subjetividad se intenta hacer lo más objetiva posible en el procedimiento de comparación de matrices pareadas, ya que los distintos elementos de la matriz se comparan sucesivas veces para formar la matriz.

El grado de inconsistencia se mide con la Razón de Consistencia (RC). Si el valor obtenido es aceptable, puede continuarse con el proceso de decisión; pero si el valor es considerado inaceptable, deberá reconsiderarse y probablemente modificar los juicios sobre las comparaciones pareadas antes de continuar con el análisis.

Para calcular la Razón de Consistencia (RC) se deben seguir los siguientes pasos:

- **Paso 1:** Determinar el Índice de Consistencia (IC) que se encuentra dado por:

$$IC = \frac{\bar{\lambda} - n}{n - 1}$$

- **Paso 2:** Determinar la Razón de Consistencia (RC), que se obtiene de la división del Índice de Consistencia entre el Índice Aleatorio (Tabla 5-2), el cual depende del número de criterios con los que se está trabajando.

$$RC = \frac{IC}{IA} \times 100$$

<b>n</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>IA</b>	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

*Tabla 5-2: Valores de consistencia aleatoria en función de la matriz.*

*Fuente: Elaboración propia en base a (Saaty, 1980).*

Por último, se considerará una matriz consistente cuando no se sobrepasen los valores indicados en la Tabla 5-3.

<b>n</b>	<b>RC<sub>max</sub></b>
<b>2 - 3</b>	5%
<b>4</b>	9%
<b>5 o mayor</b>	10%

*Tabla 5-3: Tabla de consistencia.*

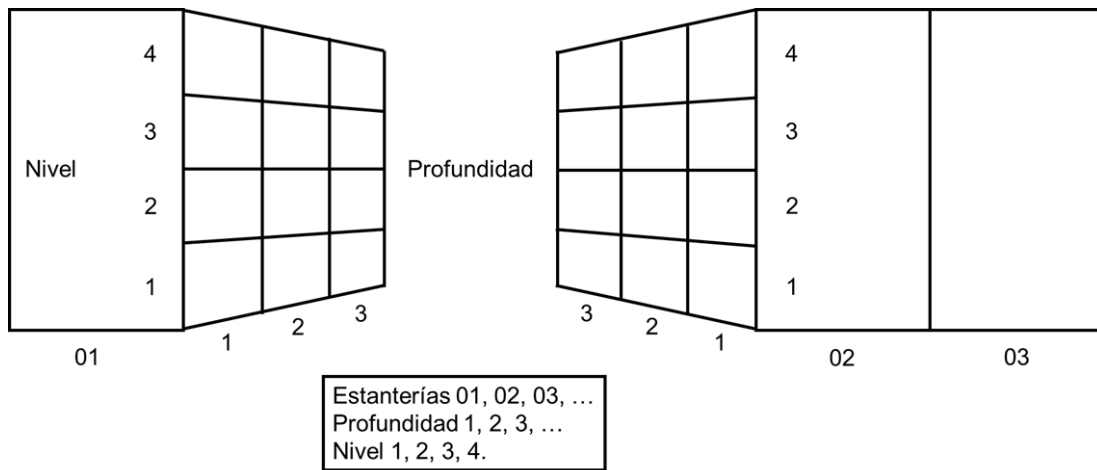
*Fuente: Elaboración propia en base a (Saaty, 1980).*

En el caso de que alguna matriz supere el ratio de inconsistencia, habrá que revisar las valoraciones hechas por el decisor y modificarlas para reducir el ratio de inconsistencia a valores admisibles.

## 5.2. Identificación de estanterías

Según Jordi Pau i Cos et. Al (1998), se conocen por ubicaciones aquellos lugares destinados a alojar temporalmente artículos o unidades de carga. Cada ubicación de un almacén debe estar claramente identificada de tal forma que exista un código para cada ubicación.

Por tal motivo, se clasificarán las zonas del almacén con diferentes codificaciones, tanto para pasillos como para niveles, esto con la finalidad de apoyar el desarrollo del sistema de conteo. En el caso más habitual de utilización de estanterías, suele adoptarse un sistema de codificación compuesto por letras y/o cifras para identificar cada ubicación posible. En la Ilustración 5-3 se observa la manera de asignar identificaciones a estanterías utilizando método de ubicación lineal.



*Ilustración 5-3: Codificación por estanterías, ubicación lineal.*

*Fuente: Elaboración propia en base a (Jordi Pau i Cos y Ricardo de Navascués y Gasca, 2001).*

### 5.3. Políticas de almacenamiento de productos en bodega

Las políticas pueden ser un documento o una normativa que establece cómo se debe actuar en ciertos procedimientos. De este modo recopila conductas, acciones y técnicas que se consideran adecuadas ante ciertas situaciones. Es por esto que las políticas de almacenamiento indicarán los pasos a seguir para lograr la utilización óptima del espacio asignado para colocar y proteger materiales que se mantendrán en el mismo lugar durante un periodo de tiempo indefinido. Éstas serán creadas en base al diseño de *layout* y disposición de productos definido, estandarizando las labores de aprovisionamiento dentro del almacén.

### 5.4. Sistema para gestión de bodega

Se determinará una herramienta para establecer un sistema de gestión que permita rediseñar los procesos de almacenamiento actuales y prevea un control sobre cada fase de operación logística dentro de la bodega (recepción, almacenamiento, reabastecimiento y preparación de pedidos). Esta herramienta es denominada WMS, de sus siglas en inglés *Warehousing Management System*, la cual gestiona desde el inventario y personal, hasta equipos en tiempo real, mediante configuraciones definidas por el usuario.

### 5.5. Simulación de procesos

Posterior a la implementación del sistema de gestión de bodega, se procederá a realizar la simulación de los procesos actuales de manera virtual, a través del software de modelamiento Bizagi Modeler, con el fin de analizar el comportamiento de los datos actuales y las modificaciones propuestas, evitando incurrir en costos de implementación a escala real.

## **6. Metodología aplicada**

En base a las definiciones obtenidas en el capítulo anterior, es que se desarrollará la aplicación de cada una de las etapas de la metodología seleccionada.

### **6.1. Clasificación de productos**

La clasificación de productos se realizó en función de dos métodos. En primer lugar, los materiales almacenados en bodega se clasificaron en familias de productos, y paralelamente, se utilizó la herramienta denominada Proceso Analítico Jerárquico (AHP) con la finalidad de establecer criterios de almacenamiento para los productos albergados dentro de la bodega.

#### **6.1.1. Familia de productos**

Entre los materiales contenidos dentro de la bodega, se establecieron tres grandes familias de productos: Materia Prima, Material Envase y Material Empaque. Cada familia se subdivide en ramas, las cuales se componen de los diferentes tipos de materiales que se utilizan dentro de los procesos productivos de cada producto terminado, y fueron asociados según tipo y función dentro de éste. Dicha clasificación se puede apreciar en la Ilustración 6-1.

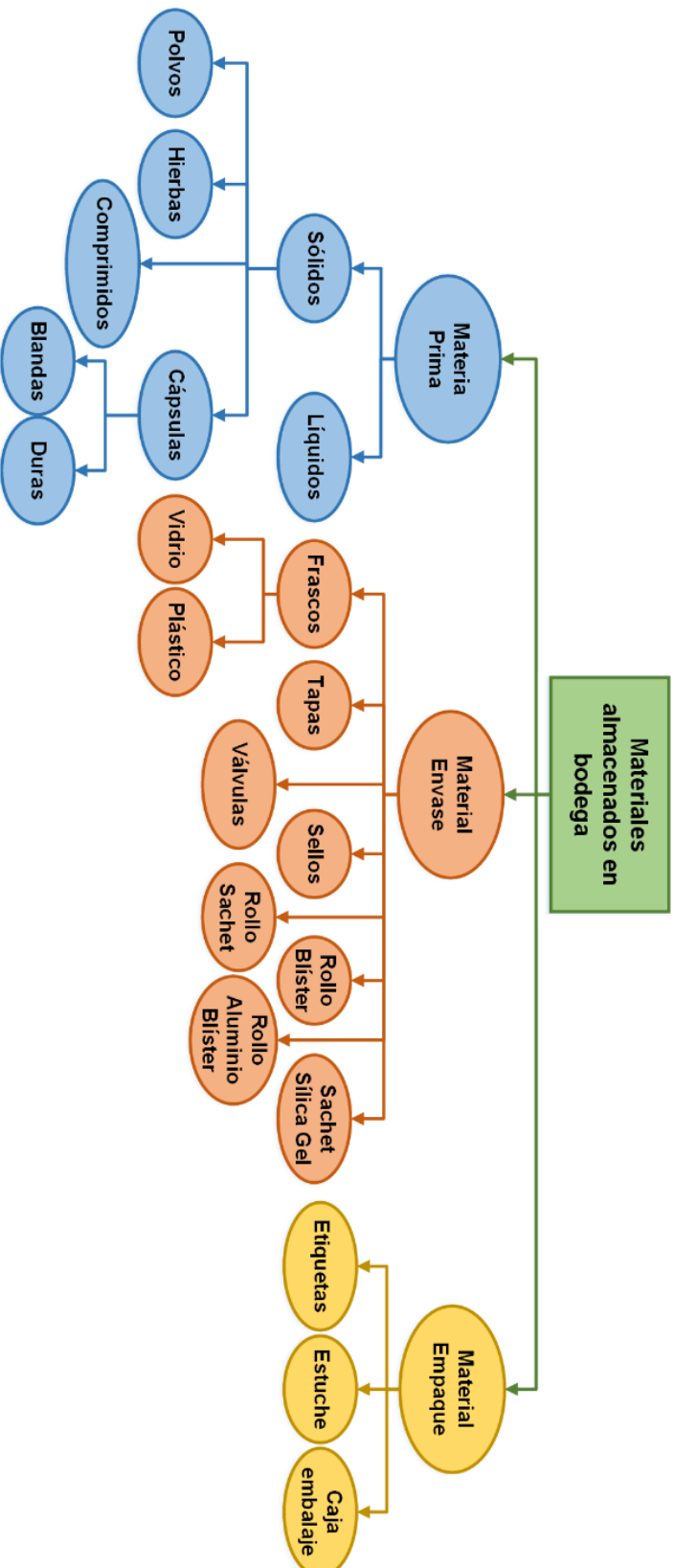


Ilustración 6-1 : Familias de productos.  
Fuente: Elaboración propia.

### **Materia Prima**

Dentro de esta familia se clasifican dos tipos de materia prima: *Sólidos y Líquidos*. A su vez, los *Sólidos* se subdividen en cuatro tipos: 1) *Polvos*, los cuales se utilizan tanto para las mezclas que componen los productos terminados en presentación líquida, como para los que tienen presentación sólida; 2) *Hierbas*, utilizadas para los productos terminados como tés, infusiones e incluso líquidos que son preparados con éstas como parte de sus ingredientes para la mezcla; 3) *Comprimidos*, los cuales son considerados dentro de la familia por ser parte de las materias primas que se utilizan, pero éstos son almacenados en una bodega adicional que posee temperatura controlada; 4) *Cápsulas*, las que se subdividen en dos tipos: blandas, que al igual que los comprimidos se almacenan bajo temperatura controlada; y duras, las que son fabricadas dentro de la planta con los polvos antes mencionados.

### **Material Envase**

Dentro de esta familia se clasifican ocho tipos de material envase: 1) *Frascos*, se encuentran de dos tipos: *vidrio*, utilizado para contenidos líquidos, y *plásticos*, los que se utilizan tanto para líquidos como para sólidos, dependiendo del producto. Además, se encuentran en distintos tamaños, todos clasificados por volúmenes: los frascos de vidrio son de 15 y 30 ml, y los frascos plásticos pueden encontrarse en formatos de 5, 12, 15, 30, 75, 120, 125, 150, 180, 200, 220, 280 y 1000 ml; 2) *Tapas*, pueden ser de distintos colores según el producto que se esté envasando (verde, celeste, amarilla, roja, blanca, salmón, café, azul, verde oro, naranja); 3) *Válvulas*, se utilizan para productos con presentación en spray; 4) *Sellos*, son utilizados en las tapas de los frascos para proteger el contenido de la humedad; 5) *Rollo Sachet*, se utiliza para formar los sobres de los productos con presentación en sachet; 6) *Rollo blíster*, su formato depende de la cantidad de cápsulas que lleve el blíster; 7) *Rollo Aluminio Blíster*, utilizado para cerrar el blíster por la parte posterior; 8) *Sachet Sílica Gel*, utilizado para reducir la humedad dentro de los frascos de ciertos productos terminados.

### **Material Empaque**

Esta familia se subdivide en tres tipos: 1) *Etiquetas*, papel autoadhesivo utilizado para la identificación del producto terminado, varían según tipo de producto, tamaño y marca; 2) *Estuche*, caja de presentación comercial del producto terminado, generalmente es de cartón forrado y cuenta con la identificación del producto, es decir, nombre, marca, composición, etc.; 3) *Caja embalaje*, caja de cartón corrugado, cuya función es almacenar estuches de productos para su despacho, su tamaño varía según el tipo de producto almacenado.

### 6.1.2. Clasificación por proceso analítico jerárquico (AHP)

Para establecer parámetros que permitan definir el almacenamiento de los productos dentro de la bodega, es que se establecen cuatro criterios de importancia. Estos son:

- **Peso por lote:** Hace referencia a los kilogramos del lote a almacenar.
- **Volumen por lote:** Se refiere al espacio utilizado por el lote del producto a almacenar.
- **Almacenabilidad:** Indica el nivel de peligro o dificultad en el proceso de manejo del lote para su almacenamiento.
- **Durabilidad:** Equivale a la longitud de tiempo que el producto se mantiene en condiciones útiles.

Cabe destacar que dichos criterios fueron establecidos teniendo en consideración los principales factores que influyen en las condiciones de almacenamiento de los productos, dada la naturaleza variada de estos.

En la Ilustración 6-2 se muestra el Árbol de jerarquías con los criterios de almacenamiento definidos anteriormente:

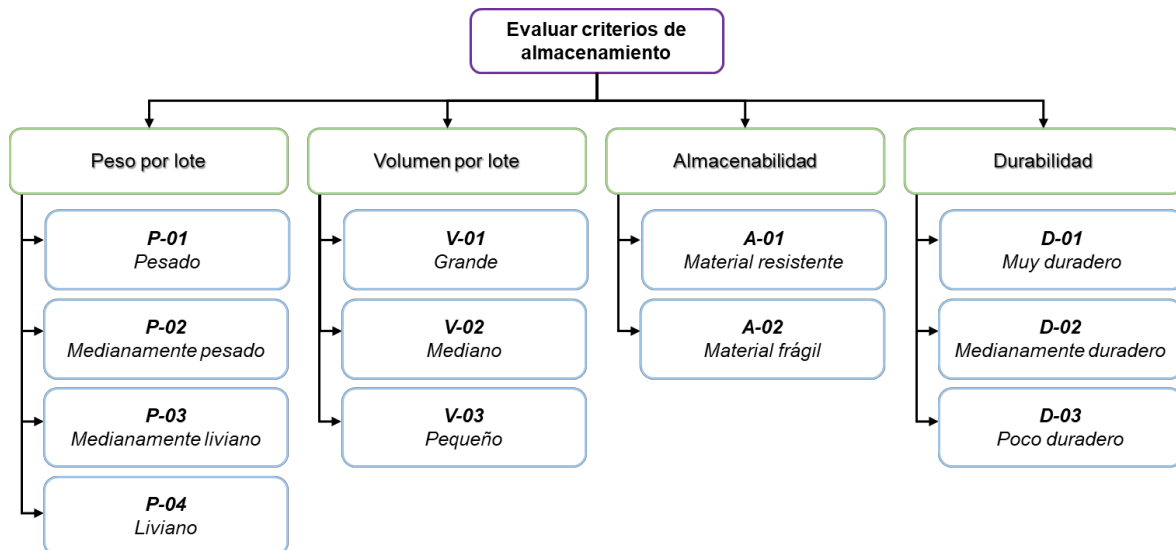


Ilustración 6-2: Árbol de jerarquías.  
Fuente: Elaboración propia.

Luego de tener los criterios y los indicadores (sub-criterios) determinados, se procedió a definir las ponderaciones de cada uno de ellos a partir de sus importancias relativas.

Como primera etapa, se realizó una Matriz de Comparación de Criterios, la cual fue Normalizada, y con ésta, poder determinar el Peso de los Criterios (Vector promedio), para

finalmente obtener el Valor Característico Promedio. En la Tabla 6-1 se muestran los cálculos realizados para obtener el resultado final.

CRITERIOS											
	PESO POR LOTE	VOLUMEN POR LOTE	ALMACENABILIDAD	DURABILIDAD	Matriz Normalizada				Vector promedio	$p$	$\lambda$
PESO POR LOTE	1,00	9,00	5,00	7,00	0,69	0,50	0,77	0,58	63,58%	2,84	4,46
VOLUMEN POR LOTE	0,11	1,00	0,14	1,00	0,08	0,06	0,02	0,08	5,93%	0,24	3,97
ALMACENABILIDAD	0,20	7,00	1,00	3,00	0,14	0,39	0,15	0,25	23,27%	0,99	4,26
DURABILIDAD	0,14	1,00	0,33	1,00	0,10	0,06	0,05	0,08	7,22%	0,30	4,16
SUMA	1,45	18,00	6,48	12,00						$\bar{\lambda}$	4,21

Tabla 6-1: Comparación de criterios.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el Valor Característico Promedio, se procedió a realizar los cálculos para comprobar que los juicios sobre las comparaciones pareadas son consistentes, obteniendo una Razón de Consistencia igual a **7,86%**, el cual se encuentra por debajo del valor indicado para cuatro criterios según se establece en la Tabla de consistencia (Tabla 5-3), lo que confirma la consistencia de los valores utilizados en la matriz.

$$IC = \frac{4,21 - 4}{4 - 1} = 0,07$$

$$RC = \frac{0,07}{0,9} = 7,86\%$$

Como resultado de la Matriz de Comparación entre Criterios, se concluyó que el criterio más importante a la hora de almacenar productos será *Peso por lote*, arrojando un valor equivalente al **63,58%** de la decisión de almacenamiento por sobre el resto de criterios.

En cuanto a la priorización de los sub-criterios antes mencionados, se procedió a aplicar la segunda etapa de la metodología para establecer los parámetros de almacenamiento de manera específica, acorde a las clasificaciones antes realizadas. En función de esto, los cálculos realizados fueron los siguientes:

La primera Matriz de Comparación se aplicó al criterio *Peso por Lote*, cuyos juicios establecidos indicaron que la importancia de la característica va en orden descendente desde los lotes más pesados a los más livianos. (Véase Tabla 6-2).

CRITERIO: PESO POR LOTE											
	P-01	P-02	P-03	P-04	Matriz Normalizada				Vector promedio	$p$	$\lambda$
P-01	1,00	3,00	5,00	7,00	0,60	0,66	0,54	0,44	55,79%	2,36	4,22
P-02	0,33	1,00	3,00	5,00	0,20	0,22	0,32	0,31	26,33%	1,10	4,17
P-03	0,20	0,33	1,00	3,00	0,12	0,07	0,11	0,19	12,19%	0,49	4,04
P-04	0,14	0,20	0,33	1,00	0,09	0,04	0,04	0,06	5,69%	0,23	4,04
SUMA	1,68	4,53	9,33	16,00						$\bar{\lambda}$	4,12

Tabla 6-2: Comparación sub-criterios *Peso por lote*.  
Fuente: Elaboración propia.

Dichos juicios obtuvieron una Razón de Consistencia igual a **4,39%**, lo que confirma los valores utilizados en la matriz.

$$IC = \frac{4,12 - 4}{4 - 1} = 0,04$$

$$RC = \frac{0,04}{0,9} = 4,39\%$$

La siguiente Matriz de Comparación fue aplicada al criterio *Volumen por Lote*, cuyo resultado indicó que, al igual que en la matriz anterior, la importancia de las características se encuentra en orden descendente, es decir, desde los lotes *grandes* a los *pequeños*. (Véase Tabla 6-3).

CRITERIO: VOLUMEN POR LOTE									
	V-01	V-02	V-03	Matriz Normalizada			Vector promedio	$p$	$\lambda$
V-01	1,00	3,00	7,00	0,68	0,69	0,64	66,87%	2,02	3,01
V-02	0,33	1,00	3,00	0,23	0,23	0,27	24,31%	0,73	3,01
V-03	0,14	0,33	1,00	0,10	0,08	0,09	8,82%	0,26	3,00
SUMA	1,48	4,33	11,00					$\bar{\lambda}$	3,01

Tabla 6-3: Comparación sub-criterios *Volumen por lote*.  
Fuente: Elaboración propia.

La Razón de Consistencia obtenida en la matriz de *Volumen por Lote* es igual a **0,61%**, confirmando la consistencia de los valores utilizados para una matriz de orden  $n = 3$ .

$$IC = \frac{3,01 - 3}{3 - 1} = 0,004$$

$$RC = \frac{0,004}{0,58} = 0,61\%$$

Para el criterio *Almacenabilidad*, la construcción de la Matriz de Consistencia indica que los materiales denominados *frágiles* tendrán un grado de priorización nueve veces mayor que los *materiales resistentes* a la hora de ser almacenados. (Véase Tabla 6-4).

CRITERIO: ALMACENABILIDAD							
	A-01	A-02	Matriz Normalizada		Vector promedio	<i>p</i>	$\lambda$
A-01	1,00	0,11	0,10	0,10	10,00%	0,20	2,00
A-02	9,00	1,00	0,90	0,90	90,00%	1,80	2,00
SUMA	10,00	1,11				$\bar{\lambda}$	2,00

Tabla 6-4: Comparación sub-criterios Almacenabilidad.  
Fuente: Elaboración propia.

La Razón de Consistencia obtenida en la matriz de *Almacenabilidad* ( $n = 2$ ) indica que ésta es perfectamente consistente, ya que su índice arroja un valor de **0,00%**.

$$IC = \frac{2,00 - 2}{2 - 1} = 0,00$$

$$RC = 0,00\%$$

Finalmente, la cuarta Matriz de Comparación fue aplicada al criterio *Durabilidad*, cuyos juicios establecidos indicaron que la importancia de la característica va en orden ascendente, es decir, los materiales *poco duraderos* presentan mayor importante que los lotes *duraderos*. (Véase Tabla 6-5).

CRITERIO: DURABILIDAD									
	D-01	D-02	D-03	Matriz Normalizada			Vector promedio	$p$	$\lambda$
D-01	1,00	0,33	0,14	0,09	0,08	0,10	8,82%	0,26	3,00
D-02	3,00	1,00	0,33	0,27	0,23	0,23	24,31%	0,73	3,01
D-03	7,00	3,00	1,00	0,64	0,69	0,68	66,87%	2,02	3,01
SUMA	11,00	4,33	1,48					$\bar{\lambda}$	3,01

Tabla 6-5: Comparación sub-criterios Durabilidad.  
Fuente: Elaboración propia.

Dichos juicios obtuvieron una Razón de Consistencia igual a **0,61%**, lo que confirma los valores utilizados en la matriz de orden  $n = 3$ .

$$IC = \frac{3,01 - 3}{3 - 1} = 0,004$$

$$RC = \frac{0,004}{0,58} = 0,61\%$$

Tras la asignación de preferencias y construcción de las matrices antes desarrolladas, las respectivas ponderaciones quedan graficadas a través del Árbol de Jerarquías de la Ilustración 6-3.

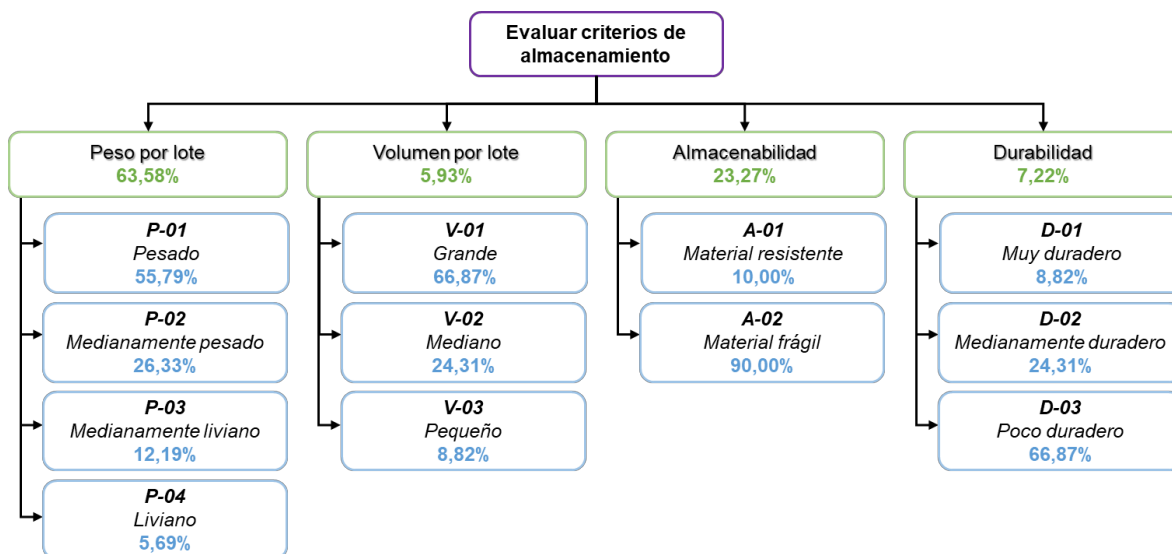


Ilustración 6-3: Árbol de jerarquías, incluyendo ponderación de criterios y sub-criterios.  
Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo 8.5 es posible encontrar los rangos de clasificación para cada uno de los sub-criterios en función de su presentación.

## 6.2. Identificación de estanterías

Para definir la disposición de productos dentro de la bodega, fue necesario diseñar un sistema de identificación de *racks* y de los espacios interiores de éstos. Para ello, se realizó una clasificación por *rack*, nivel, espacio y *pallet*. Esta identificación se efectuó considerando el trayecto que sigue el material desde que ingresa a la bodega, hasta que sale de ella como producto terminado, el cual puede apreciarse en la Ilustración 6-4.

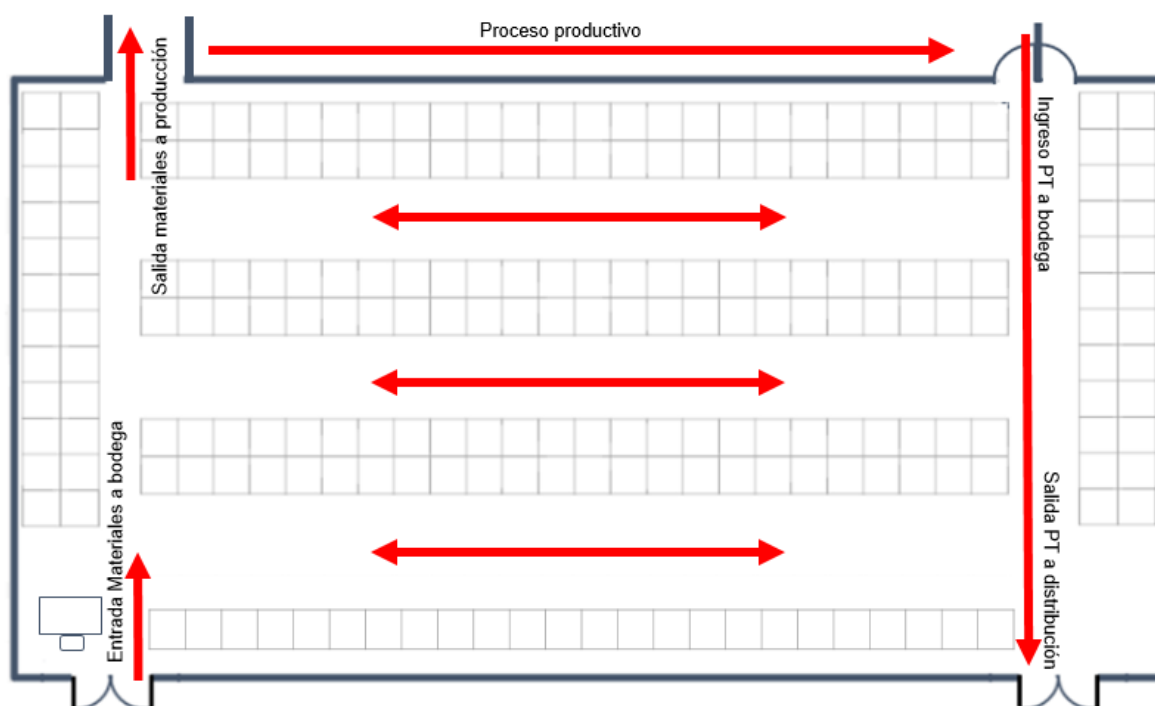


Ilustración 6-4: Trayecto que realizan los materiales desde que ingresan a bodega hasta que salen como producto terminado.

Fuente: Elaboración propia.

Las flechas rojas representan la trayectoria recorrida por los materiales, es decir, desde que estos ingresan a bodega, se ubican en las estanterías correspondientes, pasan a producción para su transformación, vuelven a ingresar a bodega como producto terminado, y finalmente, salen de bodega para su respectiva distribución.

En base a esto, es que se procedió a dar identificación a las estanterías dentro de la bodega. En primer lugar, se le asignó un número a cada *rack* junto con la letra "R", los cuales son asignados en base al orden de ingreso de los insumos a la bodega, como ya se mencionó anteriormente. En segundo lugar, se le asignó un número a cada nivel de los *racks*

junto con una letra "N", es decir, desde el número 1 hasta el número 4. En tercer lugar, se le asignó números a cada uno de los espacios dentro de los *racks* junto con una letra A o B, las cuales representan el *pallet* que se encuentra contenido dentro de ese espacio, esto debido a que en cada espacio se almacenan dos *pallets*. Finalmente, para representar la ubicación de un producto, se asignó un código que contendrá la combinación entre el número de *rack*, nivel y espacio en cual está contenido el producto. Ejemplo de este sistema de identificación, sería el código **R06N02B03**, el cual se señala en el Plano de identificación de *racks* en bodega (Ilustración 6-5), donde además, se puede evidenciar la distribución de las estanterías en bodega con cada uno de los espacios de almacenamiento identificados por su respectiva codificación.

B06	B06
A06	A06
B05	B05
A05	A05
B04	B04
A04	A04
B03	B03
A03	A03
B02	B02
A02	A02
B01	B01
A01	A01

A01	B01	A02	B02	A03	B03	A04	B04	A05	B05	A06	B06	A07	B07	A08	B08	A09	B09	A10	B10	A11	B11	A12	B12
A01	B01	A02	B02	A03	B03	A04	B04	A05	B05	A06	B06	A07	B07	A08	B08	A09	B09	A10	B10	A11	B11	A12	B12

A01	B01	A02	B02	A03	B03	A04	B04	A05	B05	A06	B06	A07	B07	A08	B08	A09	B09	A10	B10	A11	B11	A12	B12
A01	B01	A02	B02	A03	B03	A04	B04	A05	B05	A06	B06	A07	B07	A08	B08	A09	B09	A10	B10	A11	B11	A12	B12

Ejemplo Ubicación: R06N02B03

A01	B01	A02	B02	A03	B03	A04	B04	A05	B05	A06	B06	A07	B07	A08	B08	A09	B09	A10	B10	A11	B11	A12	B12
A01	B01	A02	B02	A03	B03	A04	B04	A05	B05	A06	B06	A07	B07	A08	B08	A09	B09	A10	B10	A11	B11	A12	B12

A01	B01	A02	B02	A03	B03	A04	B04	A05	B05	A06	B06	A07	B07	A08	B08	A09	B09	A10	B10	A11	B11	A12	B12
A01	B01	A02	B02	A03	B03	A04	B04	A05	B05	A06	B06	A07	B07	A08	B08	A09	B09	A10	B10	A11	B11	A12	B12

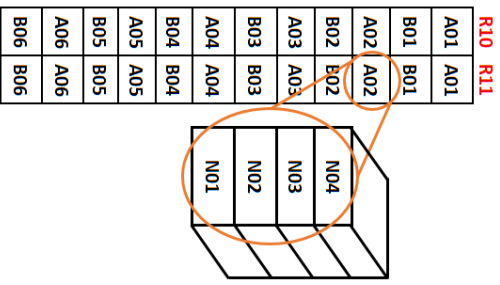


Ilustración 6-5: Plano de identificación de racks en bodega.  
Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente a la elaboración del plano, se desarrolló una propuesta de etiquetas para ayudar en la identificación visual de *racks* y espacios contenedores de insumos. En la Ilustración 6-6 e Ilustración 6-7, se muestran las etiquetas propuestas.



Ilustración 6-6: Etiqueta identificadora de Rack y Nivel respectivamente.  
Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 6-7: Etiqueta identificadora de columna y pallet dentro del rack.  
Fuente: Elaboración propia.

### 6.3. Políticas de almacenamiento de productos en bodega

**Objetivo:** El objetivo de este documento es establecer las políticas de almacenamiento de cada uno de los insumos, en función de sus formatos y características particulares.

**Alcance:** El documento se encuentra dirigido al personal encargado de la administración de la bodega de materiales y productos terminados de iPAK, y es aplicable exclusivamente sobre los insumos que serán almacenados dentro de las dependencias de iPAK. Éste será complementario al proceso de almacenamiento definido por la empresa.

Los elementos básicos necesarios para la aplicación de las políticas de almacenamiento a establecer son:

- **Personal:** El personal debe realizar las etapas del proceso de almacenamiento acorde a lo estipulado en el presente documento, y con esto, asegurar la eficiencia en la gestión de almacenamiento dentro de la bodega.
- **Infraestructura:** La infraestructura y el espacio físico del almacén deben responder a la necesidad de almacenamiento de cada uno de los insumos que ingresen, basándose en los criterios definidos para la distribución de éstos. Además, se debe mantener organizado el espacio físico y el funcionamiento del almacén, manteniendo la eficiencia en la distribución de los insumos, cumpliendo con las normativas internas de seguridad e higiene.

- **Equipos:** Los equipos de transporte, es decir, la transpaleta manual y el apilador eléctrico retráctil, deben ser manipulados con el debido cuidado, de manera que no afecte la integridad física del insumo o de su empaque.
- **Documentación:** Los documentos deben revisarse regularmente y mantenerse actualizados. Si se modifica un documento, se debe actualizar en el sistema y dar aviso a todo el personal encargado del área. Debe mantenerse un registro de todas las acciones efectuadas o contempladas de tal forma que se pueda tomar conocimiento de todas las actividades importantes relacionadas con el almacenamiento de materiales.

### **6.3.1. Proceso de almacenamiento**

A continuación, se presentan las políticas de almacenamiento definidas para cada una de las etapas del proceso de ingreso y egreso de insumos en bodega.

#### **6.3.1.1. Ingreso y reingresos de materiales**

La cantidad de material que ingrese a bodega debe ser verificada en todo momento, es decir, todo producto debe ser pesado y/o contado para verificar la información entregada, tanto por los proveedores como por los operarios de la planta al realizar el reingreso de los materiales a bodega. Dichos ingresos deberán ser registrados en los sistemas de información destinados para este fin.

Adicionalmente, los operarios de bodega no podrán aceptar órdenes de compra incompletas, y todo material que provenga de proveedores internos, es decir, de alguna de las empresas pertenecientes al holding, hará ingreso a bodega en estado de Aprobado; mientras que los insumos provenientes de proveedores externos, harán ingreso en estado de Cuarentena, debiendo ser analizados por el Departamento de Control de Calidad para verificar el cumplimiento de estándares de calidad.

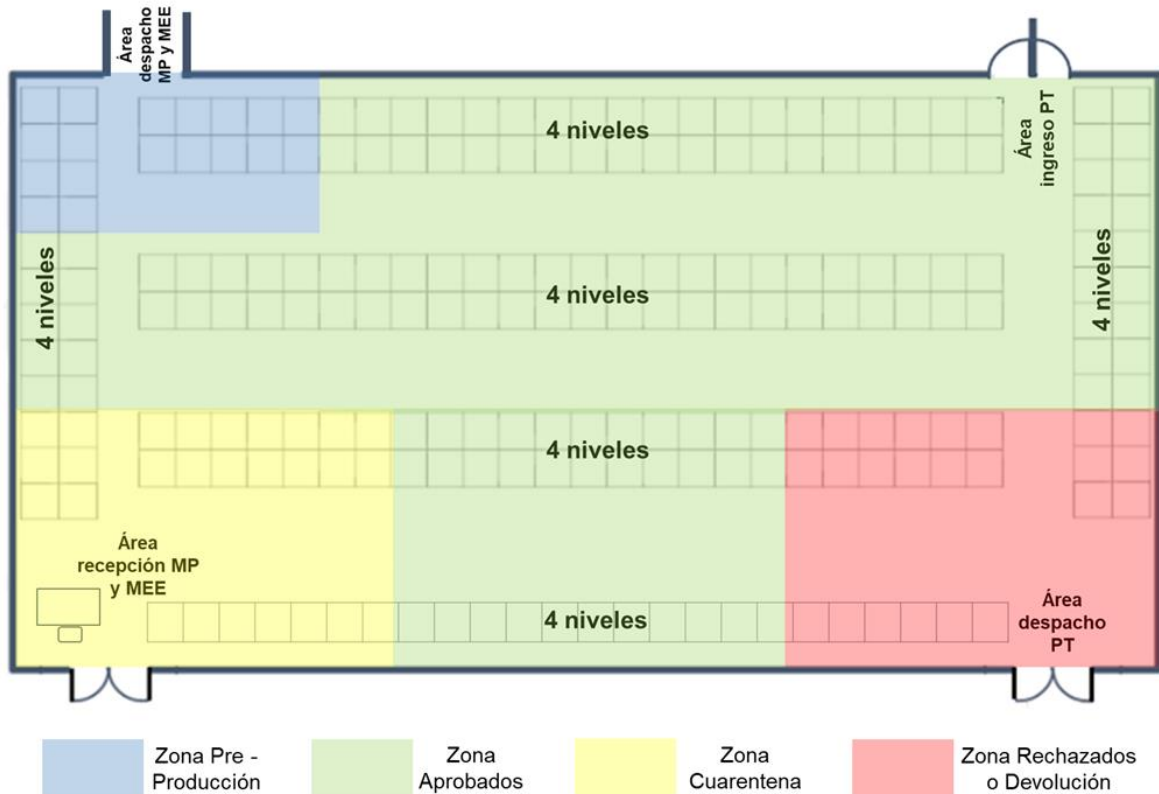
#### **6.3.1.2. Almacenamiento**

Para definir la ubicación de los materiales que ingresen a bodega, se debe verificar en el sistema los espacios de almacenamiento disponibles, y con esto, asignarlos en sectores asociados según su clasificación.

La ubicación de los materiales se realizará de manera aleatoria dentro del plano indicado (Ilustración 6-8), teniendo en consideración los siguientes criterios:

- Debido a la naturaleza y fragilidad del producto, la materia prima en estado líquido deberá ser almacenada exclusivamente en el primer nivel de las estanterías, mientras que la materia prima en estado sólido podrá ser almacenada tanto en el primer como en el segundo nivel; todo esto producto del elevado gramaje de los lotes de dichos materiales.

- El tercer y cuarto nivel de las estanterías estarán destinados al almacenamiento del material de envase y material de empaque, puesto que la presentación de los lotes de dichos productos posee menor peso y mayor volumen.
- Los materiales en cuarentena deben ser ubicados en sectores próximos al área de recepción de MP y MEE, los materiales rechazados o para devolución deben ser ubicados próximos al área de despacho de PT, y los materiales aprobados o aprobados con reserva deben ser ubicados aleatoriamente en los espacios disponibles de las estanterías restantes.
- La zona de pre-producción estará destinada para la recopilación de los materiales necesarios para las planillas de producción, los cuales no podrán ser despachados de la zona si dichas planillas no se encuentran completadas en un 100%.



*Ilustración 6-8: Representación visual zonas de almacenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.*

**NOTA:** Cabe destacar que las zonas de almacenamiento se encuentran definidas como los sectores próximos a las áreas de recepción o despacho según corresponda, las cuales no cuentan con un número exacto de espacios de almacenamiento para cada una de éstas, por lo que son flexibles y están sujetas a cambios según sea necesario.

La ubicación que tendrá el material dentro de las estanterías se debe registrar en el sistema que se desarrollará para estos fines (planilla MS Excel o software pertinente), teniendo en consideración que esto se debe cumplir para todo producto que sea trasladado de su espacio de almacenamiento por motivos de cambio de estado, reubicación por optimización de espacio o despacho a zona de pesaje.

## 6.4. Implementación de sistema para gestión de bodega

Para apoyar los procesos de logística dentro de la bodega, se propone la implementación de la herramienta denominada WMS, cuyo propósito principal es controlar el movimiento y almacenaje de materiales en tiempo real, permitiendo reducir los tiempos de operación.

El WMS es un sistema basado en la utilización de etiquetas de radiofrecuencia, el cual permite obtener la información de los productos y sus movimientos, mediante terminales de radiofrecuencia, creando una base de datos a la cual pueden acceder todos los operadores de bodega y encargados pertinentes.

La lógica básica de este sistema utilizará una combinación de artículo, localización, cantidad, unidad de medida, e información de la orden para determinar dónde almacenar y recoger mercancías, y en qué secuencia hacerlo.

Dentro de las principales ventajas que entregará la implementación del sistema, podemos encontrar:

- Minimizará las pérdidas de inventario.
- Reducirá los costos operativos.
- Incrementará la capacidad de almacenaje.
- Incrementará la exactitud del inventario.
- Eliminará la necesidad de realizar conteo físico total anual de existencias.
- Creará un control de operaciones en tiempo real y sin papeles.
- Permitirá realizar despachos exactos y con un menor tiempo de *picking*.
- Priorizará la asignación de tareas.
- Agregará valor y competitividad a la organización.

Adicionalmente, el sistema permitirá la eliminación de ineficiencias en la búsqueda de productos en bodega, en la búsqueda de ubicaciones para almacenaje, en el exceso de manipulación de los productos, en la dependencia de la memoria de las personas, y en la emisión y manipulación de papeles.

### **6.4.1. Funciones básicas del WMS**

El sistema WMS permite a los operadores de bodega visualizar la bodega de manera gráfica, indicando dónde se encuentran cada uno de los productos, facilitando la administración de los espacios contenedores de las estanterías. Junto con esto, define y administra el estado de los productos, es decir, indica cuándo un producto está próximo a vencer (manipulación de productos según método FEFO) o se encuentra en condiciones inadecuadas para su despacho.

Así mismo, el sistema realiza la administración de tareas de *picking*, consolidación, división y asignación de órdenes; gestiona las etiquetas de radiofrecuencia, así como también, genera reportes que pueden ser enviados automáticamente mediante correo electrónico, según se requiera.

### **6.4.2. Aplicación de WMS a los procesos de la bodega**

Para implementar la aplicación del sistema WMS es requisito fundamental que se encuentren definidos todas las áreas dentro de la bodega, esto incluye: área de recepción, área de despacho, zonas de almacenamiento, zona de *picking* y zona de devolución; así mismo, se requiere que los espacios de almacenamiento de cada tipo de producto se encuentren identificados, lo cual se definió mediante la aplicación de los criterios de almacenamiento previamente establecidos en el punto anterior.

Actualmente, iPAK trabaja con un sistema ERP, creado y administrado por el departamento de informática de la empresa, denominado SIS-iPAK, del cual se obtuvo la información referente a planillas de producción y órdenes de compra, que permitieron abastecer la base de datos del sistema WMS.

Con la aplicación de la herramienta WMS, se procedió a rediseñar los procesos de ingreso y egreso de insumos de la bodega, los cuales se detallan en la Ilustración 6-9 y en la Ilustración 6-10, respectivamente.

Cabe mencionar que para la implementación de la herramienta WMS, se incorporó un nuevo sistema de etiquetas de radiofrecuencia, las cuales almacenan información referente al código del insumo, tipo de insumo, número de lote, fechas de elaboración y vencimiento, cantidad de unidades, peso del lote y estado del insumo (sistema de semáforo). Con esto, se elimina el uso de etiquetas del sistema de semáforos, mostradas en la Ilustración 2-5 del Capítulo 2.3.1, ya que toda la información referente al producto queda incorporada en el nuevo sistema de etiquetas de radiofrecuencia.

### **6.4.2.1. Rediseño del proceso de Ingresos de insumos en bodega**

#### **Ingresos desde proveedores internos**

Este tipo de ingreso corresponde a la recepción de materiales por compras efectuadas a las empresas del holding Knop.

La primera etapa del proceso de ingreso de materiales provenientes de proveedores internos consiste en la revisión, por parte del Encargado de Bodega, del cumplimiento de las cantidades indicadas en las órdenes de compra respecto de las cantidades físicas que se desean ingresar. Culminada dicha tarea, los Operarios de Bodega proceden a realizar la recepción de los insumos, adhiriendo la etiqueta de radiofrecuencia generada por el sistema WMS a cada lote recepcionado, la cual almacenará la información general del material y su respectivo estado (aprobado), para que, posteriormente, se proceda a realizar el registro de los insumos en el inventario a través de la lectura de dichas etiquetas por los terminales de radiofrecuencia del Operador.

Una vez registrados los insumos en el inventario, la herramienta WMS creará una Orden de Almacenamiento por cada lote de material, la cual consiste en un documento virtual con un número de transacción único e irreplicable, que indica al Operador de Bodega la posición de almacenamiento de cada uno de los lotes a almacenar. La asignación es realizada considerando las características físicas y el estado del insumo, las políticas de almacenamiento de la empresa y los espacios de almacenamiento disponibles.

Finalmente, el Operador de Bodega disponible (libre de tareas) recibe la Orden de Almacenamiento en su terminal de radiofrecuencia y procede a realizar el almacenamiento físico de los materiales en la ubicación y orden indicado por el sistema. Para finalizar dicha tarea, el Operario registra en su terminal portátil la ubicación definitiva de los insumos.

#### **Ingresos desde proveedores externos**

Estos ingresos corresponden a la recepción de materiales por compras efectuadas a los proveedores externos de la empresa.

Al igual que en el proceso de ingreso de materiales provenientes de proveedores internos, el Encargado de Bodega debe verificar el cumplimiento de las cantidades de insumos indicadas en las órdenes de compra, para que posteriormente el Operario de Bodega pueda recepcionar el material, adhiriendo las etiquetas de radiofrecuencia, esta vez, asignando el estado de cuarentena a cada lote recepcionado.

Los Operarios de Bodega almacenan transitoriamente los materiales ingresados en la Zona de Cuarentena, según la ubicación asignada por el sistema WMS. El departamento de Control de Calidad toma una muestra de cada lote recepcionado para realizar el análisis de cumplimiento de los estándares de calidad esperados por la empresa. Una vez obtenida la

validación de los insumos posterior al análisis, el Operario de Bodega procede a realizar el registro de los insumos en el inventario en estado de Aprobado, a modo que el sistema genere las Ordenes de Almacenamiento indicando la disposición final de los insumos, culminando el proceso de la misma manera que en el caso de ingreso desde proveedores internos.

### **Reingresos de productos a bodega**

Estos ingresos corresponden a la reincorporación de material excedente de las líneas productivas.

Una vez finalizado el proceso de producción, los Operarios de las Líneas Productivas deben realizar un conteo de las unidades excedentes del proceso, ya sea unitariamente o mediante pesaje, según sea necesario. Dicha información será conciliada en un documento anexo a la Planilla de Producción, a modo de realizar la solicitud de reingreso de materiales a Bodega. Tanto el documento de conciliación como la solicitud de reingreso serán entregados al Encargado de Bodega, para que éste, mediante el sistema WMS, genere una Orden de reingreso.

La información contenida en dichos documentos alimentará al sistema, generándose así una etiqueta de radiofrecuencia para cada lote de insumo. A través de la lectura de dichas etiquetas, se efectuará el registro de inventario pertinente.

Finalmente, el sistema WMS generará una Orden de almacenamiento, asignándole una ubicación a los materiales reingresados, la cual puede ser igual a la posición previa al egreso del material de la Bodega, en caso de que aún queden materiales con la misma fecha de ingreso; o bien, una posición distinta.

### **Devoluciones a proveedores**

Corresponde al reenvío de materiales a sus respectivos proveedores por motivos de incumplimiento de las normas establecidas por la empresa, ya sea por discordancia de las cantidades indicadas en las órdenes de compra, o bien, respecto a términos de calidad.

Cuando se presenta el segundo caso mencionado, es decir, que posterior al análisis realizado por el Departamento de Control de Calidad, las muestras son catalogadas como Rechazadas, los lotes almacenados en la Zona de Cuarentena deberán ser transportadas a la Zona de Rechazados o Devolución hasta ser devueltas al proveedor correspondiente.

Para realizar dicha tarea, el Encargado de Bodega deberá reasignar el estado de los materiales, de Cuarentena a Rechazados, de manera tal que el sistema asigne una reubicación de los lotes en la Zona de Rechazados o Devolución, enviando dicha orden al portátil del Operador disponible.

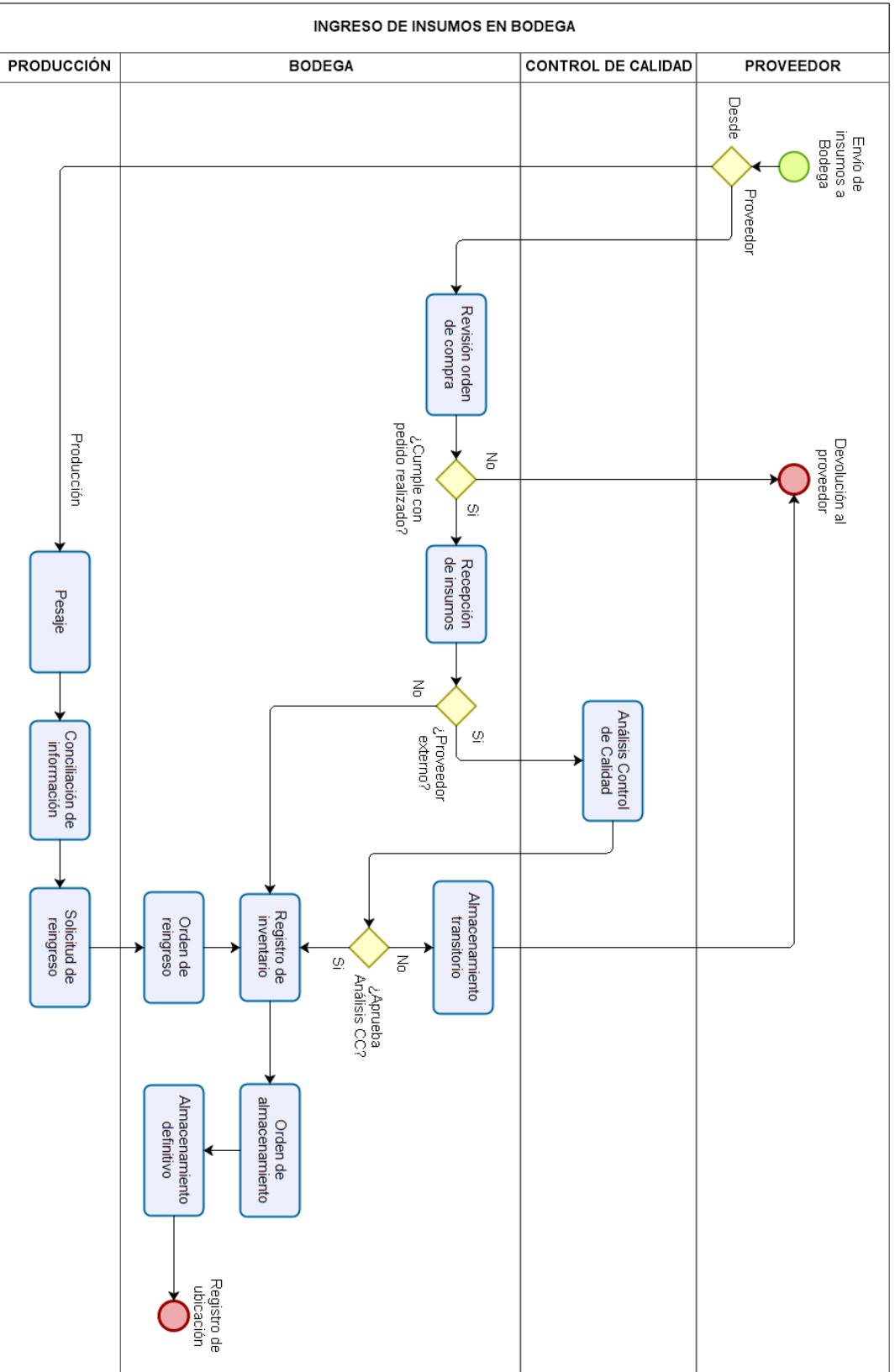


Ilustración 6-9: Rediseño proceso de ingreso de insumos en bodega.  
Fuente: Elaboración propia.

#### **6.4.2.2. Rediseño del proceso de egreso de insumos en bodega**

El proceso comienza con una Solicitud de insumos emitida por el sistema ERP, SISIPAK, a través del ingreso de las planillas productivas. Dicha información es recepcionada por la herramienta WMS, generando la Orden de egreso de materiales.

La Orden de Egreso consiste en un documento virtual con un número de transacción único e irrepetible, que notifica al Operador de Bodega, la cantidad de unidades de material requerido por las líneas productivas según lo indicado por las planillas de producción.

Las Ordenes de Egreso serán emitidas en función de los pedidos que sean recibidos por el Área de Producción, y la ejecución de éstas será a partir de la planificación de producción de la empresa.

Cuando el sistema registre la ejecución de la transacción de la Orden de egreso, el Operario de Bodega disponible, recibirá la Orden de Pre-Producción en su terminal portátil, donde se le indicarán las cantidades/peso y ubicaciones de los insumos a reunir ejecutando la ruta más corta identificada por el sistema. Una vez confirmado el inicio de la tarea, el Operario de Bodega procede a realizar la recolección de los materiales solicitados de manera manual, denominado *picking*, debiendo realizar fraccionamiento de los insumos en caso de ser necesario. Para llevar a cabo el fraccionamiento, es necesario trasladar el lote del material a fraccionar a la Zona de Pesaje (ubicada fuera del sector de la bodega) para que el Preparador u Operador encargado del Área de Pesaje ejecute la tarea.

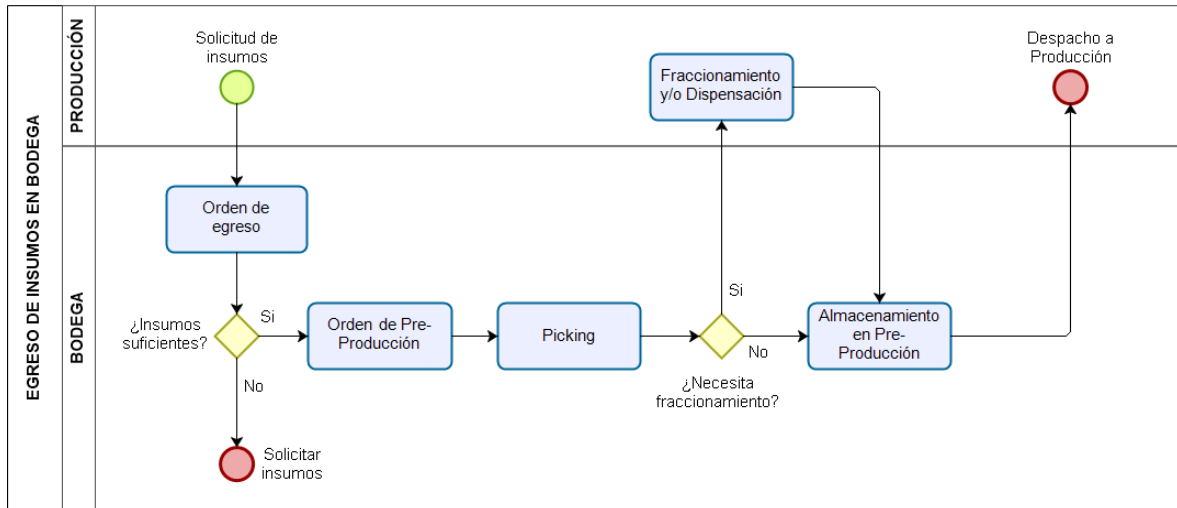
La recolección de los materiales antes mencionada será dispuesta transitoriamente en la Zona de Pre-Producción, siendo el sistema WMS quien asigne los espacios de almacenamiento, realice la baja del inventario y actualice la liberación de los espacios. Una vez reunidos los materiales indicados por la Orden de Egreso en la Zona de Pre-Producción, el Encargado de Bodega deberá dar aviso al Jefe de Producción para que éste autorice el despacho del pedido a las líneas productivas.

NOTA: Cabe destacar que las Ordenes de Pre-Producción serán ejecutadas, si y solo si, se encuentre en existencia la totalidad de los insumos requeridos. Además, el despacho de los insumos almacenados en la Zona de Pre-Producción se efectuará íntegramente y no de manera fraccionada.

#### **Solicitud de insumos**

Consiste en la petición de insumos al Departamento de Abastecimiento cuando el sistema detecte la presencia del punto de reorden del insumo, producto del bajo nivel de existencia de materiales almacenados en Bodega. Dicho punto de reorden será establecido en función de la cola de espera de planillas productivas y el tiempo de despacho de los materiales por parte del proveedor.

El sistema notificará la carencia de materiales al Encargado de Bodega, a modo que éste realice la solicitud del material faltante por intermedio de la aplicación SISI-PAK al departamento de abastecimiento, el cual ejecutará la orden de compra pertinente.



*Ilustración 6-10: Rediseño proceso de egreso de insumos en bodega.  
Fuente: Elaboración propia.*

### 6.4.2.3. Sistema de inventario

El registro de la cantidad de material almacenado en bodega, será realizado a partir de la incorporación de un sistema de inventario perpetuo, cuyo objetivo es mantener un registro preciso de los niveles reales de existencias con la menor cantidad de recuentos de *stock* posibles, siendo su incorporación totalmente compatible con las tareas realizables por la herramienta WMS.

El funcionamiento del sistema de inventario perpetuo consiste en la asignación de un nivel de existencia inicial para cada uno de los materiales almacenados, los cuales se actualizan automáticamente a través de los registros de ingresos y egresos de material realizados por la herramienta WMS, permitiendo contar con un registro detallado de la mercancía en tiempo real (costo y cantidad), sin necesidad de detener el funcionamiento de la bodega para realizar el conteo manual. Adicionalmente, este sistema permite elaborar informes que identifican los materiales que se están agotando, enviando alertas al departamento de abastecimiento para evitar retrasos en la producción y quiebres de *stock*.

## 6.5. Simulación de procesos

Para efectuar la simulación de los procesos, a través de la herramienta de modelamiento, Bizagi Modeler, se consideraron los siguientes parámetros generales:

- Se estableció un número de 500 llegadas (elementos a procesar) para cada una de las simulaciones realizadas, con la finalidad de representar el peor escenario posible.
- Los elementos a procesar en la logística de entrada y salida de insumos a bodega, corresponderán a órdenes de compra, o bien, a planillas de producción, según la situación.
- El periodo de trabajo establecido para cada simulación tuvo una duración de 30 días, dentro de las cuales se estableció una jornada normal, es decir, 9 horas continuas de trabajo de lunes a viernes; y una jornada extendida de dos horas de trabajo aplicada para los días martes, miércoles y jueves por cada semana.
- Los recursos establecidos para desarrollar las distintas tareas y sus costos de trabajo por hora son los siguientes (Tabla 6-6):

Recurso	Costo de trabajo por hora
Bodega	\$ 3.084
Control de Calidad	\$ 4.722
Producción	\$ 2.722

*Tabla 6-6: Costo de trabajo por hora según recurso.  
Fuente: Elaboración propia.*

- Cabe destacar que los tiempos mínimos, máximos y promedios a los que se le hará mención en este apartado, corresponden a los tiempos del proceso en su totalidad, es decir, el procesamiento de los 500 elementos de llegada (OC y/o planilla de producción).

### 6.5.1. Ingreso de insumos - Situación actual

En la ilustración 2-2 está representado el proceso de ingreso de insumos en bodega de la situación actual. A continuación, se mostrarán los recursos disponibles en este proceso, la cantidad actual y la disponibilidad de éstos en cada jornada de trabajo.

Recurso	Cantidad	Jornada Laboral (08:00 am-05:00 pm)	Hora Extra (05:00 pm-07:00 pm)
Bodega	2	2	2
Control de Calidad	4	4	3
Producción	15	15	10

*Tabla 6-7: Recursos disponibles y uso ingreso situación actual.  
Fuente: Elaboración propia.*

Para el desarrollo de este proceso se utilizaron los recursos Bodega, Control de Calidad y Producción. Como se puede apreciar en la Tabla 6-7, para una jornada normal, se utilizó la totalidad de los recursos disponibles, sin embargo, para la jornada extendida (hora extra), en el caso de Control de Calidad y Producción, no se utilizaron en su totalidad, debido a que, en la realidad, no todos los trabajadores realizan las horas extra diariamente, y en este caso, estos dos recursos se vieron reducidos en su disponibilidad.

Paralelamente, se mostrarán los resultados obtenidos de la simulación (Tabla 6-8), detallando el porcentaje de uso de cada uno de los recursos en la ejecución del proceso y los costos asociados a las tareas realizadas por el recurso.

Recurso	Uso Recurso	Costo de procesamiento
Bodega	68,76%	\$ 3.053.674
Control de Calidad	98,56%	\$ 13.282.593
Producción	10,97%	\$ 3.184.740
	Total	\$ 19.521.007

*Tabla 6-8: Costo de procesamiento por recurso ingreso situación actual.  
Fuente: Elaboración propia.*

De la tabla se desprende que el uso del recurso Control de Calidad se encuentra sobre-utilizado con un **98,56%**, es decir, que el recurso se encuentra utilizado durante un periodo de tiempo muy elevado para realizar la tarea respectiva, generando así un alto costo de ejecución.

Por otra parte, el recurso producción se encuentra sub-utilizado debido a que la tarea que realiza tiene un bajo ingreso de elementos para ser ejecutado, sin embargo, presenta un mayor costo en relación al recurso bodega, debido a que la cantidad de recursos utilizado para realizar la tarea es considerablemente más elevada.

El tiempo mínimo de ejecución del proceso en general es de **20 min**, esto se debe a que, en el transcurso de este tiempo, se ejecuta el primer elemento de fin del proceso, es decir, se genera la primera devolución a proveedor producto de algún incumplimiento de requisitos técnicos y/o contables por parte de los proveedores, dando término al proceso.

El tiempo máximo de ejecución del proceso es de **29 días, 12 horas y 30 min**, esto teniendo en consideración el gran número de llegadas, los altos tiempos de análisis de control de calidad y la demora en el almacenamiento de los insumos (el tiempo mínimo de análisis de control de calidad es de 5 días y 6 horas, y el tiempo mínimo de almacenamiento es de 2 horas y 15 minutos).

Finalmente, el tiempo promedio de ejecución del proceso de ingreso de insumos es de **3 días y 14 horas**.

### 6.5.2. Egreso de insumos - Situación actual

En la ilustración 2-6 está representado el proceso de egreso de insumos en bodega de la situación actual. A continuación, se mostrarán los recursos disponibles en este proceso, la cantidad actual y la disponibilidad de éstos en cada jornada de trabajo (Tabla 6-9).

Recurso	Cantidad	Jornada Laboral (08:00 am-05:00 pm)	Hora Extra (05:00 pm-07:00 pm)
Bodega	2	2	2
Producción	2	2	2

*Tabla 6-9: Recursos disponibles y uso egreso situación actual.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Para el desarrollo de este proceso se utilizaron los recursos Bodega y Producción. Esta vez, como es posible observar, todos los recursos cuentan con la misma disponibilidad de personal para las dos jornadas de trabajo establecidas.

En cuanto a los resultados obtenidos de la simulación (Tabla 6-10), se detallará el porcentaje de uso de cada uno de los recursos en la ejecución del proceso y los costos asociados a las tareas realizadas por el recurso.

Recurso	Uso Recurso	Costo de procesamiento
Producción	99,64%	\$ 3.905.616
Bodega	83,58%	\$ 3.711.594
	Total	\$ 7.617.210

*Tabla 6-10: Costo de procesamiento por recurso egreso situación actual.  
Fuente: Elaboración propia.*

De la tabla se desprende que el uso de ambos recursos se encuentra sobre-utilizado. De ellos, en mayor proporción, el recurso Producción con un **99,64%**, esto debido a que la tarea que realiza este recurso tiene una ejecución constante a lo largo de todo el proceso, viéndose sobrecargada por el bajo número de trabajadores disponibles para realizar la tarea. Por otra parte, el uso del recurso Bodega se sobre-utilizada, debido a que la disponibilidad del recurso se ve limitada, producto de la cantidad de tareas que debe ejecutar.

El tiempo mínimo de ejecución del proceso en general es de **3 horas y 20 minutos**, esto debido a que, según la simulación, una vez transcurrido este tiempo, se ejecuta el primer elemento de fin, es decir, se genera la primera devolución de planilla al Departamento de Producción, ya que no se cuenta con las cantidades de insumos suficientes en bodega para satisfacer las cantidades de material requerido, lo que paralelamente implica, realizar una solicitud de insumos al departamento de abastecimiento, dando fin al proceso.

El tiempo máximo de ejecución del proceso es de **10 días y 35 minutos**, esto producto del gran número de elementos a procesar, el bajo número de recursos disponibles y de que los tiempos de recolección y fraccionamiento son elevados (el tiempo mínimo de recolección es de 2 horas y 15 minutos, y el tiempo mínimo de fraccionamiento es de 2 horas).

Finalmente, el tiempo promedio de ejecución del proceso de egreso de insumos es de **5 días, 6 horas y 31 minutos**.

### 6.5.3. Ingreso de insumos - Rediseño de proceso

En la Ilustración 6-10 está representado el proceso de ingreso de insumos en bodega del rediseño recomendado. A continuación, se mostrarán los recursos disponibles en este proceso, la cantidad actual y la disponibilidad de éstos en cada jornada de trabajo (Tabla 6-11).

Recurso	Cantidad	Jornada Laboral (08:00 am-17:00 pm)	Hora Extra (17:00 pm-19:00 pm)
Bodega	2	2	2
Control de Calidad	4	4	3
Producción	15	15	10

Tabla 6-11: Recursos disponibles y uso ingreso rediseño.  
Fuente: Elaboración propia.

Para el desarrollo del rediseño del proceso de ingreso, se propone la utilización de los tres recursos disponibles, es decir, Bodega, Control de Calidad y Producción. Cabe destacar que el número de recursos para la ejecución del proceso es la misma que las cantidades disponibles en el proceso de la situación actual, a modo de que la comparación de ambas situaciones sea bajo los mismos estándares.

Paralelamente, se muestran los resultados obtenidos de la simulación (Tabla 6-12), detallando el porcentaje de uso de cada uno de los recursos en la ejecución del proceso y los costos asociados a las tareas realizadas por el recurso.

Recurso	Uso Recurso	Costo de procesamiento
Bodega	53,61%	\$ 2.380.745
Control de Calidad	96,99%	\$ 13.071.440
Producción	11,97%	\$ 3.477.355
	Total	\$ 18.929.541

Tabla 6-12: Costos de procesamiento ingreso rediseño.  
Fuente: Elaboración propia.

De la tabla se desprende que, el uso del recurso Control de Calidad, se encuentra sobre-utilizado con un **96,99%**, es decir, que el recurso se encuentra utilizado durante un periodo de tiempo muy elevado para realizar la tarea respectiva, generando así un alto costo de ejecución.

Por otra parte, el recurso producción se encuentra sub-utilizado, debido a que la tarea que realiza tiene un bajo ingreso de elementos para ser ejecutado, presentando un mayor costo en relación al recurso bodega, debido a que la cantidad de recursos utilizado para realizar la tarea es considerablemente más elevada.

El tiempo mínimo de ejecución del proceso en general es de **20 min**, esto se debe a que, en el transcurso de este tiempo, se ejecuta el primer elemento de fin del proceso, es decir, se genera la primera devolución a proveedor producto de algún incumplimiento de requisitos técnicos y/o contables por parte de los proveedores, dando término al proceso.

El tiempo máximo de ejecución del proceso es de **25 días, 13 horas y 54 min**, esto teniendo en consideración el gran número de llegadas, y la cola de espera de procesamiento generada por los altos tiempos de análisis de control de calidad (el tiempo mínimo de análisis de control de calidad es de 5 días y 6 horas).

Finalmente, el tiempo promedio de ejecución del proceso de ingreso de insumos es de **8 horas y 47 minutos**.

#### 6.5.4. Egreso de insumos - Rediseño de proceso

En la Ilustración 6-11 está representado el proceso de egreso de insumos en bodega del rediseño de proceso. A continuación, se mostrarán los recursos disponibles en este proceso, la cantidad actual y la disponibilidad de éstos en cada jornada de trabajo (Tabla 6-13).

Recurso	Cantidad	Jornada Laboral (08:00 am-17:00 pm)	Hora Extra (17:00 pm-19:00 pm)
Bodega	2	2	2
Producción	2	2	2

*Tabla 6-13: Recursos disponibles y uso egreso rediseño.  
Fuente: Elaboración propia.*

Para el desarrollo del rediseño del proceso de ingreso se propone utilizar dos de los recursos disponibles, es decir, Bodega y Producción. Cabe destacar que el número de recursos para la ejecución del proceso es la misma que las cantidades disponibles en el proceso de la situación actual, a modo de que la comparación de ambas situaciones sea bajo los mismos estándares.

Paralelamente, se muestran los resultados obtenidos de la simulación (Tabla 6-14), detallando el porcentaje de uso de cada uno de los recursos en la ejecución del proceso y los costos asociados a las tareas realizadas por el recurso.

Recurso	Uso Recurso	Costo de procesamiento
Producción	99,64%	\$ 2.950.648
Bodega	83,58%	\$ 4.115.290
	Total	\$ 7.065.938

*Tabla 6-14: Costo de procesamiento egreso rediseño.  
Fuente: Elaboración propia.*

De la tabla se desprende que el uso de ambos recursos se encuentra sobre-utilizado. De ellos, en mayor proporción, el recurso Producción con un **99,64%**, debido a que el tiempo de ejecución de esta tarea es prolongado, viéndose sobrecargada por el bajo número de trabajadores disponibles para su realización. Por otra parte, el sobre-uso del recurso Bodega, se debe a que la disponibilidad del recurso se ve limitada, producto de la cantidad de tareas que debe ejecutar.

El tiempo mínimo de ejecución del proceso en general es de **1 hora y 24 minutos**, esto debido a que, según la simulación, una vez transcurrido este tiempo, se ejecuta el primer elemento de fin, es decir, se genera la primera solicitud de insumos al Departamento de Abastecimiento, producto de la alerta arrojada por el sistema, la cual indica el agotamiento de algún insumo que esté próximo a ser requerido, dando fin al proceso.

El tiempo máximo de ejecución del proceso es de **8 días y 10 horas**, esto producto del gran número de elementos a procesar, el bajo número de recursos disponibles y de que el tiempo de fraccionamiento es elevado (el tiempo mínimo de fraccionamiento es de 2 horas).

Finalmente, el tiempo promedio de ejecución del proceso de egreso de insumos es de **4 días, 16 horas y 40 minutos**.

## 7. Análisis de resultados

A continuación, se realizará la validación de los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, detallando la comparación de los resultados de la simulación de los procesos de ingreso y egreso de insumos, respecto del modelo de solución propuesto.

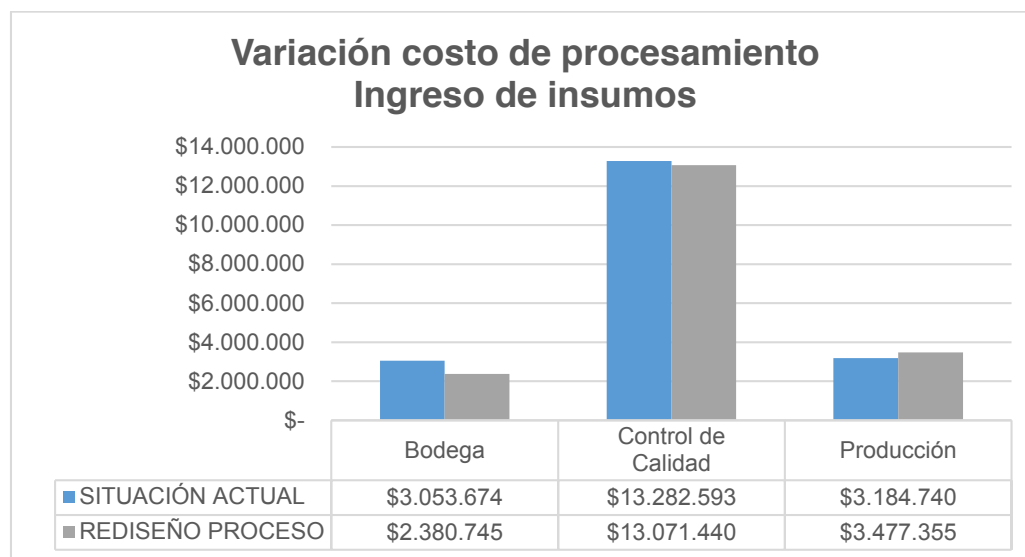
Cabe destacar que los tiempos mínimos, máximos y promedios a los que se les hará mención en este capítulo, corresponden a los tiempos del proceso en su totalidad, es decir, el procesamiento de los 500 elementos de llegada; pero, además, se hará mención a los tiempos por tarea, vale decir, corresponderá al tiempo en que dicha tarea tarde en procesar los elementos antes mencionados. Ante esto, y a modo de aclaración, en el Anexo 8.6, se detalla el listado de tareas por proceso, el tiempo de procesamiento de cada una (tiempo que tardan en ejecutar un único elemento de procesamiento), los recursos responsables de su ejecución y la cantidad necesaria de ellos.

### 7.1. Ingresos de insumos en bodega

Para validar los resultados obtenidos se realizó una comparación de los procesos de ingreso de insumos entre ambos escenarios, es decir, entre la situación actual y el rediseño del proceso.

La aplicación del modelo propuesto permitió evidenciar una variación en el uso de los recursos y los costos de procesamiento de cada uno de los recursos involucrados (Gráfico 7-1), generando una reducción porcentual de un **22,04%** para el recurso Bodega, y de un **1,59%** para el recurso Control de Calidad; y un incremento del **9,19%** para el recurso Producción, debido a la incorporación de nuevas tareas para dicho departamento, con la finalidad de evitar el registro impreciso de los materiales devueltos a bodega por parte de los operarios, posterior al proceso productivo.

En términos generales, la aplicación de las recomendaciones propuestas logró una reducción porcentual en costos de un **3,03%**, en comparación con el proceso de la situación actual.



*Gráfico 7-1: Variación costo de procesamiento ingreso de insumos en bodega.  
Fuente: Elaboración propia.*

En relación a los tiempos de ejecución de las tareas del proceso evaluado, se destacan dos tareas que son consideradas como críticas dentro de éste, las cuales tienen relación con la recepción de insumos en bodega y el almacenamiento definitivo de los materiales.

Como se detalla en la Tabla 7-1, el tiempo de ejecución del proceso de ingreso de insumos en bodega, se vio reducido en un **89,79%**, pasando de tener una duración promedio inicial de 3 días, 14 horas y 7 minutos, a tan solo 8 horas y 47 minutos. A su vez, la implementación del modelo de solución generó que el número de elementos finalizados por el proceso aumentara en un **37,27%** respecto de los que lograron procesarse con la simulación de la situación actual, es decir, se logró almacenar un mayor número de materiales registrados en las ordenes de ingreso en sus posiciones definitivas.

Nombre	Situación Actual			Rediseño de Proceso			% Variación
	Tiempo mínimo	Tiempo máximo	Tiempo promedio	Tiempo mínimo	Tiempo máximo	Tiempo promedio	
Proceso de ingreso de insumos en bodega	20m	29d 12h 30m	3d 14h 7m	20m	25d 13h 54m	8h 47m	↓-89,79%
Recepción de insumos	30m	3d 22h 50m	11h 36m	10m	1h	11m	↓-98,34%
Almacenamiento en bodega	2h 15m	4d 4h	1d 15h 55m	50m	1h 40m	51m	↓-97,87%

*Tabla 7-1: Tiempos de ejecución tareas críticas de ingreso.  
Fuente: Elaboración propia.*

El motivo de que el proceso general se redujera, se debe principalmente, a causa de que las dos tareas críticas antes mencionadas lograron una reducción considerable en cuanto a los tiempos de ejecución de cada una. Por una parte, el tiempo de recepción de insumos se redujo en 11 horas y 25 minutos, lo que equivale a un **98,34%** de eficiencia, lo cual es producto de la automatización de dicha tarea, generada a partir de la implementación del sistema de gestión de bodega. Y en cuanto a los tiempos de almacenamiento de los insumos, se genera una reducción de 1 día, 15 horas y 4 minutos respecto de la ejecución de la tarea en el proceso de la situación actual, ya que el reconocimiento de los espacios de almacenamiento disponibles ya no se realiza de manera visual, puesto que la incorporación de la identificación de estanterías facilita un registro de los espacios utilizados y disponibles, permitiendo al sistema indicar la posición del insumo en base a las políticas de almacenamiento establecidas.

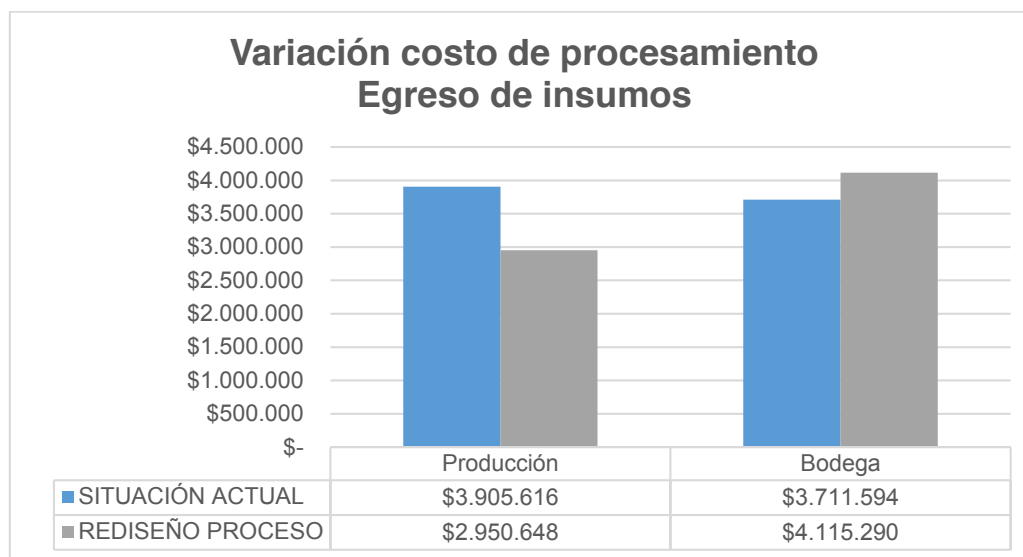
## **7.2. Egresos de insumos en bodega**

Para la validación de los resultados obtenidos del rediseño del proceso de egreso de insumos, se realizó la misma comparación entre los escenarios mencionados en el apartado anterior.

Al igual que en el proceso de ingreso, la implementación del modelo generó una variación en el uso de los recursos y los costos de procesamiento, los cuales pueden ser observados en el Gráfico 7-2. La fluctuación del recurso Producción fue del orden de un **24,45%** menos, en comparación a la situación actual, producto de la disminución de los materiales a fraccionar, ya que, al contar con la información exacta de los insumos almacenados se reduce la labor para esta tarea en específico.

El aumento del costo de procesamiento en Bodega (**10,88%**) se debe a que por tarea realizada se está haciendo uso de todos los recursos disponibles para la ejecución (dos recursos), y, además, esto mismo provoca que el número de elementos que alcanzan a procesarse es mayor en comparación con la situación actual.

En términos generales, la aplicación de las recomendaciones propuestas logró una reducción porcentual en costos de un **7,24%**, en comparación con el proceso de la situación actual.



*Gráfico 7-2: Variación costo de procesamiento egreso de insumos.  
Fuente: Elaboración propia.*

En relación a los tiempos de ejecución de las tareas del proceso evaluado, se destacan dos tareas que son consideradas como críticas dentro de éste, las cuales tienen relación con la revisión de la suficiencia de existencias y la tarea de *picking*.

Como se detalla en la Tabla 7-2, el tiempo de ejecución del proceso de egreso de insumos en bodega, se vio reducido en un **10,95%**, pasando de tener una duración promedio inicial de 5 días, 6 horas y 31 minutos, a tan solo 4 días, 16 horas y 40 minutos. A su vez, la aplicación del modelo de solución, generó que el número de elementos finalizados por el proceso aumentara en un **37,99%** respecto de los que lograron procesarse con la simulación de la situación actual, es decir, se logró despachar a las líneas productivas un mayor número de planillas.

Nombre	Situación Actual			Rediseño de Proceso			% Variación
	Tiempo mínimo	Tiempo máximo	Tiempo promedio	Tiempo mínimo	Tiempo máximo	Tiempo promedio	
Proceso de egreso de insumos en bodega	3h 20m	10d 35m	5d 6h 31m	1h 24m	8d 10h 57m	4d 16h 40m	↓ -10,95%
Revisión suficiencia de existencias	20m	1d 19h 20m	22h 54m	3m	2d 2h 42m	1d 46m	↑ 8,12%
Picking	2h 15m	1d 20h 5m	1d 52m	1h	2d 8h 6m	1d 5h 59m	↑ 20,57%

*Tabla 7-2: Tiempos de ejecución tareas críticas de egreso.  
Fuente: Elaboración propia.*

El principal motivo de la reducción de los tiempos del proceso de egreso de insumos en bodega, es a causa de la disminución de los tiempos mínimos de la tarea de revisión de suficiencia de existencias en bodega y de la ejecución de picking, pero para efectos de la simulación, los tiempos promedios de ambas tareas aumentaron en un **8,12%** y un **20,57%** respectivamente, esto producto del aumento de despacho de planillas a las líneas productivas, explicado en el párrafo anterior, lo que provoca un mayor tiempo de trabajo en el procesamiento de las tareas. Esto a su vez produjo la reducción del número de devoluciones de planillas por insuficiencia de insumos en un **95,45%**, debido a que, gracias a la implementación del nuevo sistema, es posible conocer las cantidades exactas de insumos en bodega, y que se generen alarmas cuando el stock de los productos se vea reducido, evitando así quiebres en el inventario de la bodega.

## Conclusiones y recomendaciones

Para la investigación sobre gestión de bodega y registros de inventario, no fue posible encontrar artículos, investigaciones o memorias que se asemejaran a las características específicas del presente caso de estudio, por lo que se recurrió a la búsqueda de herramientas que fueran adaptables a las necesidades de la empresa.

La gran variedad de productos fabricados por la empresa, el alto volumen de insumos necesarios, el sistema de pedidos por cliente y la temporalidad de los productos impedía realizar clasificaciones tradicionales como es la metodología ABC, por lo que se procedió a la aplicación del método del Proceso Analítico Jerárquico para realizar la clasificación de los insumos a partir de sus características físicas, permitiendo asignar valores de importancia, los cuales priorizarían la metodología de almacenamiento, sirviendo como base para elaborar políticas que estandarizaran la gestión de la bodega. Adicionalmente y sumado a lo anterior, fue necesario diseñar previamente identificaciones de las estanterías, para hacer posible la implementación de un sistema de gestión que asegurara el suministro de materiales a las líneas productivas.

La solución propuesta se divide en dos etapas de rediseño, la primera, para el proceso de ingreso de insumos en bodega; y la segunda, para el proceso de egreso de insumos en bodega.

Para ambos rediseños fue necesario estudiar las tareas que generaran mayor criticidad a través de la simulación de los procesos de la situación actual, teniendo en consideración los tiempos de ejecución de las tareas, los recursos necesarios para realizar dichas tareas, las jornadas de trabajo y los costos de trabajo por hora para cada uno de los recursos, lo cual permitió asemejar los resultados finales a la realidad. A partir de esto, es que se recomendó la creación de tareas, tales como, el pesaje para los insumos que son devueltos a bodega posterior al proceso de producción, el cual tiene la finalidad de evitar el registro impreciso de los materiales que se ocasionaba anteriormente producto de las malas prácticas de los operarios; las ordenes de almacenamiento, las cuales indican al operador la posición de almacenamiento de cada uno de los lotes a almacenar; las ordenes de egreso y ordenes de pre-producción, las cuales indican la suficiencia de materiales existentes en bodega y la ubicación respectiva de cada uno de ellos para su recolección; además, la implementación de la tarea de almacenamiento en pre-producción asegura que el preparado del pedido se realice contando con la totalidad de insumos necesarios y el despacho de este sea íntegro y no de manera fraccionada. Sistema de inventario perpetuo

Por otra parte, la incorporación del sistema de inventario perpetuo, el cual es compatible con la herramienta WMS y su sistema de radio frecuencia, permite mantener actualizado el registro de inventario, pudiéndose conocer las cantidades de material almacenado en todo momento con la menor cantidad de recuento de stock posible.

El modelo de solución propuesto entrega resultados positivos, ya que, se logra reducir los tiempos de ejecución del proceso en un **89,79%** para el caso de ingreso de insumos y en un **10,95%** para el caso de egreso de insumos, lo que se traduce en una reducción de los costos de procesamiento de los recursos en un **3,03%** y en un **7,24%**, respectivamente.

Para la empresa se recomienda:

- Separación de la Bodega de Materiales y Productos Terminados en dos instalaciones independientes para cada tipo de elemento, es decir, una bodega para materia prima y material de envase empaque, y otra bodega para los productos terminados, debido a que según lo indicado por las normas técnicas de buenas prácticas de manufactura (GMP): “los materiales y productos farmacéuticos terminados deben ser manipulados y almacenados de tal manera que se evite la contaminación, confusiones-mezclas (*mix-ups*) y la contaminación cruzada”.
- Desarrollar un departamento propio de Control de Calidad con el fin de concentrar los análisis exclusivamente en productos pertenecientes a iPAK, ya que, actualmente, el departamento pertenece a Laboratorios Knop, por lo que priorizan los análisis relacionados con dicha planta, independiente del nivel de urgencia de los análisis de iPAK.
- Realizar contratación de personal dedicado exclusivamente al área de fraccionamiento y/o dispensación, ya que actualmente se dispone de personal del Área de Producción para realizar dicha tarea, lo que genera que su ejecución dependa de la disponibilidad del personal de planta.

## Bibliografía

(Lee92) Lee, M. Y. **A storage assignment policy in a man-on-board automated storage/retrieval system.** The International Journal of Production Research, 30(10), 2281-2292. 1992.

(Le-Duc05) Le-Duc, T. **Design and Control of Efficient Order Picking Processes.** Rotterdam: Erasmus University, 2005.

(Liu99) Liu, C. M. **Clustering techniques for stock location and order-picking in a distribution center.** En Computers & Operations Research (Vols. 26(10-11), págs. 989-1002). 1999.

(Mora11) Mora, L. **Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes,** Primera Edición, págs. 126-128. 2011.

(Ocampo13) Ocampo, A y Restrepo, L. **Rediseño del sistema de almacenamiento de la empresa.** Laboratorios Licol S.A.S. PROYECTO DE GRADO. Ingeniería de Producción, 2013.

(PauCos98) Pau i Cos, J y Navascués y Gasca, R. **Manual de logística integral,** Ediciones Díaz de Santos, S.A. 1998.

(Poirier96) Poirier, C. y Reiter, S. **Supply Chain Optimization: Building the strongest total business.** San Francisco, CA: Berrett-Koheler, 1996.

(Rouwenhorst00) Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G., Mantel, R. y Zijm, W. **Warehouse design and control: Framework and literature review.** European Journal of Operational Research, 122(3), 515-533. 2000.

(Schwarz78) Schwarz, L. B., Graves, S. C., & Hausman, W. H. **Scheduling policies for automatic warehousing systems: Simulation results.** AIIE Transaction, 10(3), 260-270. 1978.

(Trejos08) Trejos, A. **Gestión logística, stocks, almacenes y bodegas.** Seminarios Andinos, 2008.

(VandenBerg99) Van den Berg, J. P. **A literature survey on planning and control of warehousing systems.** IIE Transactions, 751-76. 1999.

## 8. Anexos

### 8.1. Línea de sólidos

#### 8.1.1. Cápsulas blandas

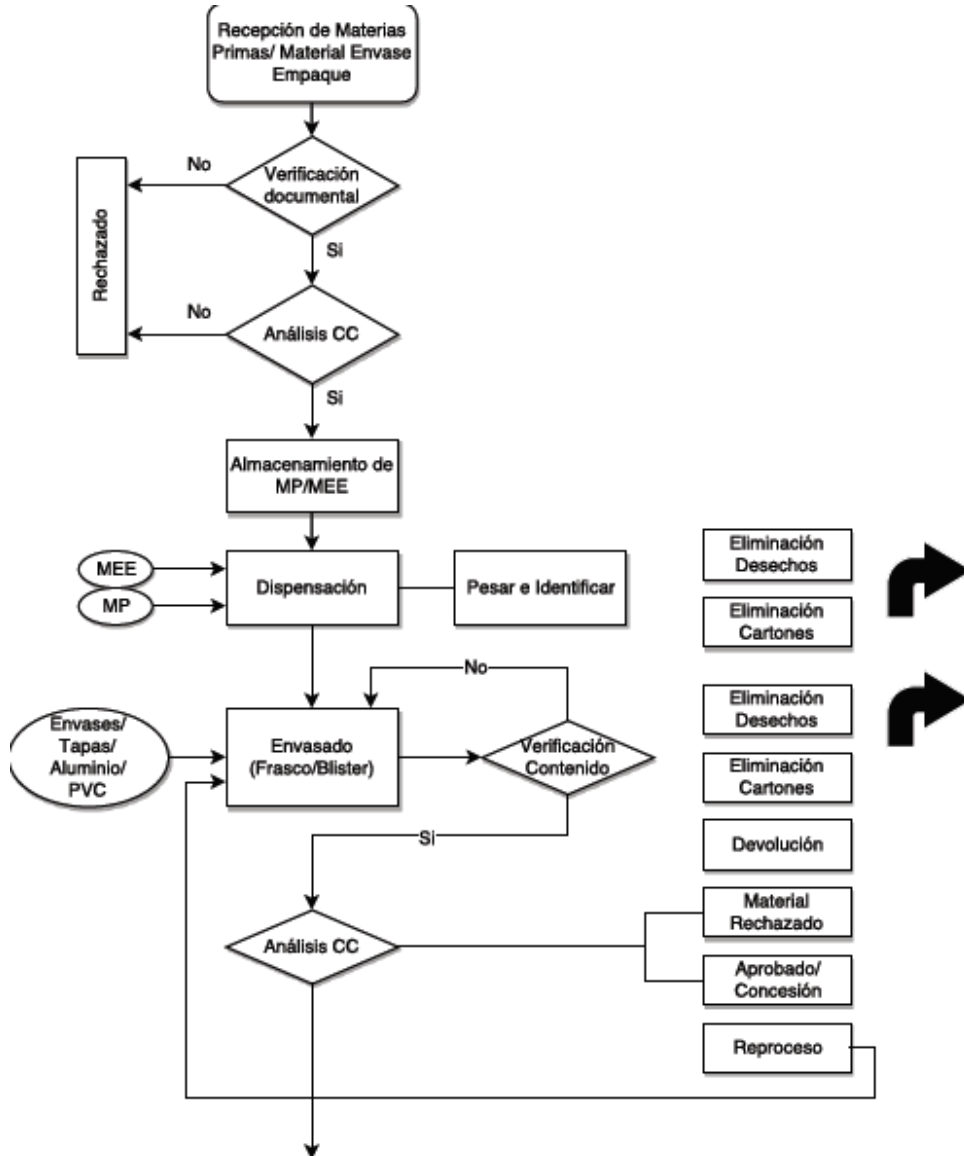


Ilustración 8-1: Diagrama de flujo cápsulas blandas, etapa de envasado.  
Fuente: iPAK Ltda.

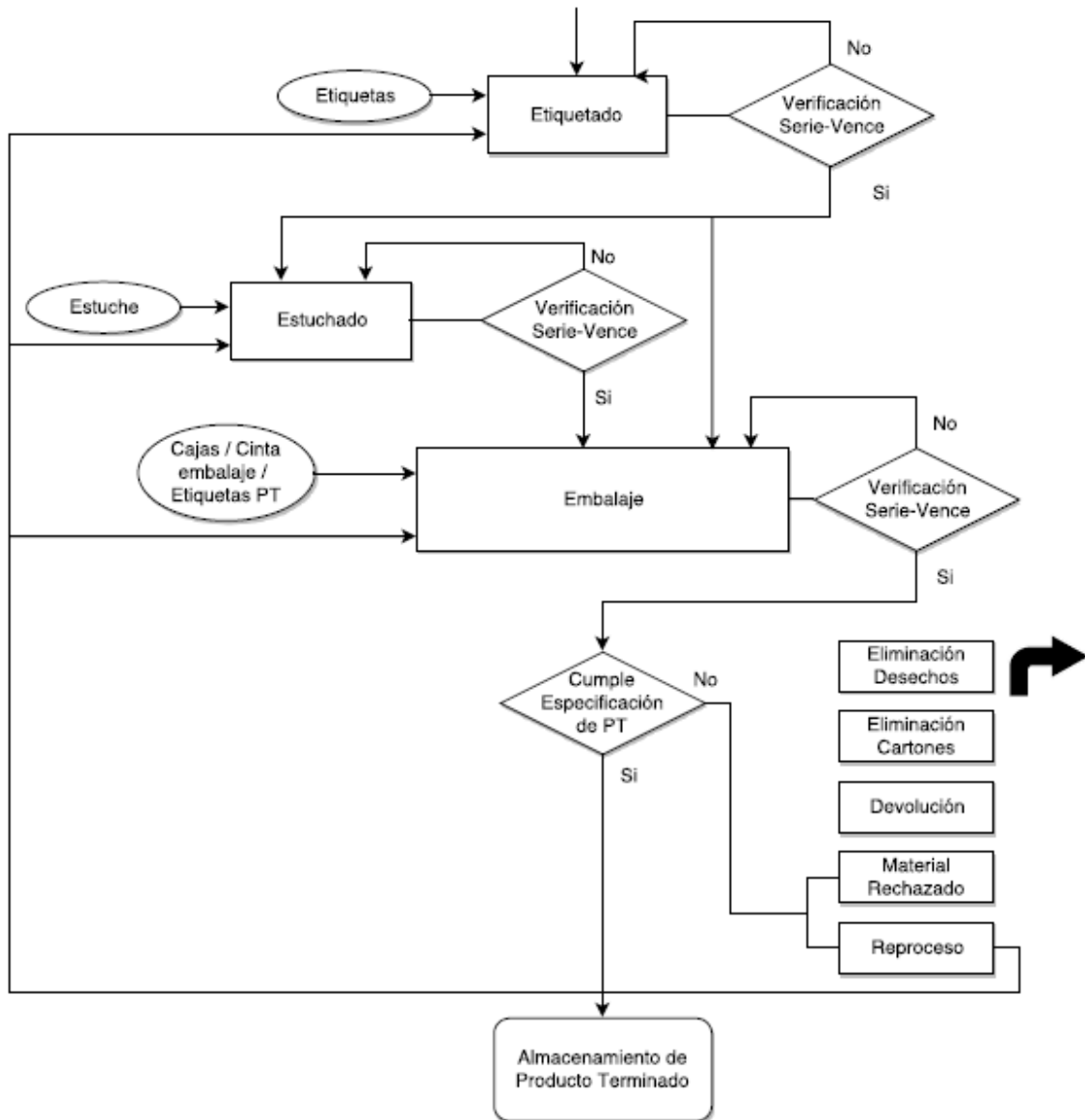


Ilustración 8-2: Diagrama de flujo cápsulas blandas, etapa de etiquetado, estuchado y envasado. Fuente: iPAK Ltda.

### 8.1.2. Cápsulas duras

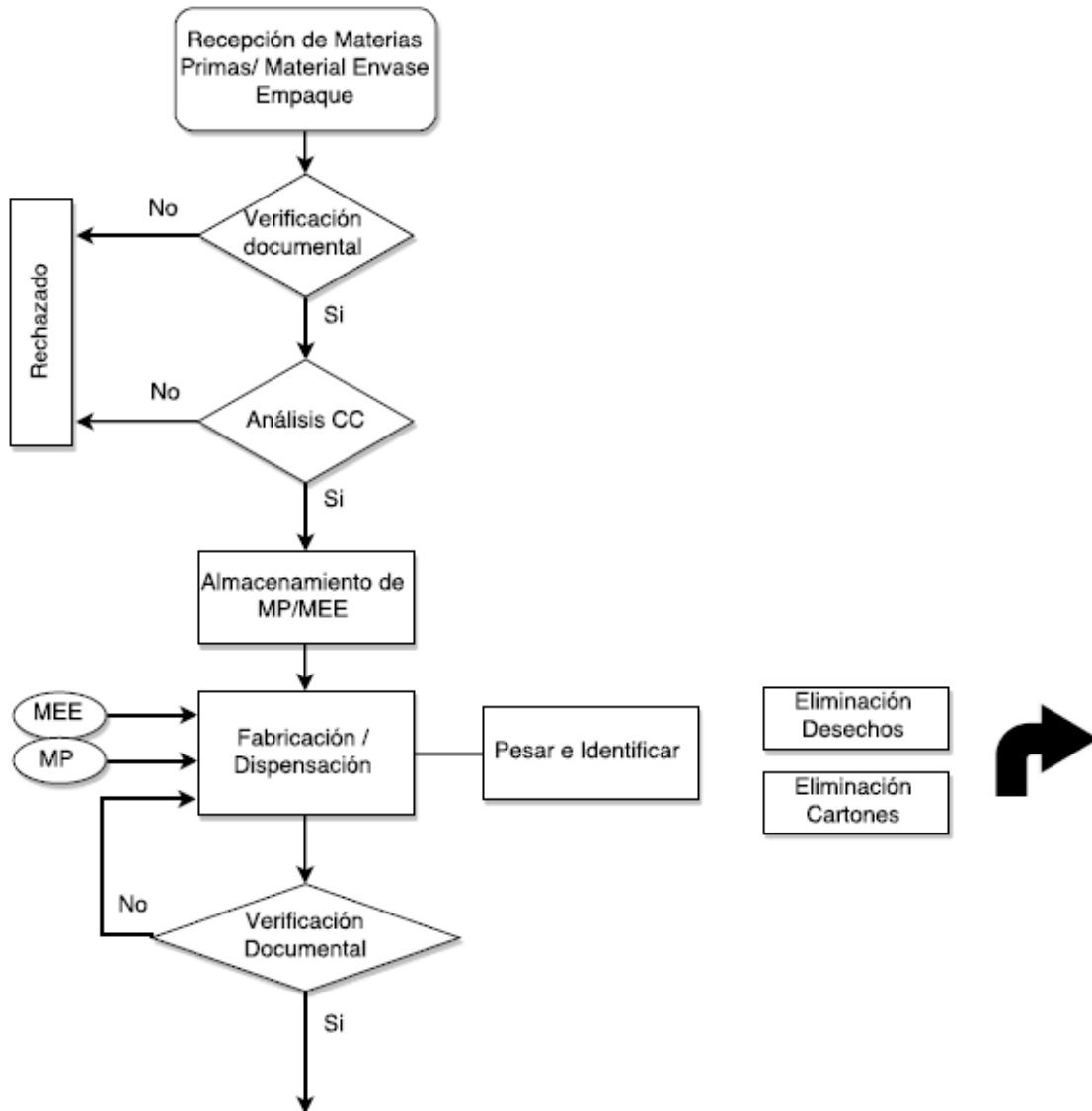


Ilustración 8-3: Diagrama de flujo cápsulas duras, etapa de fabricación parte 1.  
 Fuente: iPAK Ltda.

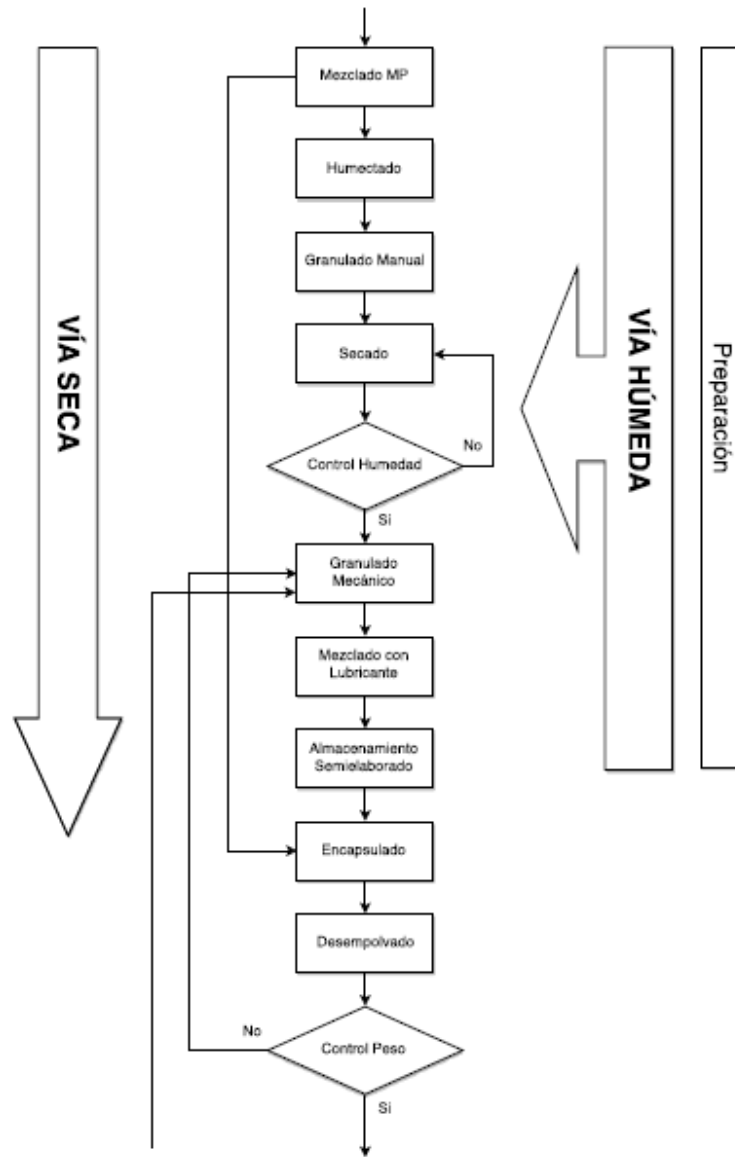


Ilustración 8-4: Diagrama de flujo cápsulas duras, etapa de fabricación parte 2.  
Fuente: iPAK Ltda.

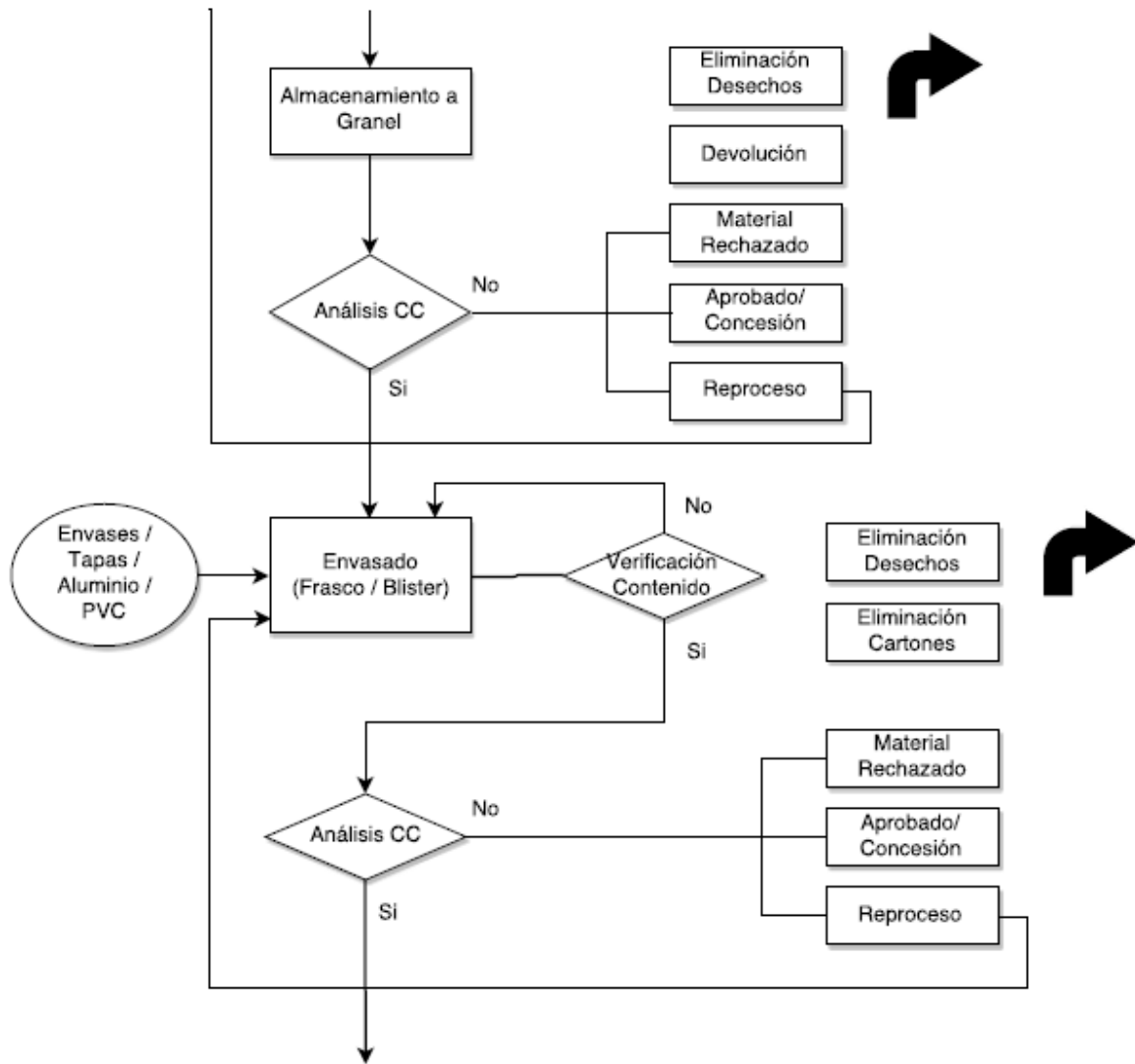


Ilustración 8-5: Diagrama de flujo cápsulas duras, etapa de envasado. Fuente: iPAK Ltda.

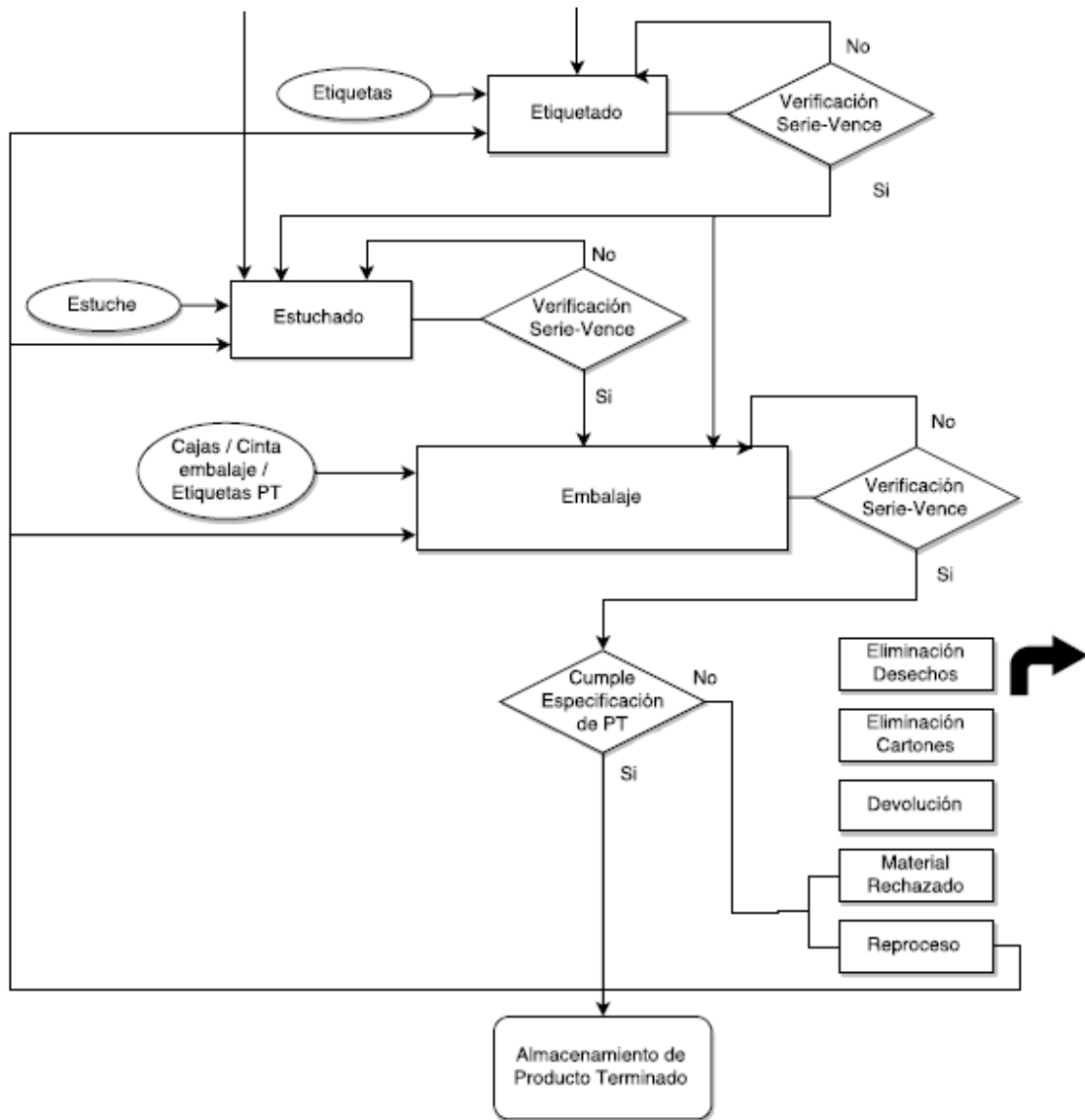


Ilustración 8-6: Diagrama de flujo cápsulas duras, etapa de etiquetado, estuchado y embalado.  
Fuente: iPAK Ltda.

### 8.1.3. Comprimidos

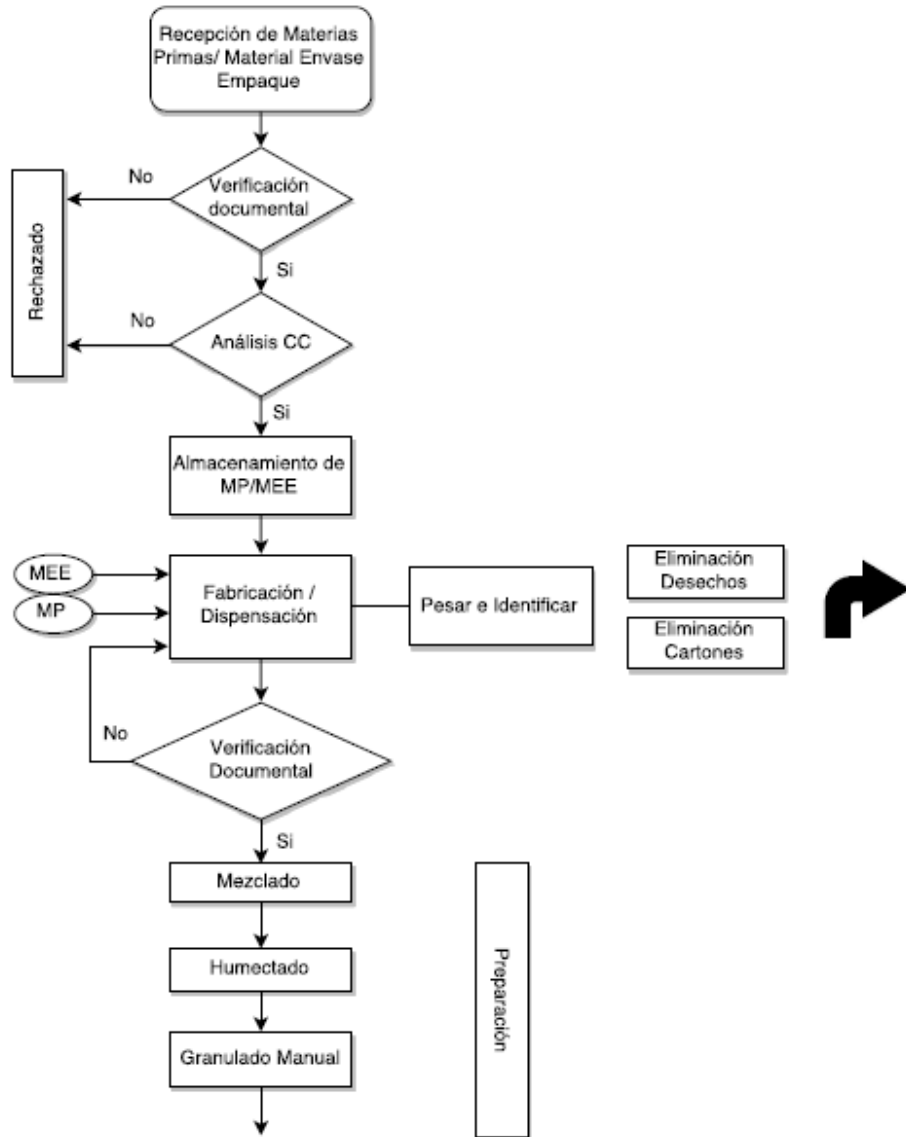


Ilustración 8-7: Diagrama de flujo comprimidos, etapa de fabricación parte 1.  
Fuente: iPAK Ltda.

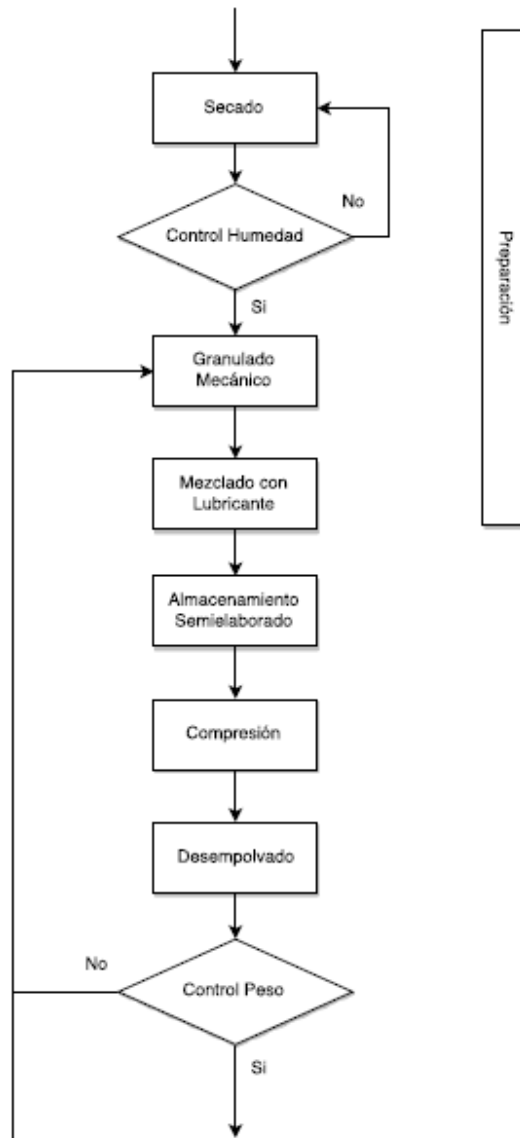


Ilustración 8-8: Diagrama de flujo comprimidos, etapa de fabricación parte 2.  
Fuente: iPAK Ltda.

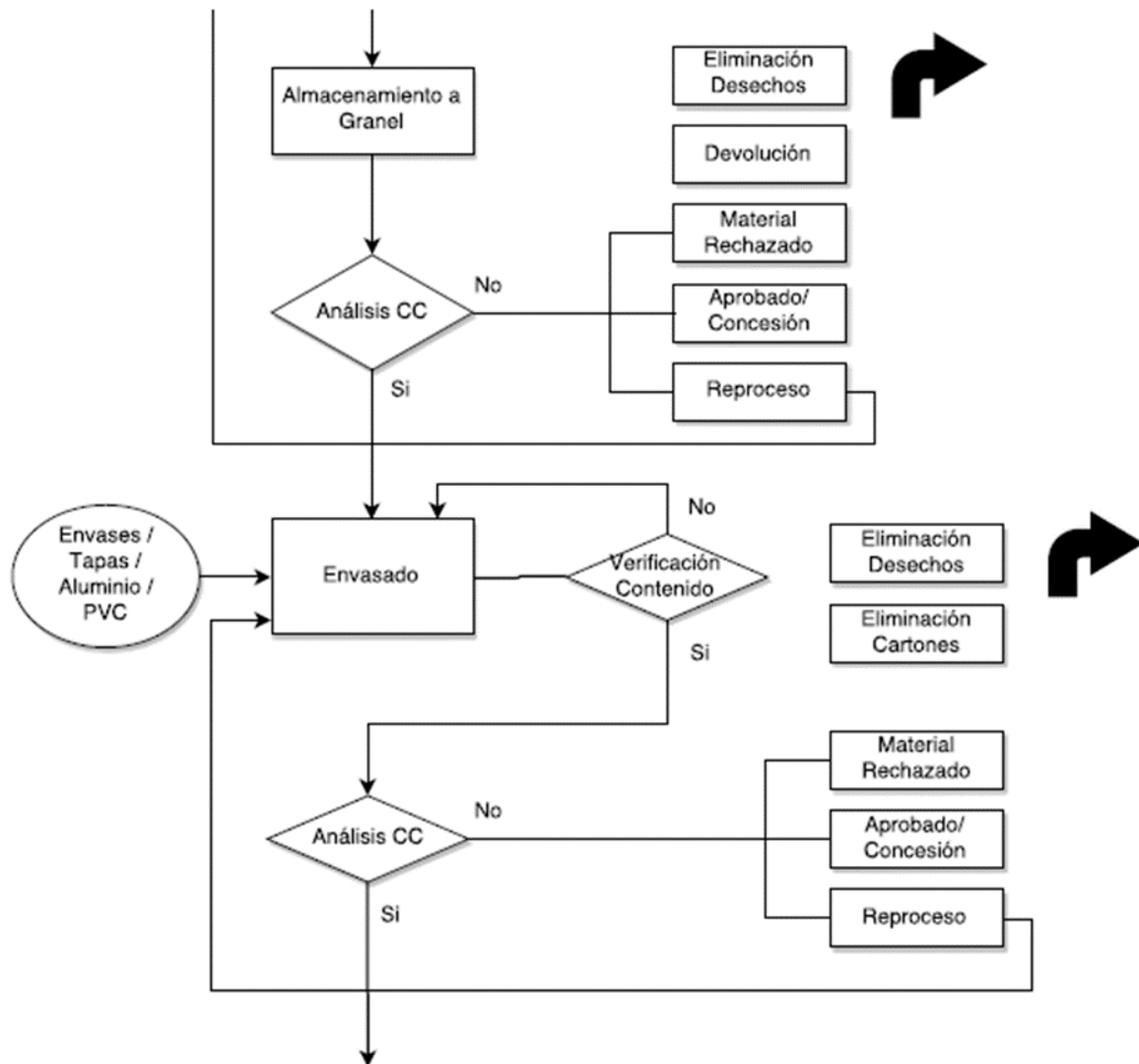


Ilustración 8-9: Diagrama de flujo comprimidos, etapa de envasado.  
 Fuente: iPAK Ltda.

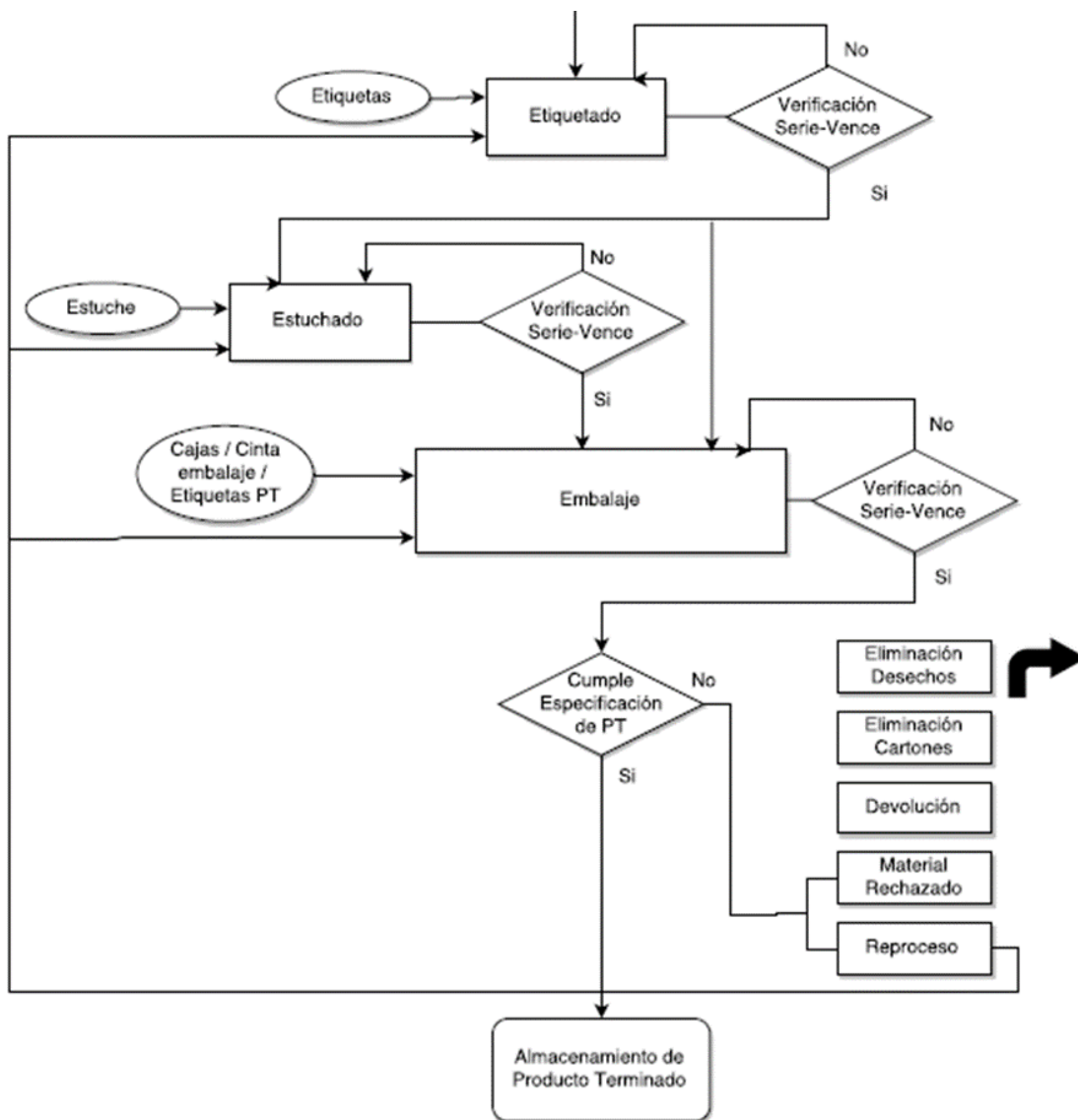


Ilustración 8-10: Diagrama de flujo comprimidos, etapa de etiquetado, estuchado y embalado.  
Fuente: iPAK Ltda.

### 8.1.4. Granel, polvos y hierbas

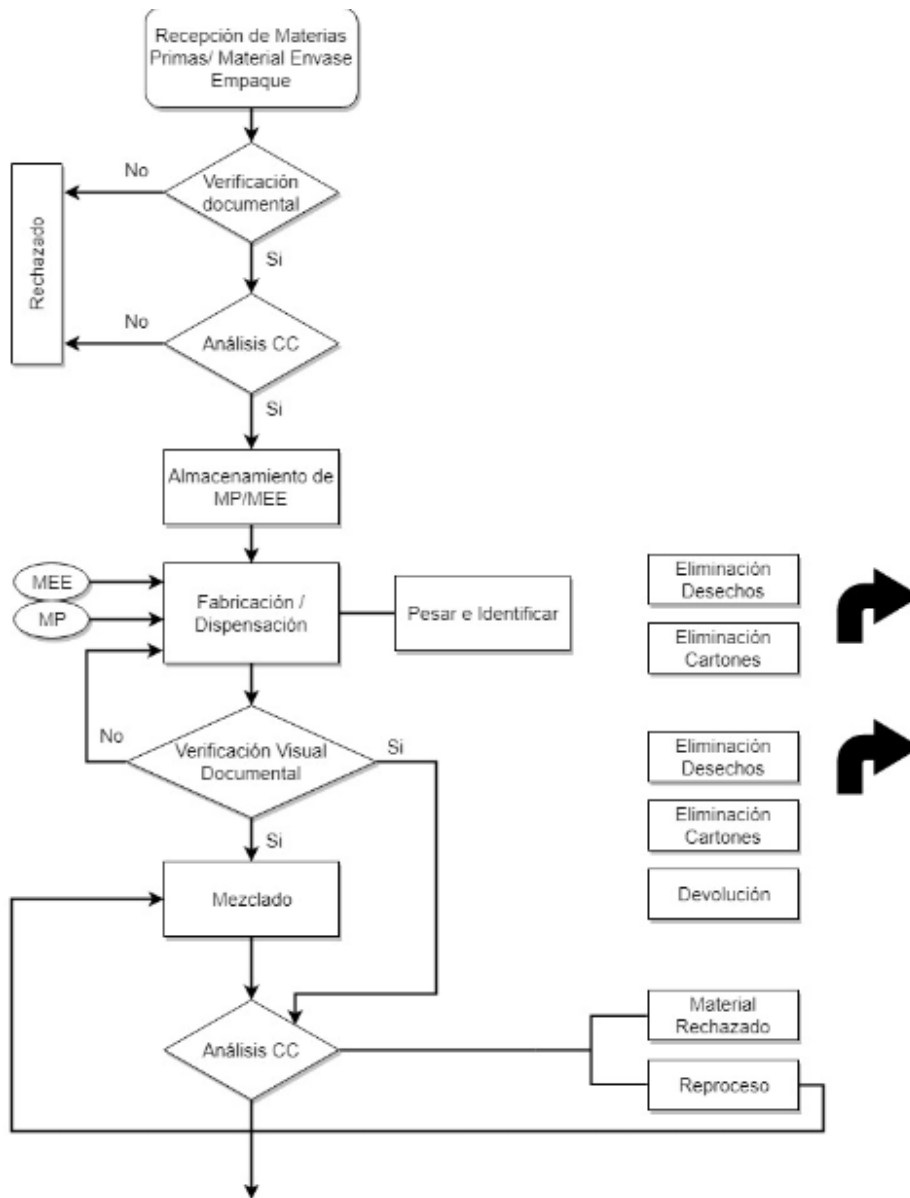


Ilustración 8-11: Diagrama de flujo granel, polvos y hierbas, etapa de fabricación.  
Fuente: iPAK Ltda.



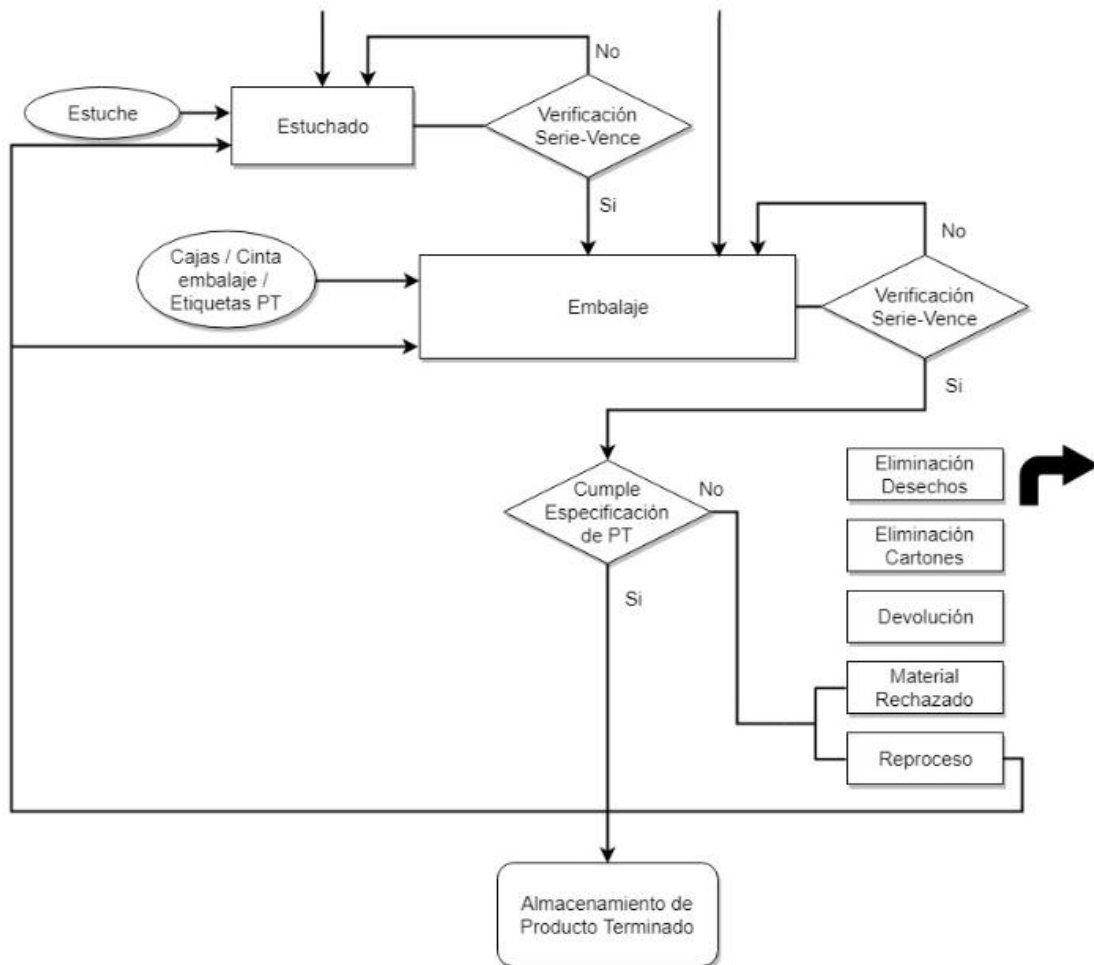


Ilustración 8-13: Diagrama de flujo granel, polvos y hierbas, etapa de estuchado y embalado.  
Fuente: iPAK Ltda.

## 8.2. Línea de Líquidos

### 8.2.1. Preparación en caliente

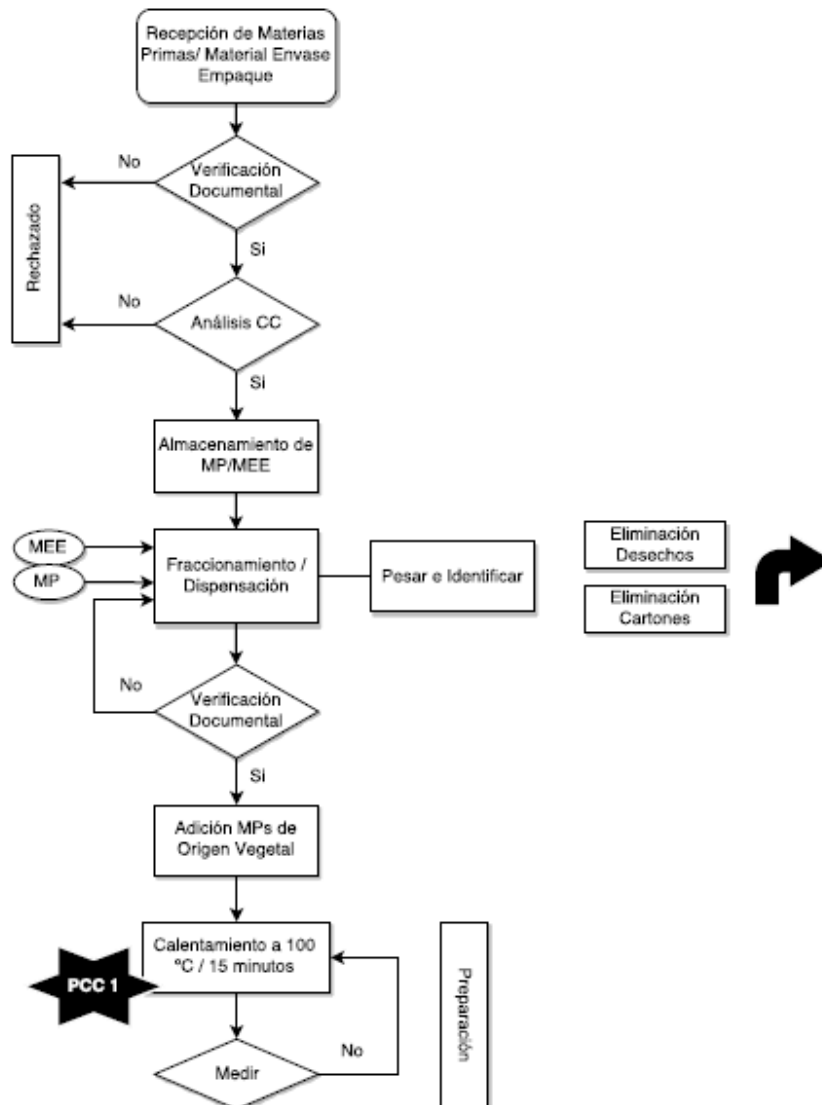


Ilustración 8-14: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en caliente, etapa de fabricación, primera parte.

Fuente: iPAK Ltda.

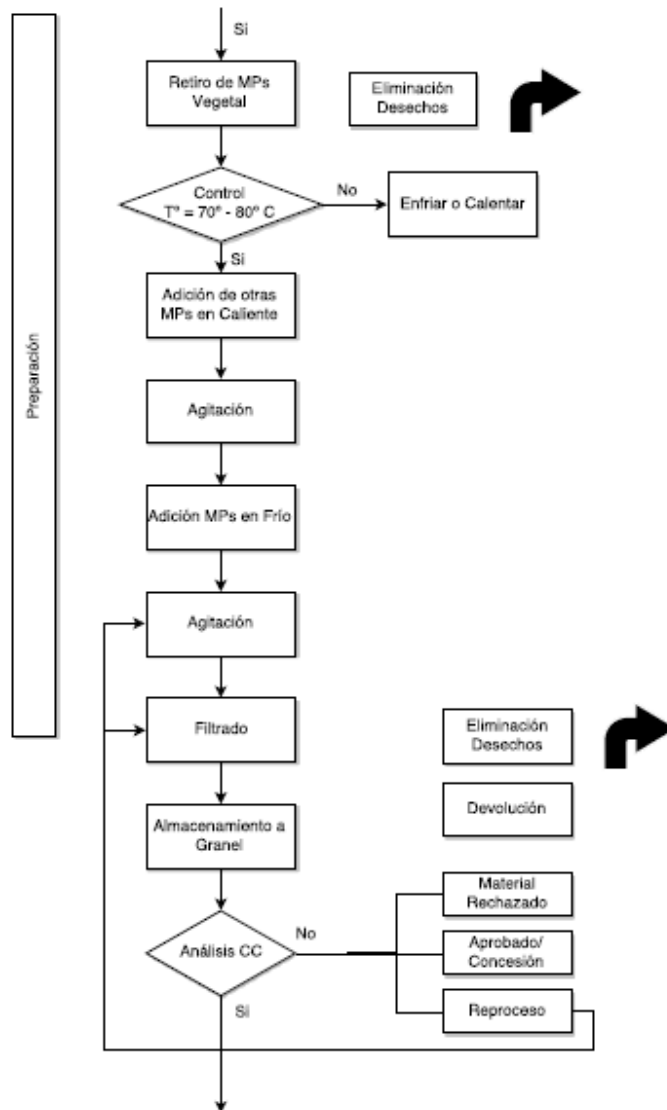


Ilustración 8-15: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en caliente, etapa de fabricación segunda parte.

Fuente: iPAK Ltda.



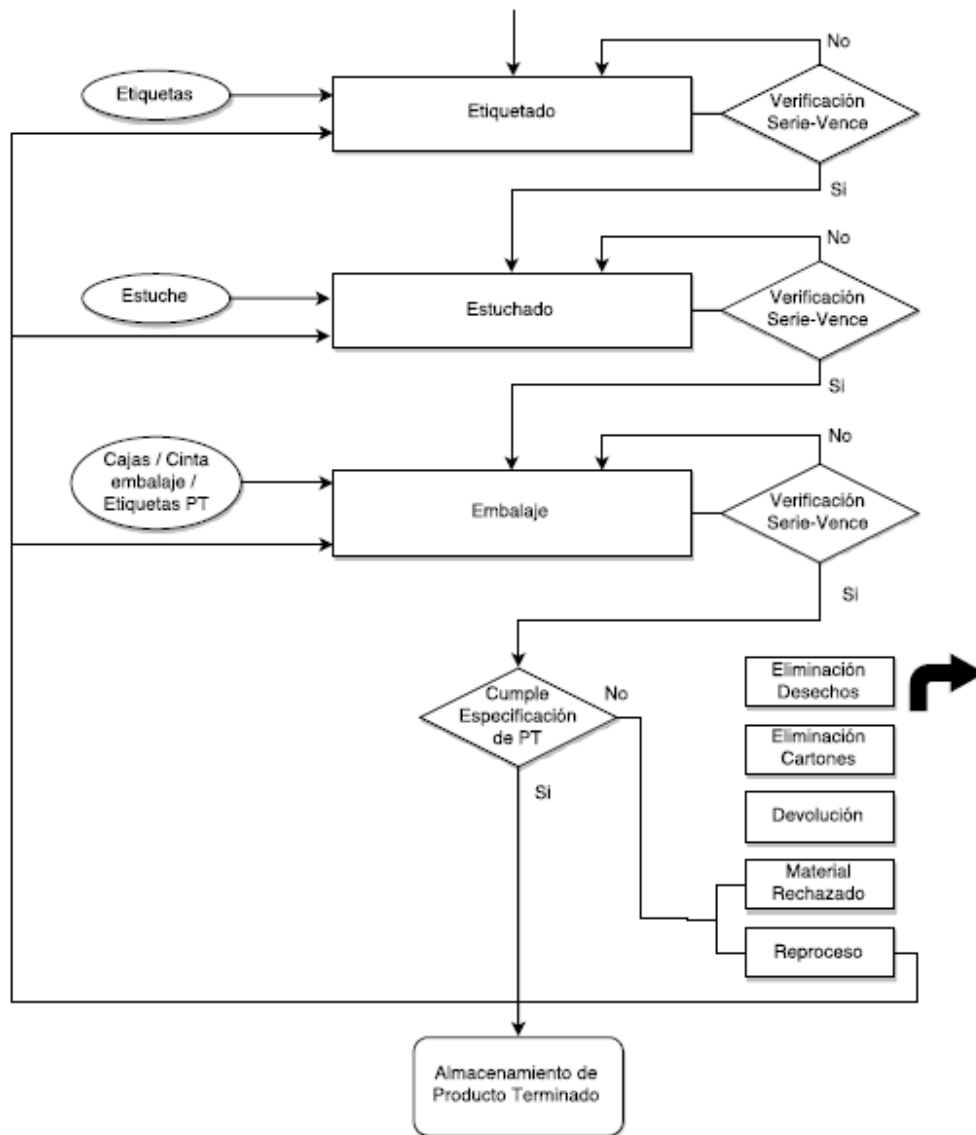


Ilustración 8-17: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en caliente, etapa de envasado.  
Fuente: iPAK Ltda.

### 8.2.2. Preparación en frío

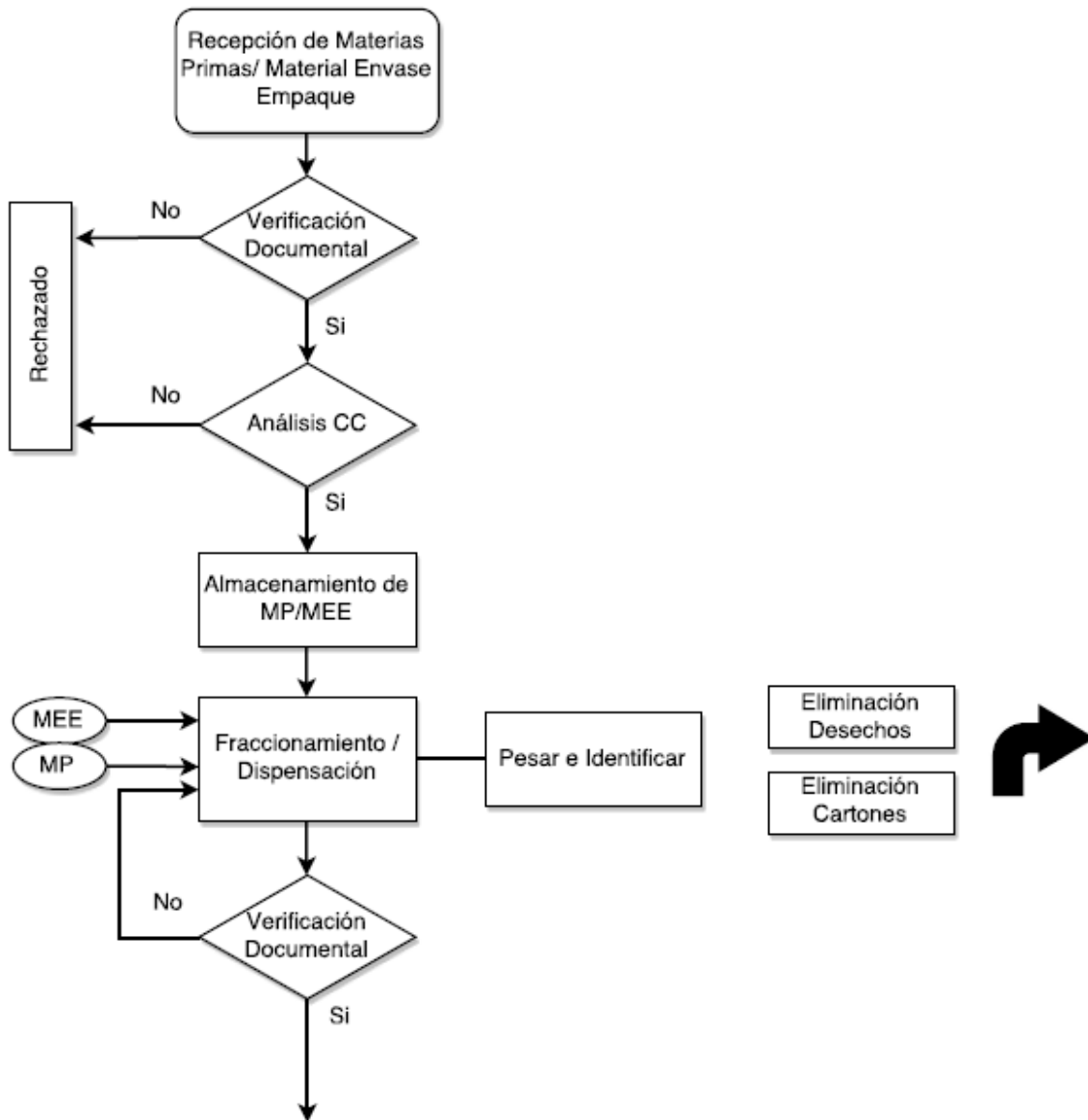


Ilustración 8-18: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en frío, etapa de fabricación parte 1.  
 Fuente: iPAK Ltda.

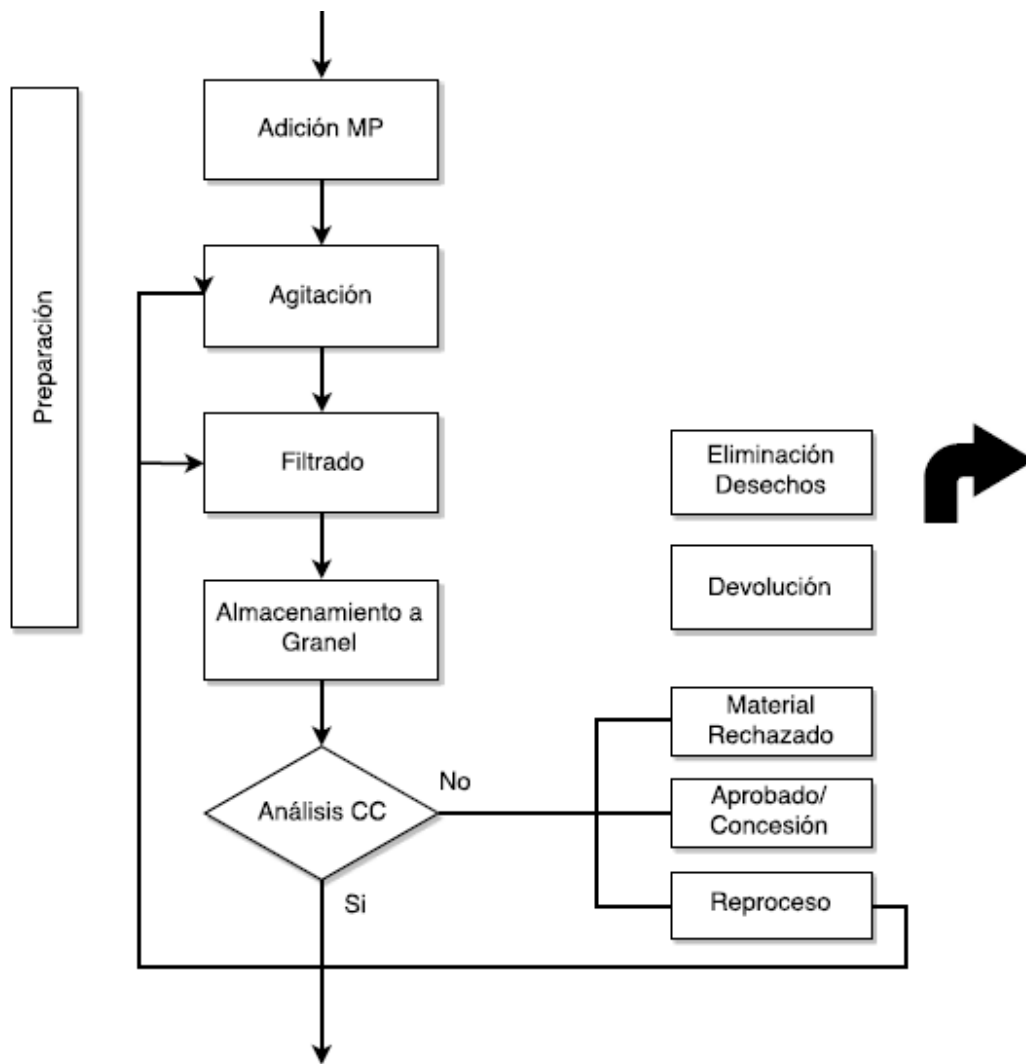


Ilustración 8-19: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en frío, etapa de fabricación parte 2.  
Fuente: iPAK Ltda.

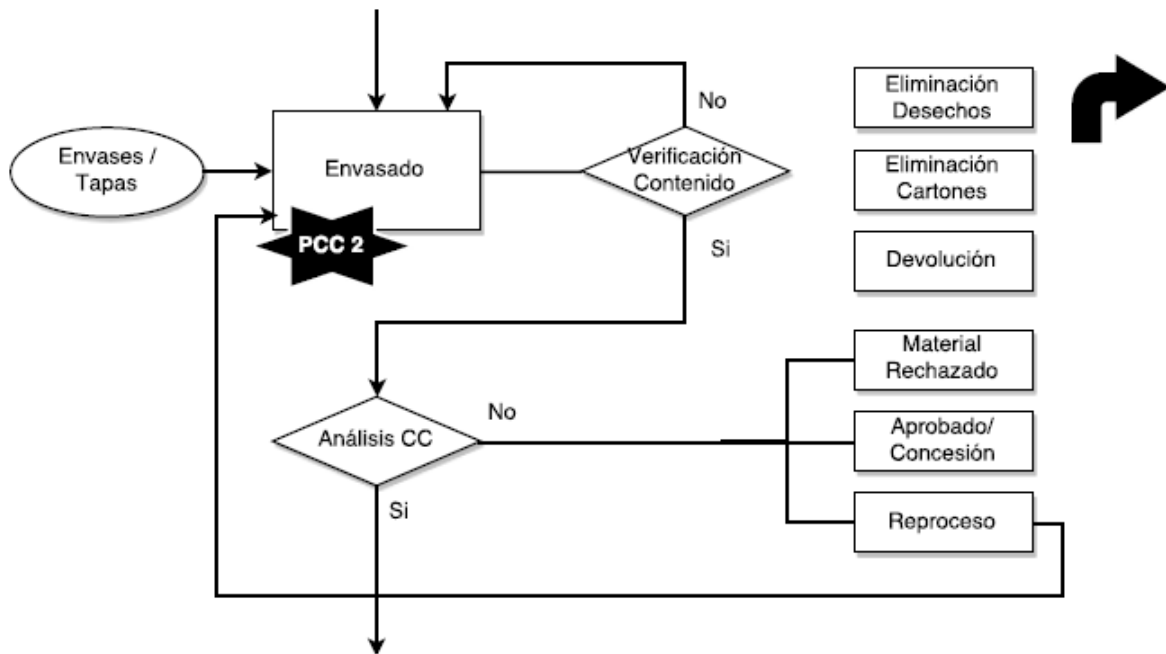


Ilustración 8-20: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en frío, etapa de envasado.  
Fuente: iPAK Ltda.

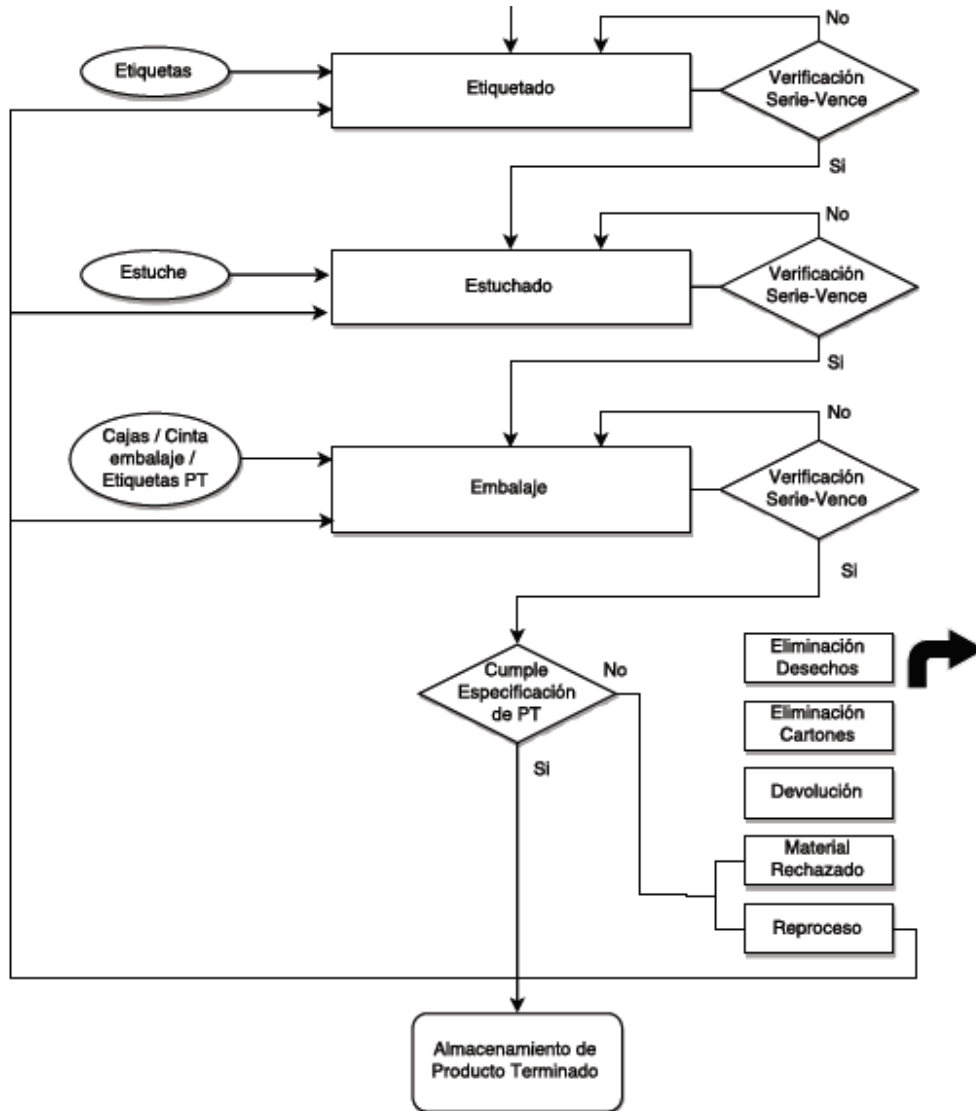


Ilustración 8-21: Diagrama de flujo Líquidos, preparación en frío, etapa de etiquetado, estuchado y embalado.

Fuente: iPAK Ltda.

### 8.3. Listado de productos producidos por iPAK Ltda.

CODIGO	PRODUCTO
2961658220005	Aloe Vera Gel Frasco 1000 G.
2021710822315	Calcio Granulado Sabor Cacao X 100 G
2310410114579	Cap. Chissandra Frasco X 50 Capsulas
2310411106368	Cap. Chissa-Panax Frasco X 50 Capsulas
2310410015630	Cap. Cynara Frasco X 50 Capsulas
2690000001893	Cap. Delga-Algas Frasco X 100 Capsulas
2310410006072	Cap. Delga-Algas Frasco X 50 Capsulas
2310410016156	Cap. Equisetum Frasco X 50 Capsulas
2370410017195	Cap. Gelatina Colageno Frasco X 50 Capsulas
2310410006218	Cap. Ginger+3 Frasco X 50 Capsulas
2310410017511	Cap. Guarana Frasco X 50 Capsulas
2370410017294	Cap. Korean Ginseng Root Frasco X 50 Capsulas
2370420019172	Cap. Levadura Cerveza Frasco X 100 Capsulas
2370410019175	Cap. Levadura De Cerveza Frasco X 50 Capsulas
2370420019691	Cap. Magnesio Frasco X 100 Capsulas
2370410019694	Cap. Magnesio Frasco X 50 Capsulas
2310411106375	Cap. Noni X 60 Capsulas
2690000001886	Cap. Pata De Vaca Frasco X 100 Capsulas
2310410021747	Cap. Pata De Vaca Frasco X 50 Capsulas
2690000001879	Cap. Propóleo Frasco X 100 Capsulas
2370410022588	Cap. Propóleo Frasco X 50 Capsulas
2310410006140	Cap. Spirulina C.M.C Frasco X 50 Capsulas
2310410006133	Cap. Spirulina Frasco X 50 Capsulas
2420491027009	Cla 1000 Frasco X 90 Capsulas
2000210227110	Cla Reafirmante Día Capsulas Frasco X 60
2690000004382	Clorofila X 120 Capsulas
2961658010002	Coconut Oil Capsulas Frasco X 60 Unidades
2020450850008	Collagen D3 + Magnesium Sachet X 10 G Caja X 30
2020450004838	Dha Kids Frasco X 30 Capsulas
2020590004835	Dha Mathern Caja X 30 Cap. Blandas
2020440004831	Dha Mental Caja X 30 Cap. Blandas
2020550004837	Dha Senior Frasco X 30 Capsulas
2020590111991	Forma 2 Plus Frasco X 60 Capsulas
2964558021994	Gastro Control Frasco X 60 Cap. Bioplant
2960000001934	Gelatina Hidrolizada X 90 Cápsulas
2020540028003	Genaflex Display X 30 Sobres
2020540040005	Graviola 260 Mg X 120 Cápsulas
2000210227103	Green Tea Termogenico Noche Capsulas Frasco X60

<b>CODIGO</b>	<b>PRODUCTO</b>
2968350070006	Kalanchoe Aloe Gel X 1000 MI
2968350082009	Kalanchoe X 60 Capsulas
2020540029109	Kartigel Beauty Con Maqui
2020540027006	Kartigel Display Por 30 Sobres
2420461030008	Kranberry C Frasco X 60 Capsulas
2020170819095	Lecitina Soya 1200 Frasco X 100 Capsulas
2020120809176	Levadura Cerveza 750 X 100 Comprimidos
2968350013102	Medcell Helty Jarabe Pectoral X 120 MI
2968350013003	Medcell Helty Propóleo Jengibre Spray X 30 MI
2968350010002	Medcell Helty Propóleo Spray Frasco X 30 MI
2968350011009	Medcell Helty Propóleo Spray Kids X 15 MI
2968350012006	Medcell Helty Propóleo Vit C Solución Oral X 120ml
2964558021772	Nervo Control Blíster X 60 Bioplant
2320450004839	Omega 3 Frasco X 60 Capsulas
2964558021888	Pepa De Calabaza, Bioplant
2690000001909	Pharmacolon X 100 Capsulas
2310410011175	Pharmacolon X 50 Capsulas
2040490004933	Picolinato De Cromo Capsulas X 30 Frasco
7805633008200	Propóleo C Springlife Solución X 180 MI
7805633008101	Propóleo Menta Springlife Spray X 30 MI
7805633008002	Propóleo Miel Springlife Spray X 30 MI
2024121822585	Propolis C/Vit C Solución X 125cc
2021920022581	Propolis Kids Spray Frutilla X 12ml
2021981022599	Propolis Spray Amaretto X 30 cc
2021981022582	Propolis Spray Menta Eucaliptus X 30cc
2021980022583	Propolis Spray Oral X 30cc
2428730826994	Purafibra C/Preb Caja X 25 Sobres X 3grs
2428740826991	Purafibra C/Preb Sachet X 3 grs.
2428730826987	Purafibra Caja X 25 Sobres X 3,5grs
2428740826984	Purafibra Sachet X 3,5 Grs. (Unitario)
2421630826989	Purafibra Tambor X 200grs
2020450849002	Simi Simibrox Jarabe
2020450840009	Simiflu Jarabe
7809591402490	Sm Biosul Capsulas X 30
2020550001003	Sm Biosul X 4 Capsulas Muestra Gratis
2961658000003	Sm Cap. Te Rojo 400 Mg. Frasco X 60
2020450831007	Sm Colageno Hidrolizado Dr. Simi X 30 Sachet
2020450832004	Sm Colageno Hidrolizado X 90 Cap. Dr. Simi
7800063770048	Sm Gea Cof Sol.180ml
2000210229008	Sm Natuvit Sol. Propóleo Miel Y Palta 180 MI.(Fasa)

<b>CODIGO</b>	<b>PRODUCTO</b>
2000210228506	Sm Prenamin Natal Omega 3 Dha + Multivitamínico
2000210228520	Sm Prenamin Natal Omega 3 Dha X 30 Cápsulas
7805633003748	Sm Propolgea + C Jarabe X 180 MI
7800063131818	Sm Propolgea P Sol. 180ml
7800063000619	Sm Propolgea Spray Menta X 30 Cc
2921981022585	Sm Propolgea Spray Oral X 30cc
2921981024008	Sm Similyptus Con Miel Jarabe Infantil X 120 MI
2921981023001	Sm Similyptus Spray X 30cc Simi
2921981033000	Sm Vinagre De Manzana Dr. Simi X 60 Cápsulas
2721841307018	Te Knop N° 01
2721841307100	Te Knop N° 10
2721841307124	Te Knop N° 12
2721841307131	Te Knop N° 13
2420191004027	Trical-D Frasco X 60 Comprimidos
2420180827002	Visión Tabs Blíster X 30 Comprimidos
2968350081002	Vitamina D3 (800 Ui) X 60 Capsulas
2420450825912	Vitamina E 400mg Frasco X 60 Capsulas
2000210227141	Zea-Bella X 30 Cap.
2000210227004	Zea-Del Complejo Liporeductor 2 Frascos X 60 Cap.
2000210227127	Zea-Del Frasco X 30 Cap.
2968350080005	Zinc (20 Mg) X 30 Capsulas

*Tabla 8-1: Listado de productos producidos por iPAK Ltda.  
Fuente: Elaboración propia.*

### 8.4. Matriz Vester

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6		
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	2	3	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10		
5	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7		
6	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
7	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
8	1	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		
9	1	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		
10	1	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		
11	1	2	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		
12	1	2	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13		
13	0	1	2	2	2	2	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15		
14	0	1	0	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7		
15	0	1	0	2	1	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10		
16	0	1	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
17	0	1	0	2	2	2	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
18	0	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
19	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
20	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
21	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
22	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
23	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
24	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
25	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	2	2	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
26	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
27	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
28	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
29	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
30	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
	12	22	20	35	31	14	10	15	7	5	5	20	11	10	8	3	3	3	0	0	3	3	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Dependencia																																			

Tabla 8-2: Matriz Vester.  
Fuente: Elaboración propia.

## 8.5. Rango de clasificación de productos

		kg
P-01	Pesado	≥801
P-02	Medianamente pesado	500 - 800
P-03	Medianamente liviano	201 - 500
P-04	Liviano	0 - 200

Tabla 8-3: Rango de clasificación Peso por lote.

Fuente: Elaboración propia.

		m <sup>3</sup>
V-01	Grande	0,97 - 1,44
V-02	Mediano	0,49 - 0,96
V-03	Pequeño	0 - 0,48

Tabla 8-4: Rango de clasificación Volumen por lote.

Fuente: Elaboración propia.

A-01	Material Resistente	Material de envase, exceptuando frascos de vidrio, y material de empaque en todas sus variedades
A-02	Material frágil	Contenedores de líquidos
		Frascos de vidrio
		Sacos de polvo y hierbas

Tabla 8-5: Rango de clasificación Almacenabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

		Meses
D-01	Muy duradero	>18
D-02	Medianamente duradero	>5 - ≤18
D-03	Poco duradero	0 - ≤5

Tabla 8-6: Rango de clasificación Durabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

## 8.6. Escenarios simulados

### 8.6.1. Ingreso de insumos - Situación actual

Tarea	Tiempo de procesamiento (min)	Recurso	Cantidad
Recepción y revisión de requisitos técnicos y contables	20	Bodega	1
Ingreso	30	Bodega	1
Análisis Control de Calidad	7200	Control de Calidad	4
Almacenamiento transitorio	30	Bodega	2
Conciliación de la documentación	30	Producción	15
Ingreso en Bodega Virtual	15	Control de Calidad	1
Almacenamiento definitivo	135	Bodega	2

*Tabla 8-7: Ingreso de insumos – Situación actual.  
Fuente: Elaboración propia.*

### 8.6.2. Egreso de insumos - Situación actual

Tarea	Tiempo de procesamiento (min)	Recurso	Cantidad
Revisión existencias	20	Bodega	1
Recolección de materiales	135	Bodega	1
Fraccionamiento y/o Dispensación	120	Producción	2
Rebaja de <i>stocks</i>	15	Bodega	1
Distribución a sección solicitante	20	Bodega	1

*Tabla 8-8: Egreso de insumos – Situación actual.  
Fuente: Elaboración propia.*

### 8.6.3. Ingreso de insumos - Rediseño de proceso

Tarea	Tiempo de procesamiento (min)	Recurso	Cantidad
Revisión orden de compra	20	Bodega	2
Recepción de insumos	10	Bodega	2
Análisis Control de Calidad	7200	Control de Calidad	4
Almacenamiento transitorio	15	Bodega	2
Pesaje	15	Producción	15
Conciliación de información	15	Producción	15
Solicitud de reingreso	5	Producción	15
Orden de reingreso	2	Bodega	2
Registro de inventario	2	Bodega	2
Orden de almacenamiento	5	Bodega	2
Almacenamiento definitivo	50	Bodega	2

Tabla 8-9: Ingreso de insumos – Rediseño de proceso.  
Fuente: Elaboración propia.

### 8.6.4. Egreso de insumos - Rediseño de proceso

Tarea	Tiempo de procesamiento (min)	Recurso	Cantidad
Orden de egreso	3	Bodega	2
Orden de Pre-Producción	3	Bodega	2
Picking	60	Bodega	2
Fraccionamiento y/o Dispensación	120	Producción	2
Almacenamiento en Pre-Producción	15	Bodega	2

Tabla 8-10: Egreso de insumos – Rediseño de proceso.  
Fuente: Elaboración propia.