

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

**Propuesta del sistema de gestión y control de inventarios  
para nuevos productos médicos en la empresa Boston**

**Scientific**

**AUTOR**

Jimena Nieto León

**TUTOR**

Ing. Allan Maroto Coto

**LECTOR**

Ing. Randall Serrano Valenciano

**San José, enero, 2025**

## DEDICATORIA

*“No te rindas, aún estas 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”. Mario Benedetti*

Dedico este trabajo, principalmente, a Dios, por darme la sabiduría y guiarme por el camino del bien en toda mi etapa profesional. Este trabajo se lo dedico a mis papás por ser mi mano derecha y mi apoyo incondicional, por querer siempre lo mejor para mí, por darme un ejemplo de trabajo duro y dedicación, por mostrarme cómo salir adelante, por siempre estar para mí y levantarme todas esas veces que he estado a punto de caer. Este logro se lo dedico a mis abuelitos, Carlos, Melania y Eugenia, por darme apoyo desde pequeña hasta el día de hoy, por siempre confiar en mis fortalezas y en la profesional que esperan que sea. Este proyecto también va dedicado a mi hermanito, Josu, por verme siempre con ojos de admiración, por tomarme como un ejemplo y por retarme cada día a ser mejor.

Finalmente, me dedico esto a mí misma, porque sé que ha sido un camino largo con muchos tropiezos, con frustración y estrés, con momentos en los que no estaba segura de seguir adelante, pero siempre con Dios en mi camino para conseguir mis sueños; esta meta va dedicada a mí.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco, principalmente, a Dios, por permitirme concluir una etapa profesional, por guiarme siempre por el camino correcto; a mi familia por estar siempre al pie del cañón con su apoyo, sus consejos y su credibilidad en mí en todas las metas que soy capaz de lograr. Agradezco a todas las personas de mi trabajo por brindarme apoyo y mucho conocimiento, por darme la oportunidad de brillar y aprender, por ser mi escuela.

Agradezco a mis profesores que me formaron como profesional, porque cada una de sus experiencias y enseñanzas me han formado para convertirme en la persona que soy hoy en día y por darme las herramientas necesarias para enfrentarme al mundo laboral.

Y, finalmente, agradezco a mi mamá porque sin ella no hubiera sido posible, por siempre tenerme en sus oraciones y siempre confiar en mí. Agradezco a mi papá que me ha guiado a tomar buenas decisiones siempre de la mano de Dios.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se desarrolla en la empresa Boston Scientific Corporation, la cual se dedica a la producción de dispositivos médicos. El proyecto lleva como título: *Propuesta del sistema de gestión y control de inventarios para nuevos productos médicos en la empresa Boston Scientific*, debido a que su principal problema está centrado en la variabilidad de inventario causando excesos o faltantes de material, por lo que se están generando gastos que no se tienen mapeados en los proyectos.

Para conocer el funcionamiento de la empresa en el área de inventarios de nuevos productos, se utilizaron diferentes herramientas de ingeniería, como diagramas de flujo, mapa de procesos, diagramas SIPOC, diagrama Ishikawa, AMFE, entre otras. Dichas herramientas permitieron obtener información importante de la empresa y demostrar ciertas deficiencias presentes en los procesos actuales.

Por su parte, en el capítulo de análisis de la situación, se logró demostrar la cantidad de material obsoleto debido a excesos. Dichos materiales ya no eran necesarios para los proyectos de nuevos productos y están quitando espacio en el almacén, por lo que se propuso un sistema MRP para realizar compras de acuerdo con los requerimientos y la aplicación del sistema 5S para organizar, almacenar y utilizar materiales con todos los requerimientos correspondientes.

También en la parte del análisis de la situación, se obtuvo información de la cantidad de unidades que se tuvieron que retrabajar debido a rupturas de *stocks* por materiales, las cuales como causas tuvieron material extraviado, temas de calidad, sobreproducción, entre otras. Dichos sucesos causaron que se generaran horas extras y costos por no cumplir el requerimiento, por lo que parte de la propuesta consistió en proponer un inventario de seguridad movable de dos meses que permita tener un colchón de inventario en caso de que sucedan eventos similares.

Por último, el proyecto propone una estandarización del inventario y trazabilidad correspondiente con los sistemas de la empresa, para que toda la información migre según sus actualizaciones en el sistema SAP. Aparte de automatizar los sistemas, se quiere realizar un ciclo de planeación, hacer, verificación y actuación (PHVA) que vaya de la mano con los objetivos descritos. Debido a estas sugerencias de nuevos sistemas y entrenamientos, se realizó un ROI, VAR y TIR para demostrar que la implementación es rentable, generando ganancias a la empresa a través del tiempo.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
DECLARACIÓN JURADA .....	3
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR .....	4
CARTA REVISIÓN DEL LECTOR .....	5
CARTA REVISIÓN DE FILOLÓGICA .....	6
CARTA INCORPORACIÓN DE MODIFICACIONES AL TFG .....	7
RESUMEN EJECUTIVO .....	8
CONTENIDO.....	9
TABLAS.....	14
FIGURAS.....	15
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	18
Generalidades de la Empresa .....	19
Historia .....	19
Misión.....	19
Política de Calidad .....	19
Valores .....	19
Organigrama.....	20
Planteamiento del Problema.....	21
Objetivos .....	21
Objetivo general .....	22
Objetivos específicos.....	22
Justificación.....	22
Antecedentes .....	23
Tesis.....	23
Artículos científicos .....	24

	10
Proyecciones.....	26
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	27
Conceptos Generales.....	27
Cadena de suministro .....	27
Inventarios.....	28
Producto terminado .....	28
Stock mínimo .....	28
Stock máximo.....	28
Stock de seguridad .....	28
Stock óptimo .....	29
Rotación de stock .....	29
FIFO .....	29
Inventario .....	29
Costos de inventarios .....	30
Índice de cobertura .....	31
Stock.....	31
Existencias.....	31
Modelo determinista.....	31
Modelo aleatorio o de probabilidades .....	32
Componentes.....	32
Compras .....	32
Demanda.....	33
Capacidad .....	34
Hoja de Comprobación.....	34
Herramientas para Describir el Problema .....	35
Diagrama de flujo.....	36
Diagrama SIPOC.....	38
Mapa de procesos .....	39
Herramientas para Medir las Consecuencias .....	41
Valor económico del inventario.....	41
Ruptura de stock.....	42
Obsolescencia.....	43
AMFE.....	43

	11
Herramientas para Analizar las Causas .....	45
Diagrama de causa y efecto.....	45
Diagrama Pareto .....	46
Las 5 W y 2 H (5W-2H) .....	48
Herramientas para la Propuesta.....	49
La planeación de requerimientos de materiales – MRP .....	49
Parámetro stock de seguridad.....	52
KPIS – Indicadores de Inventarios.....	53
Herramientas para el Control de la Implementación de la Propuesta .....	56
Ciclos de Capacidad – Previsión de demanda y plan de ventas.....	56
Metodología 5s.....	57
ROI (Tasa de retorno de inversión) .....	59
Análisis financiero (VAN, TIR, periodo de recuperación).....	60
Ciclo PHVA.....	61
Diagrama de GANTT .....	62
<b>CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>65</b>
Enfoque .....	65
Cuantitativo .....	65
Cualitativo .....	65
Mixto .....	66
Alcance.....	66
Exploratorio.....	66
Descriptivo .....	67
Correlacional .....	67
Explicativo .....	67
Diseño.....	68
Experimental .....	68
No experimental .....	68
Transaccional.....	69
Longitudinal .....	69
Variables .....	70
Muestra.....	72
Instrumentos .....	73

	12
Recolección de Datos .....	74
Método de Análisis.....	76
Cronograma.....	77
Estructura del Trabajo Final de Graduación.....	77
Diagrama GANTT.....	79
<b>CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>81</b>
Descripción del Problema .....	81
Diagrama de Flujo.....	81
Diagrama SIPOC.....	83
Mapa de Procesos.....	85
Medición de las Consecuencias.....	88
Valor de Inventario .....	88
Ruptura de stock.....	88
Obsolescencia.....	94
AMFE.....	96
Análisis de las Causas .....	98
Diagrama Causa y Efecto.....	98
Pareto.....	99
Las 5 W y 2 H (5W-2H) .....	102
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>105</b>
Conclusiones .....	105
Recomendaciones.....	106
<b>CAPÍTULO VI PROPUESTA .....</b>	<b>108</b>
Propuesta .....	108
Ciclos de capacidad.....	108
Diagramas SIPOC – Restructuración de procesos .....	109
La planeación de requerimientos de materiales – MRP .....	111
Diagrama de proceso Rapid Response .....	120
Stock de Seguridad.....	122
Metodología 5s.....	123
AMFE Final.....	126
KPIs Indicadores de gestión en inventarios .....	127

	13
Análisis Económico.....	128
Costos de Capacitaciones – Entrenamientos.....	128
Costo de Herramienta MRP y Automatización.....	130
Costo de Restructuración de Inventarios en el Almacén.....	131
Costo de stock de seguridad.....	132
Costo de Valor de Inventario.....	134
ROI (Tasa de retorno de inversión).....	136
Análisis financiero (VAN y TIR).....	137
Plan de Implementación.....	138
Ciclo PHVA.....	138
Diagrama GANTT.....	140
APÉNDICES.....	143
REFERENCIAS.....	152
Libros.....	152
Tesis.....	153
Artículo Científico.....	153
Página Web.....	154

## TABLAS

Tabla 1 Variable.....	70
Tabla 2 Muestra.....	73
Tabla 3 Instrumentos.....	74
Tabla 4 Recolección de Datos.....	75
Tabla 5 Método de Análisis.....	76
Tabla 6 Valor de Inventario.....	88
Tabla 7 Costos de Overhead, Labor y Unidades perdidas.....	89
Tabla 8 Costos y Unidades en Tiempo Extra.....	91
Tabla 9 Cálculo de Horas Extras.....	93
Tabla 10 Escala de Calificación de las Causas.....	99
Tabla 11 Datos para el Pareto.....	100
Tabla 12 Resumen de Pérdidas con el Sistema Actual.....	103
Tabla 13 Visualización de Herramienta FAI.....	114
Tabla 14 Nombre de ubicación de productos de acuerdo con la PO colocada.....	124
Tabla 15 Salario con Cargas Sociales.....	128
Tabla 16 Costo de Entrenamientos.....	129
Tabla 17 Costo de Herramienta MRP y Automatización.....	130
Tabla 18 Inversión de Restructuración de Inventarios en el Almacén.....	131
Tabla 19 Costo de Inventario de Seguridad.....	133
Tabla 20 Propuesta de Valor de Inventario.....	134
Tabla 21 Costo Final de la Propuesta.....	134
Tabla 22 Ahorro en manejo de inventario.....	135
Tabla 23 Mantenimiento de la Propuesta.....	136
Tabla 24 Ciclo PHVA Para El Plan De Implementación.....	139
Tabla 25 Material Obsoleto de Nuevos Productos.....	143
Tabla 26 Cortos de Materiales.....	148
Tabla 27 Lista de Materiales BOM.....	150

## FIGURAS

Figura 1 Organigrama de Boston Scientific Heredia .....	20
Figura 2 Cadena de suministros y sus procesos .....	27
Figura 3 Comportamiento de diferentes tipos de demanda.....	33
Figura 4 Ejemplo de Hoja de Comprobación.....	35
Figura 5 Diagrama de Flujo Matricial y Lineal.....	36
Figura 6 Diagrama de flujo .....	37
Figura 7 Simbología del diagrama de flujo.....	38
Figura 8 Ejemplo de Diagrama SIPOC .....	39
Figura 9 Ejemplo de mapeo de procesos.....	40
Figura 10 Fórmula de valor de inventario.....	41
Figura 11 Información para determinar el indicador de valor del inventario.....	41
Figura 12 Índice de ruptura .....	42
Figura 13 Fórmula de Obsolescencia .....	43
Figura 14 Ejemplo de Análisis preliminar de riesgos .....	43
Figura 15 Ejemplo de Diagrama Causa y efecto.....	46
Figura 16 Diagrama de Pareto.....	47
Figura 17 Ejemplo de 5W-2H .....	48
Figura 18 Planeación de requerimientos de materiales – MRP .....	50
Figura 19 Ejemplo de estructura de planificación de requerimientos de materiales.....	50
Figura 20 Stock de Seguridad .....	53
Figura 21 Ejemplo de KPIS .....	54
Figura 22 Fórmula índice de Cobertura .....	55
Figura 23 Fórmula de índice de Rotación de Inventario.....	55
Figura 24 Días promedio de inventarios .....	56
Figura 25 Metodología 5s .....	58
Figura 26 Fórmula del ROI.....	59
Figura 27 Fórmula de VAN.....	60
Figura 28 Fórmula de TIR.....	60
Figura 29 Fórmula de periodo de recuperación .....	61
Figura 30 Ejemplo del Ciclo PHVA.....	62

	16
Figura 31 Ejemplo de Diagrama GANTT .....	63
Figura 32 Estructura del TFG.....	78
Figura 33 Diagrama de Gantt .....	79
Figura 34 Diagrama de flujo del proceso del sistema de gestión de inventarios actual.....	81
Figura 35 Diagrama SIPOC Proceso de Planeamiento .....	83
Figura 36 Diagrama SIPOC Proceso de Compras .....	84
Figura 37 Diagrama SIPOC proceso de Almacén / Bodega.....	85
Figura 38 Mapa de Procesos .....	86
Figura 39 Fórmula para el cálculo de Overhead .....	90
Figura 40 Fórmula para el cálculo de Labor .....	90
Figura 41 Porcentajes de Horas Extras .....	92
Figura 42 Cantidad de números de parte obsoletos por familias de nuevos productos .....	94
Figura 43 "Aging" de materiales obsoletos sentados en bodega.....	95
Figura 44 Costo de material obsoleto sentado en bodega .....	95
Figura 45 Cálculo de NPR .....	96
Figura 46 Gestión de Riesgo Operacional (AMFE).....	97
Figura 47 Diagrama Causa y Efecto .....	98
Figura 48 Diagrama Pareto .....	101
Figura 49 Información para el Ciclo de Capacidad.....	109
Figura 50 Nuevo Diagrama SIPOC Proceso de Planeamiento .....	109
Figura 51 Nuevo Diagrama SIPOC Proceso de Compras.....	110
Figura 52 Programa Maestro de Producción.....	111
Figura 53 Visualización de Transacción ZL12.....	113
Figura 54 Propuesta de Herramienta MRP Parte 1 .....	115
Figura 55 Propuesta de Herramienta MRP Parte 2 .....	116
Figura 56 Visualización de Herramienta MRP Completa .....	117
Figura 57 Inventario en Rapid Response .....	119
Figura 58 Diagrama de Proceso Sistema a MRP .....	121
Figura 59 Inventario de Seguridad en Herramienta MRP.....	123
Figura 60 AMFE Final .....	126
Figura 61 ROI (Tasa de retorno de inversión).....	137
Figura 62 VAN y TIR.....	137

Figura 63 Diagrama GANTT .....141

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación se desarrolla en la empresa Boston Scientific en Costa Rica, específicamente en la sede de Heredia. Dicha sede se encarga de la producción de dispositivos médicos en las áreas de electrofisiología y cardiología para ayudar a pacientes con padecimientos en el corazón.

El área por desarrollar está conformada por nuevos productos con la tecnología PFA (*Pulse Field Ablation*, (Ablación del Campo de Pulso en español) para tratar arritmias en el corazón y evitar que los pacientes se sometan a un procedimiento quirúrgico. Algunos de estos catéteres son de ablación y mapeo, el cual permite que el doctor pueda utilizar el dispositivo y así llevarlo al área afectada. Además, su tecnología permite que se trabaje en la zona puntual generando bajo impacto en comparación con los tratamientos térmicos que existen. Este procedimiento puede tomar entre una hora y 45 minutos a dos horas, brindando una rápida recuperación y mejor calidad de vida a quienes se someten al procedimiento (Boston Scientific Corporation, 2024).

Actualmente, la empresa no ha implementado un sistema de control y gestión de inventarios para productos que no están aún en el mercado, por lo que el área de conocimiento en el proyecto es la gestión de procesos con la línea de investigación en el diseño, desarrollo o mejoramiento de sistemas o de la cadena de suministros; con el fin de tener una gestión correcta de inventarios en el Departamento de Compras, específicamente.

La investigación inicia con la introducción del proyecto donde se ve a detalle las generalidades de la empresa, el planteamiento del problema y el por qué se quiso desarrollar el tema; el objetivo general y los específicos en torno a los cuales gira la investigación y, por último, se muestran los antecedentes y las proyecciones de lo que se desea abordar en el proyecto.

Después, se presenta el marco teórico en el cual se desarrollan conceptos de las herramientas para el progreso de la investigación. Seguidamente, se encuentra el marco metodológico, el cual explica el tipo o los tipos de metodologías que se aplicaron. Por otro lado, cuenta con su enfoque cualitativo y cuantitativo, su alcance y su tipo de diseño, con el objetivo de desarrollar los siguientes capítulos.

En el capítulo IV, en el análisis de la situación, se busca demostrar la causa raíz del problema real de la gestión de inventarios mediante herramientas ya desarrolladas en el capítulo II, para el análisis de los datos relacionados con el proyecto.

Seguidamente, se presentan las conclusiones y recomendaciones como resultado del análisis obtenido en los capítulos anteriores, para la formación del último capítulo de propuesta del sistema de control de inventarios; con el fin de brindar una solución a los compradores de nuevos productos y llevar una gestión correcta de los mismos, comprando la cantidad necesaria de acuerdo con las señales del sistema; mapeando los números de parte obsoletos o inactivos y teniendo visibilidad en los reportes diarios, así mismo contar con información clara cuando se expone a los gerentes y directores a quienes se les reporta.

### **Generalidades de la empresa**

A continuación, se describen las generalidades de la empresa y sus aspectos específicos para desarrollar el proyecto, de acuerdo con la información obtenida en su página web.

#### **Historia**

Boston Scientific Corporation es una empresa que desarrolla, fabrica y comercializa a nivel mundial dispositivos médicos, cuyos productos se utilizan en diferentes especialidades médicas intervencionistas, por ejemplo: cardiología, intervenciones periféricas, intervención neurovascular, electrofisiología, cirugía cardíaca, cirugía vascular, endoscopia, oncología, urología, ginecología, entre otros.

Boston tiene alrededor 41 000 empleados en 115 países con representación comercial y 30 millones de pacientes tratados cada año, con el fin de salvar vidas y brindar una mejor calidad de vida a sus pacientes.

#### **Misión**

Boston Scientific se dedica a transformar vidas a través de soluciones médicas innovadoras que mejoran la salud de los pacientes en todo el mundo.

#### **Política de calidad**

“Yo mejoro la calidad del cuidado del paciente y de todo Boston Scientific”.

#### **Valores**

- Solidario
- Innovación significativa
- Alto rendimiento

- Colaboración global
- Diversidad
- Espíritu ganador

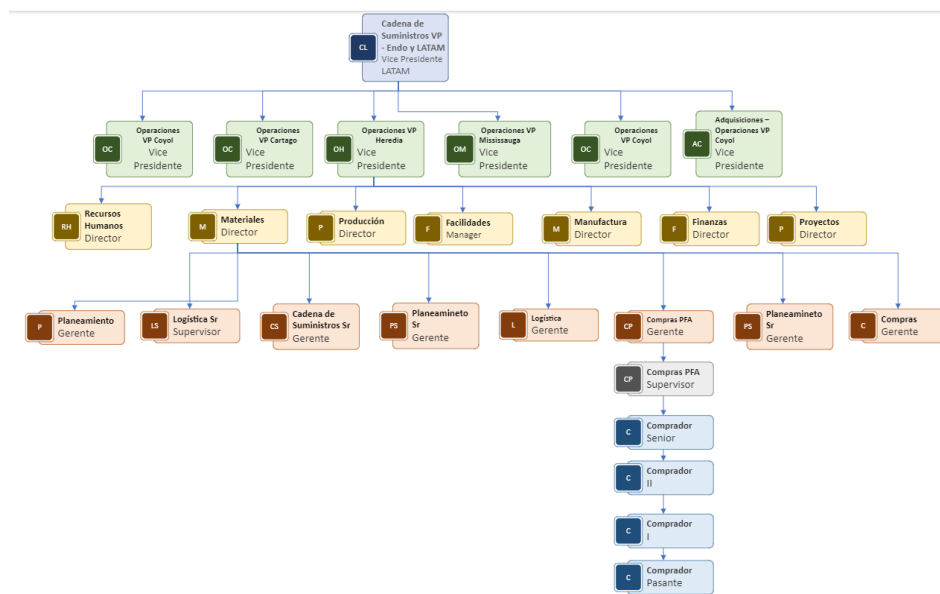
## Organigrama

Boston Scientific Heredia le reporta al vicepresidente de Cadena de Suministros en la Región de Latinoamérica y Mississauga – Canadá; subordinadas a él se encuentran las siete áreas productivas más grandes de la empresa, representadas por cada uno de sus directores: Recursos Humanos, Facilidades, Producción, Proyectos, Materiales, Manufactura y Finanzas. Todas esas áreas se dividen en más de 30 subáreas productivas diferentes, las cuales forman la empresa.

El área en la que se desarrolla la investigación es la de materiales, que está compuesta por cuatro subáreas: Logística, Compras, Planeamiento y Líderes de procesos. El Departamento de Compras está compuesto por diferentes familias de productos, los cuales los conforman en total 24 integrantes, se dividen en gerentes, supervisores, compradores I, compradores II, compradores Sr. y pasantes. Por su parte, el área en la que el proyecto se enfoca es llamada PFA (Ablación del Campo de Pulso), la cual cuenta con productos que aún están en desarrollo y no están en el mercado ni están siendo utilizados en humanos.

Para la mejor comprensión, refiérase a la Figura 1 **Organigrama de Boston Scientific Heredia**:

**Figura 1 Organigrama de Boston Scientific Heredia**



Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 1, se observa el organigrama de la empresa que se divide en sus siete áreas productivas y dentro de ellas se subdivide el área de materiales; en la cual se encuentra el Departamento de Compras, el sector donde se desarrolla mayormente el proyecto.

### **Planteamiento del problema**

Actualmente, la empresa Boston Scientific no cuenta con un sistema de control de inventario para nuevos dispositivos médicos acorde a los requerimientos del proyecto y las señales de demanda que se obtienen de mercadeo, cadena de suministro global y los dueños del proyecto (que debe contemplar entrenamiento, pruebas y requerimientos necesarios para el desarrollo del producto); lo que causa que se presenten excesos o faltante de inventario. Tampoco se cuenta con un control sobre cuánto nivel de inventario en sistema SAP (*software* donde se maneja toda la data de la empresa) hay físicamente obsoleto, números de parte que ya se encuentran inactivos, debido a que no funcionaron para el producto en específico o números de parte que están en proceso de creación para comenzar a suplir los inventarios.

Lo anterior causa que, al final del proyecto, antes de que el dispositivo llegue a la etapa de comercialización y cumpla todas las especificaciones y permisos que se necesitan para ser exportado a los centros de distribución, las personas involucradas encargadas de llevar inventarios (Compras, Finanzas y Almacén) deban justificar la cantidad de dinero que fue cargado al Centro de Costos, en el cual se deben contemplar recursos, extras y la compra de materia prima; ya que los responsables del producto, antes de empezar el proceso de pruebas y de implementación, proveen un centro de costos con la cantidad de dinero que se estima invertir y, si el monto excede lo que se proyectó, se debe tener todo debidamente justificado para rendir cuentas con directores y la alta Gerencia.

Por lo tanto, la empresa necesita una mayor visibilidad de sus inventarios de acuerdo con lo acordado para poder justificar si el proyecto llegará a tener pérdidas en sus inventarios, y así brindar la información clara y concisa de la cantidad de órdenes de compra que fueron colocadas durante el desarrollo del producto con las señales de compra que se tenían en su momento.

Debido a esto, se plantea una pregunta de investigación para el desarrollo del tema:

¿Cómo proponer un sistema de gestión y control de inventarios para nuevos productos médicos de la empresa Boston Scientific?

### **Objetivos**

A continuación, se menciona el objetivo general y los objetivos específicos para desarrollar el proyecto de graduación:

### **Objetivo general**

Proponer un sistema de gestión y control de inventarios en nuevos productos médicos mediante herramientas y sistemas que controlen los análisis de compras para no tener excesos ni faltante de inventario.

### **Objetivos específicos**

1. Describir la variabilidad de los niveles de inventario de la empresa.
2. Medir las consecuencias de la variabilidad del inventario de la empresa.
3. Analizar las causas que originan la variabilidad de inventario en el proceso de compras.
4. Definir un sistema de control de inventarios para los proyectos de nuevos productos de la empresa.
5. Establecer los indicadores de control para la implementación de la propuesta de un sistema de gestión y control de inventarios.

### **Justificación**

Los inventarios son uno de los activos más importantes de la compañía, por lo tanto, una buena gestión de inventarios es uno de los puntos clave para la fabricación de dispositivos médicos, ya que son los que generan el mayor capital de esta. Un sistema de gestión de inventarios mantiene el cumplimiento de las señales de demanda que brindan durante los ciclos de capacidad, integrando todas las áreas involucradas como producción, entrenamiento, compras, manufactura, industrial, entre otros.

El presente proyecto tiene como fin brindar una herramienta que proporcione las señales correctas al Departamento de Compras, ya que, al no tener la información correctamente organizada, se llegan a comprar excesos de componentes que no se van a usar más en el proyecto; el material expira o quedan escasos del mismo, debido a que no existe una forma de llevarlo automatizado, ya que los compradores hacen cálculos manuales de acuerdo con el BOM (*Bill of Material*, lista de materiales) y el consumo de la línea de producción / desarrollo. Sin embargo, este no es muy certero debido al error humano y la forma en la que los compradores proyectan y colocan sus órdenes de compra.

El objetivo es la reducción de costos de inventarios, ya que se estaría comprando de acuerdo con lo que dice el sistema, y también aporta en la reducción de procesos manuales automatizando la forma en que los compradores hacen sus cálculos de abastecimiento.

### **Antecedentes**

A continuación, se presentan investigaciones obtenidas de fuentes de información como artículos científicos y tesis de graduación relacionados a control de inventarios.

#### **Tesis**

Rafaile (2019), en su tesis de graduación titulada: *Mejora en el control de inventarios en una empresa de tela sintética para optimizar la gestión de compras*, presentada para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial y Comercio en la Universidad San Ignacio de Loyola en Perú; utilizó herramientas tales como Clasificación ABC de inventarios, Matriz de Kraljic y Justo a Tiempo para poder analizar la situación de la empresa.

Se concluye que la empresa tenía una mala gestión de inventarios, por lo que, al mantener un *stock* continuo de insumos críticos, se evita que la línea de producción deba parar, lo que representa un ahorro de \$ 50,000.00 por día sin paros de línea. También la buena gestión reduce el transporte anual debido a que no se piden envíos urgentes para abastecer.

La autora Torres (2020), en su tesis de graduación titulada: *Rediseño del sistema de gestión de inventarios de la empresa HSP* para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas, utilizó herramientas tales como los mapas de procesos, el análisis FODA para el análisis del entorno de la empresa, Ishikawa, Diagrama Pareto y análisis de costo-beneficio para diseñar la propuesta del proyecto.

Se concluye que los niveles de inventarios se distribuyen en un 48% de clasificación dentro de los parámetros establecidos y un 52% que se clasifica entre obsoleto, faltante y excesos, por lo cual se deben definir los parámetros mínimos y máximos de los suministros y establecer métricas de evaluación de inventario.

Por su parte, Aragón (2021), en su tesis de graduación titulada: *Propuesta del sistema de control de inventario en la empresa Sirtel Costa Rica*, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional de las Américas, utilizó herramientas tales como diagramas de flujo, Diagrama Pareto, FODA, Ishikawa, cadenas de valor, mapa de procesos, entre otros, para el análisis de los procesos y cómo está la empresa actualmente en inventarios.

Se concluye que la empresa tiene falta de controles a la hora de ejecutar sus planificaciones para el proceso de control de inventarios. También su base de datos es un Excel que utilizan 15 personas, lo que genera error humano, por lo que se creó una reestructuración del proceso de control de inventarios y la implementación de un *software* que permite un mayor orden.

Los autores Vindas y Valverde (2021), en su tesis de graduación titulada: *Optimización en la gestión de inventarios como medida de control en la empresa Distribuidora Fama de Alajuela, durante el primer cuatrimestre de 2021 y propuesta de mejora*, para optar por el grado de Licenciatura en Administración de Negocios en la Universidad Latina de Costa Rica, utilizó herramientas tales como análisis ABC – Pareto, Cantidad Económica de Pedido, Método Justo a Tiempo, Punto de Reorden, entre otros para diseñar la propuesta.

Se concluye que la empresa es ineficiente, debido a que no permite conocer de manera exacta e inmediata los niveles de inventarios presentes en la organización; existe incapacidad para determinar las necesidades de reabastecimiento de manera proactiva, así como inconsistencias referentes al control de ingresos y salidas de los productos, donde un 21,02% de los artículos no cuenta con un control de ingresos y salidas presentes, por lo que se debe incorporar un sistema de control de inventarios que mejorará la gestión de los mismos.

Aunado a lo anterior, Muñoz, Sandí y Gamboa (2023), en su tesis de graduación titulada: *Rediseño del sistema de gestión de compras Tico Electronics* para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad de Costa Rica, utilizaron herramientas tales como mapeo de procesos, evaluador del manejo logístico, análisis estadísticos de los datos, indicadores de compras, análisis de capacidad, entre otros para la investigación.

Se concluye, en el estudio sobre la gestión de compras, que tiene estructura robusta, pero que en la investigación se detectan deficiencias en los procesos actuales como en estrategia de compra, análisis de datos y documentación de procesos; por lo tanto, se propone un rediseño del método de compra para desarrollar metodologías de esta y así agrupar familias, reducir costos logísticos, categorizar necesidades y especificaciones de los productos.

### **Artículos científicos**

Miño, Saumell, Toledo, Roldan, A. y Moreno (2015), en su artículo titulado: *Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP para un laboratorio farmacéutico en Cuba* de la revista Tecnología Química, explican que el incremento de demanda obliga a las organizaciones a

establecer capacidades de respuestas para crear y mantener ventajas competitivas sobre competidores.

En el artículo, se desarrolló la clasificación de los sistemas MRP, el cálculo de elementos, sus necesidades brutas y brutas desplazadas para el desarrollo de este, brindando la implementación del sistema en conjunto con otras herramientas de gestión, lo cual posibilitaría a la empresa mejorar su gestión logística en función a su eficiencia y satisfacción al cliente.

Por su parte, Asencio, González y Lozano (2017), en su artículo titulado: *El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas* de la revista Retos de Ciencias de la Administración y Economía, explican que la investigación busca encontrar explicaciones a situaciones internas que afectan a la empresa, mediante la revisión de teorías y conceptos, que permitan contrastar estos conceptos contables en una realidad concreta.

El artículo desarrolló herramientas tales como entrevistas y encuestas para medir el control existente en los inventarios, lo que permite concluir que la compañía cuenta con poca organización departamental, flujos de procesos, control de materiales comprados para la venta y el incumplimiento del personal por no seguir el control; por lo que, al cambiar dichas acciones, la empresa obtendrá una mejor rentabilidad empresarial.

También se analiza lo propuesto por Willmer, Linfati y Adarme (2017), en su artículo titulado: *Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos*, publicado en la revista Ingeniería y Desarrollo, donde se explica sobre la mejor política de administración de inventarios para productos perecederos en compañías comercializadoras de pescado, por lo que desarrollan modelos de simulación para determinar variables de entrada y variables de decisión y salida. El artículo se desarrolló proponiendo una metodología simple y efectiva para el problema de determinar una política de administración de inventarios de productos perecederos.

Veloz y Parada (2017), en su artículo titulado: *Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios*, publicado en la revista Ciencia UNEMI, explican que un eficiente sistema de control de inventario requiere la aplicación de métodos de control y análisis, en conjunto con la importancia económica relativa de cada producto almacenado.

En el artículo se desarrollaron herramientas como método ABC, política de inventario Min-Max y análisis FODA. Por lo que se concluyó que la política de inventario Mini-Max generó eficiencia,

ya que permitió reducir y aumentar los niveles de inventario de materias primas y el método ABC logró demostrar la efectividad a la hora de la toma de decisiones.

Finalmente, Guzmán, Reyes y Chan Yu (2021), en su artículo titulado: *Control eficiente de inventarios*, publicado en la revista Reciamuc, explican que la aplicación efectiva de los inventarios forma una tarea importante para los avances productivos. Los métodos que se realizaron fueron una revisión bibliográfica y documental a partir de textos y artículos científicos.

Por lo que se concluyó que los inventarios prevén la escasez, permitiendo ahorrar dinero en los productos para la rentabilidad en sus precios, lo que permite afirmar que la implementación de un sistema eficiente de control de inventarios junto con una filosofía empresarial coherente puede garantizar el logro de sus objetivos y funciones.

### **Proyecciones**

A continuación, se establecen los resultados que se espera alcanzar mediante el desarrollo de la investigación y los objetivos planteados.

1. Ajustar los niveles de inventario según los requerimientos del proyecto.
2. Diseñar una herramienta para mantener un control de inventario saludable, con valores mínimos y máximos de suministros en la planta de acuerdo con el consumo.
3. Disminuir excesos de inventarios a la hora de proyectar órdenes de compra.
4. Antes de botar los materiales, buscar otros proyectos que podrían utilizarlos para así asegurarse de que no se desperdicien ni generen gastos mayores al proyecto.
5. Eliminar el inventario obsoleto para liberar espacio en almacén.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo, se explican diferentes tipos de herramientas para describir el problema, medir las consecuencias, analizar las causas, plantear la propuesta y controlarla durante el tiempo. Estas se utilizan para el desarrollo del proyecto, con el fin de brindar un panorama en el cual se pueda obtener una gestión y control de inventarios para la compra de materia prima en la empresa.

### Conceptos Generales

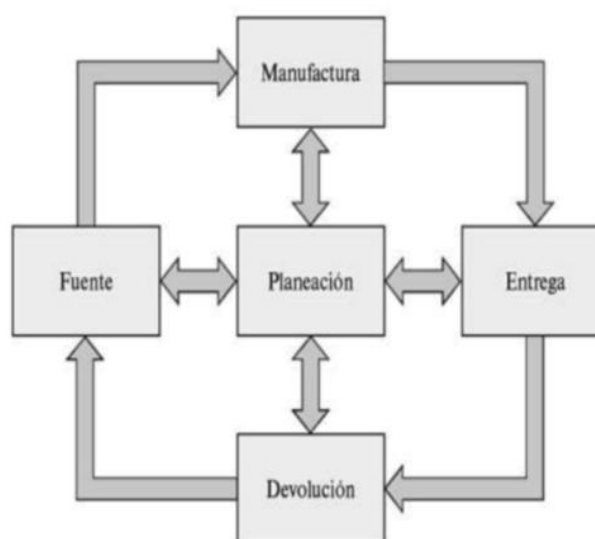
A continuación, se detallan diferentes conceptos relacionados con el tema del proyecto, con el fin de comprender aquellos que serán utilizados en el desarrollo de este.

#### Cadena de suministro

El libro *Fundamentos de cadena de suministro*, se establece que: “la cadena de suministro para un producto o servicio es el sistema que las compañías y sus funciones de negocios transitan desde la creación de a la entrega del último consumidor” (Mejía, 2023, p. 5).

La cadena de suministros tiene diferentes áreas involucradas para brindar el mejor servicio o producto al cliente, por lo que se divide en distintos procesos (Ver Figura 2):

**Figura 2 Cadena de suministros y sus procesos**



Nota: Juan Mejía Trejo.

En la **Figura 2 Cadena de suministros y sus procesos**, se pueden observar los cuatro puntos que están relacionados a la planeación de la cadena de suministros, los cuales son: fuente, manufactura, entrega y devolución, y cómo se correlacionan entre sí para formar la cadena de

suministros. Cada uno de estos puntos son importantes, ya que conforman el ciclo de la cadena de suministros, porque, si un producto se devuelve, el mismo debe ser manufacturado y entregado al cliente hasta que quede satisfecho.

### **Inventarios**

De acuerdo con Arenal (2020), citado por Álvarez y Parada (2020) :

Un inventario es una relación de los bienes que dispone, clasificados según familias, categorías y lugar de ocupación. Las empresas tienen la obligación de realizar inventario, y es necesario que este se ajuste a la realidad, ya que una sobrevaloración de este (decir que tenemos más de lo que existe en la realidad) hace que el valor de la empresa sea indebidamente mayor, mientras que una infravaloración hará que los impuestos que tengamos que pagar sean menores a los que deben ser pagados. (p.9)

### **Producto terminado**

En cuanto a este concepto, el autor Arenal (2020) explica que:

Los productos terminados son aquellos elementos que, una vez que se han salido del proceso de producción y pasados todos aquellos controles de calidad, son destinados a la venta del cliente final o empresas mayoristas que distribuirán a lo largo de la cadena de suministro a los clientes finales. (p.31)

Por lo tanto, “estos productos terminados son el objetivo fundamental del proceso de producción de la empresa y del que realizan su principal actividad económica” (p.31).

### **Stock mínimo**

El *stock* mínimo es: “el punto de consumo de existencias en el que es necesario reponerlas, justo antes de llegar a utilizar el stock de seguridad” (Arenal, 2020, p.78)

Arenal (2020) menciona otros conceptos como los siguientes:

### **Stock máximo**

“Es la cantidad máxima de existencias que se va a mantener en un almacén. Se corresponderá con la cantidad de mercancías que figuran en el pedido” (p.78).

### **Stock de seguridad**

“Para prevenir los costes de ruptura de stocks, esto es, los costes que nos producirán el tener que detener la venta por carecer de productos, se crea al stock de seguridad, un “colchón” que prevé posibles riesgos de ruptura” (p.78).

### **Stock óptimo**

“Es el que compatibiliza una adecuada atención a la demanda y una rentabilidad maximizada teniendo en cuenta los costes de almacenaje” (p.78).

### **Rotación de stock**

“Número de veces que un artículo pasa por el proceso de venderse, salir de almacén y ser cobrado, en un periodo de tiempo, recuperar así la inversión realizada al adquirirlo” (p.81).

### **FIFO**

De acuerdo con Cruz (2017), el FIFO es:

El sistema de valoración de inventarios FIFO (*First In-First Out*) sigue el sistema de valoración en el que cada producto tiene su propio valor, de forma que los más antiguos (los que más tiempo llevan en almacén) son los que salen antes. (p.69)

### **Inventario**

Cruz (2017) menciona que:

Un inventario consiste en un listado ordenado, detallado y valorado de los bienes de una empresa. Los bienes de la empresa se encuentran ordenados y detallados dependiendo de las características del bien que forma parte de la empresa, agrupando los que son similares y valorados, ya que se deben expresar en valor económico para que formen parte del patrimonio de la empresa. (p.7)

El autor anterior también menciona diferentes conceptos acerca de la gestión de inventarios:

Un inventario, sea cual sea su naturaleza de lo que contiene, consiste en un listado ordenado y valorado de productos de la empresa. El inventario, por tanto, ayuda a la empresa al aprovisionamiento de sus almacenes y bienes ayudando al proceso comercial o productivos, y favoreciendo con todo ello la puesta a disposición del producto al cliente. (p.10)

De acuerdo con Cruz (2017), los inventarios se pueden clasificar en diferentes tipos como los siguientes:

- Materias primas. Registran material que forma parte del proceso productivo y es suministrado por el proveedor.
  - Producto semiterminado. Registran las fases por las que pasa el producto dentro de su proceso de fabricación o producción.
  - Producto terminado. Recogen los productos que tienen como destino la venta del cliente.
- (p.10)

### **Costos de inventarios**

Según Arenal (2020): “el manejo de inventarios implica calibrar la disponibilidad del producto con los costos de suministrar un nivel determinado de disponibilidad del producto, el propósito del análisis de inventarios es especificar cuándo se deben ordenar los artículos y su cantidad” (p.50).

Ahora bien, para analizar los costos de inventario, se deben comprender varios conceptos, Arenal (2020) describe varios de ellos:

#### **Costos de almacenamiento**

“Incluyen el coste de mantenimiento del lugar y los servicios, el costo de la compra, la depreciación, o el alquiler y los impuestos de la propiedad” (p.50).

Entre ellos se dividen en los siguientes:

- Costo por manejo de inventario
- Costos por instalaciones usadas para almacenamiento, la renta de un local o bodega
- Costos de equipo empleado para el manejo y sostén de inventario
- Costos de trabajo y operación de este.
- Costos de seguro, para cubrir accidentes, robos defectos y obsolescencia. (p.50)

#### **Costo de adquisición.**

“Se compone de una parte fija (coste de lanzamiento o emisión de pedido), y de otra variable (coste variable de adquisición)” (Arenal, 2020, p.51).

El mismo se desglosa en:

1. Costo del pedido: Se multiplica el valor unitario del artículo por el número de artículos que consta el pedido.
2. Costo de emisión del pedido: Es el costo fijo asociado a toda orden de pedido. (p.51)

### **Costos de ruptura de stock.**

“Se incurren en costos por falta de existencias o quiebres de stocks cuando se mite un pedido, pero este no puede satisfacerse desde el inventario al cual esta normalmente asignado” (Arenal, 2020, p.52).

Se puede dividir en diferentes situaciones:

- Pérdida de cliente: Los clientes que no ven atendidas sus necesidades buscan otros proveedores entre los competidores y puede que dejen de hacer pedidos a la empresa que ha tenido rotura.
- Pérdida de rentabilidad: Los clientes que no pueden ser atendidos con un determinado producto cambian su pedido por otro producto de inferior calidad o que deja un margen comercial menor a la empresa
- Aumento de la rentabilidad: Los clientes que no pueden ser atendidos en determinado producto cambian su pedido por otro producto de calidad superior o que deje un margen comercial mayor a la empresa. (p.53)

### **Índice de cobertura**

El autor Arenal (2020) menciona que el índice de cobertura expresa: “cuánto tiempo dispone la empresa de existencias, teniendo en cuenta el consumo medio registrado de las mismas” (p.149).

### **Stock**

De acuerdo con Arenal (2020): “los bienes o productos de la empresa que necesitan ser almacenados para su posterior venta o incorporación al proceso de fabricación son los que se conoce como stock en la empresa” (p.11).

### **Existencias**

Arenal (2020) expresa que: “las existencias forman el stock de la empresa y pueden clasificarse según varios criterios, dentro de las cuales el más común en las empresas es el criterio contable” (p.11).

### **Modelo determinista**

Arenal (2020) menciona que:

El modelo determinista marcado por los componentes que lo configuran es estable y facilitan los cálculos. La demanda del producto es conocida y se establece con el tiempo. El proveedor realiza las entregas de forma constante y la distribución del producto al cliente es efectiva y constante, existiendo en ambos casos cero nulidades en los retrasos. Son conocidos también y expresados en unidades económicas los costes tanto del pedido como del almacenamiento, siendo conocidos al mismo tiempo que constates. (p.26)

### **Modelo aleatorio o de probabilidades**

Arenal (2020) considera que: “el mercado por aleatoriedad en el inventario producida por la demanda (cuanto pedir y cuando pedir) y por la entrega (retraso en la distribución al cliente o del proveedor en la entrega)” (p.26).

### **Materias primas**

Arenal (2020) menciona que las materias primas: “se catalogan como materias primas todos los elementos extraídos de la naturaleza que necesitan de un proceso de transformación para ser convertidos bien en componentes o en productos finales en sí” (p.28).

Seguidamente, el autor cita ejemplos de materias primas: “las cuales serían: madera, piedra, agua, algodón, entre otros” (p.28).

### **Componentes**

Arenal (2020) comenta que: “la diferencia de las materias primas, los componentes van a formar parte también del proceso productivo para el producto final o en curso, pero se encuentran formados por los elementos más básicos, es decir, por las materias primas” (p.29).

También detalla que: “son productos que, por si solos son incapaces de formar un único producto final. No obstante, la combinación o terminado que será destinado a la venta” (p.29).

### **Compras**

La función de compras es:

Una función vital para empresa, puesto que foja precios de referencia sobre cuales se calculan los precios de venta, y suministra a la empresa en su justa medida

manteniendo en nivel óptimo de compra para no sobre abastecer los almacenes ni romper el stock de la empresa. (Cruz, 2018, p.13)

De acuerdo con Cruz (2018), las funciones de compras persiguen los siguientes objetivos:

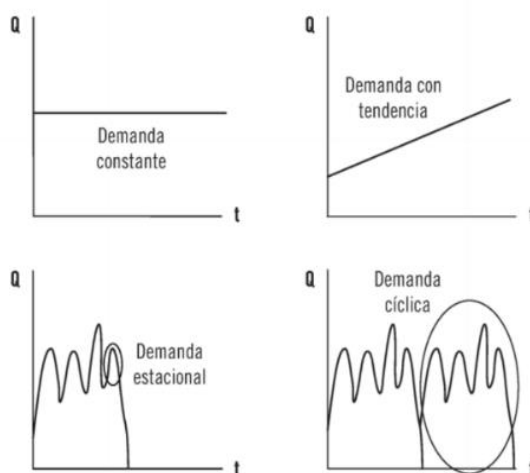
- Reducir los costes con una búsqueda constante de fuentes de abastecimiento y negociación con proveedores.
- Buscar la mejor manera de marcar la necesidad y periodicidad de las compras, con un doble objetivo. Por un lado, para abastecer al cliente o a la cadena de producción, y, por otro lado, para no sobre almacenar con los costes que ello supone la empresa.
- Controlar el proceso de abastecimiento desde que se analizan las ofertas de los proveedores hasta que el producto o mercancía llega a la empresa analizando todo el desarrollo del proceso.
- Planificar, organizar y controlar cada una de las fases de la compra para garantizar una correcta gestión de esta función de abastecimiento en la empresa. (p.14)

## **Demanda**

La demanda en la empresa: “está relacionada con el proceso de producción, ya que la cadena productiva de la empresa, su planificación, organización, cambio y programación están condicionados por la demanda del producto que la empresa fabrica en un momento determinado” (Cruz, 2018, p.52).

Existen diferentes tipos de comportamientos de demanda (Ver Figura 3).

**Figura 3 Comportamiento de diferentes tipos de demanda**



Nota: Antonia Cruz.

En la **Figura 3 Comportamiento de diferentes tipos de demanda**, se pueden observar los diferentes tipos de demanda y cómo se comportan gráficamente. Cada una de ellas está relacionada al producto o servicio que se comercializa y sus tipos de clientes, ya que, para cada área, la demanda funciona de una manera distinta. Por lo que se puede observar que existen cuatro tipos, como lo son la demanda constante, con tendencia, estacional y cíclica; las cuales van a depender del comportamiento y requerimientos del mercado y del tipo de clientes que necesitan el producto.

### **Capacidad**

De acuerdo con Collier (2016), la capacidad es: “el potencial de un recurso de manufactura o servicio como una instalación, proceso, estación de trabajo o pieza de equipo para cumplir su propósito en un periodo específico” (p.205).

El mismo autor menciona:

La capacidad se puede ver en dos maneras:

1. Como la tasa máxima de resultado por unidad de tiempo
2. Como unidades de disponibilidad de recursos. (p.205)

### **Hoja de comprobación**

La hoja de comprobación, según López (2016), se define de la siguiente forma:

Son formatos especialmente diseñados para la recogida de datos. Habitualmente tienen formato de tabla o de lista. Se utilizan para simplificar y facilitar el proceso de toma de datos por parte de los operarios a los que les asigne esa tarea. (p.48)

Los datos son luego analizados y evaluados a través de otras herramientas pues el objetivo último es extraer información del comportamiento del proceso y detectar tendencias y otros comportamientos anómalos o no esperados. (p.48)

Siguiendo con el mismo autor, el diseño de la hoja de comprobación es:

Estudiar qué es lo que se quiere controlar y por qué se quiere controlar, quien diseñe la hoja de comprobación debe identificar muy bien qué datos son los que necesita para que la hoja de comprobación contenga la información suficiente y no se pase ni por exceso ni por defecto. Por lo tanto, el proceso de diseño de hoja de comprobación debe empezar estableciendo las preguntas que dan respuesta al fenómeno que se quiere investigar. (p.50)

En el siguiente apartado, se puede observar un ejemplo de cómo se visualiza una hoja de comprobación:

**Figura 4 Ejemplo de hoja de comprobación**

Hoja de verificación de calidad d			
Nombre del Proceso	Armado		
Nombre del Encargado			
Fecha			
Tiempo de Observación			
N° de Hoja			
PRODUCTO	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Evento 1			
Evento 2			
Evento 3			
Evento 4			
Evento 5			
Evento 6			
Evento 7			
Evento 8			
Evento 9			
Evento 10			
Total			
Signo	Descripción		
△			
○			
□			
⊕			
◇			
Observaciones Adicionales			

Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 4 **Ejemplo de hoja de comprobación**, se muestra un ejemplo de una hoja de comprobación, en la cual van a ingresarse los datos semana por semana de diferente tipo de información. Esta se puede recolectar por alguien del área o de la persona que esté llevando la investigación, de esta forma, se puede tener la data necesaria para el respectivo análisis.

### Herramientas para describir el problema

A continuación, se explican herramientas para describir el problema de un sistema de gestión y control de inventarios, con el fin de entender la problemática que está teniendo la empresa y reconocer la razones por las que está sucediendo, para así poder mitigarlas y darles una solución oportuna. En este apartado, se explica cada una de las herramientas con figuras, fórmulas y paso a paso para mayor comprensión de parte del lector.

## Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es:

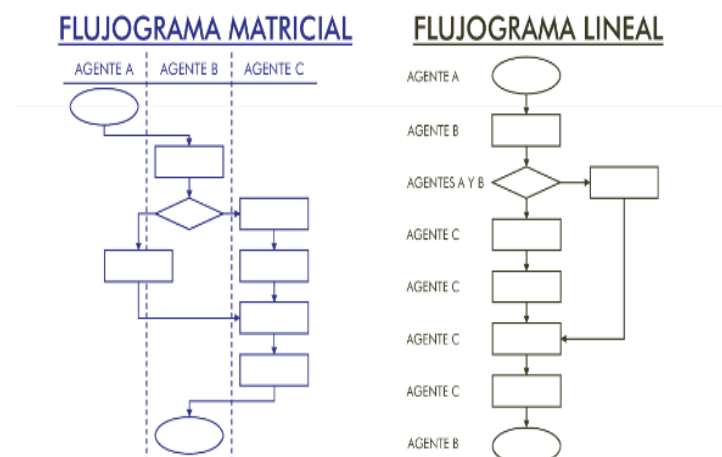
Un modo de representar gráficamente flujos o procesos, identificando la secuencia de pasos que se realizan para obtener un determinado resultado, así como las relaciones entre diferentes actividades que lo componen a través de un conjunto de símbolos. El diagrama de flujo tiene como finalidad ordenar los procesos y puede ser utilizado individualmente, aunque resulta más eficaz si se emplea de manera conjunta con alguna otra herramienta de calidad. El diagrama de flujo permite entender “de un vistazo” el proceso en conjunto, sus problemas y los puntos críticos. (Miranda, Chamorro, y Rubio, 2016, p.100)

De acuerdo con el autor Pardo (2017), existen dos tipos de diagramas de flujo:

Los agentes intervinientes en el proceso aparecen en la cabecera del flujograma, y en subordinadas a ellos se sitúan las actividades desempeñadas por cada uno. El formato lineal, por su parte, es más sencillo, basta con ir secuenciando las actividades una tras otra; la información sobre los agentes se puede colocar lateral o dentro de cada símbolo.

Para mayor comprensión, ver Figura 5 **Diagrama de flujo matricial y lineal:**

**Figura 5 Diagrama de flujo matricial y lineal**



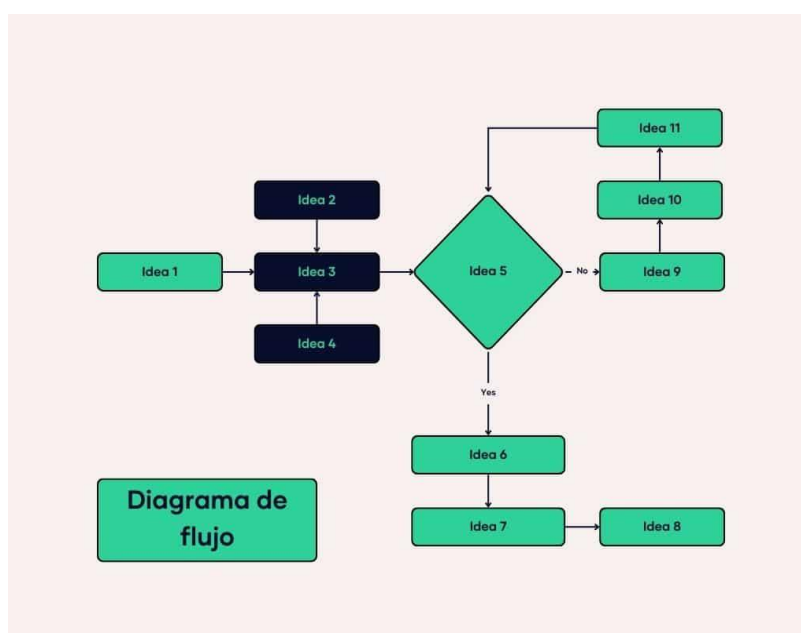
Nota: Manuel Pardo.

Siguiendo con el mismo autor, los pasos para hacer un diagrama de flujo son:

- Reúna a los agentes intervinientes en el proceso que se va a documentar (basta con que haya una o dos personas por tipología de agente interviniente). Esto es muy importante, ya que el enfoque participativo será determinante para el éxito de lo que se está emprendiendo.
- Con la colaboración de los reunidos, liste las actividades que conforman el proceso a partir de la actividad inicial, la que sirve de detonante del proceso, la que dispara (en muchas ocasiones suele ser la recepción de una petición de un cliente interno o externo o la necesidad de cumplir con una programación específica). A partir de la actividad inicial, se pregunta para cada actividad identificada ¿qué se realiza después de esta actividad?
- A medida que se va desgranando las actividades, se irá anotando los agentes que ejecutan cada una de ellas.
- Si durante el listado de tareas aparecen puntos de decisión también se anotan, describiendo las actividades que se deriven de cada alternativa de decisión.
- Se elige el formato de diagrama de flujo (matricial o lineal) y, con la biblioteca de símbolos acordada, se irá dibujando la secuencia cronológica de actividades hasta completar el flujograma del proceso.
- Al finalizar se pueden dibujar, señalar aparte, las entradas y salidas del proceso. (pp. 73-75)

Para mayor visualización de un diagrama de flujo, ver Figura 6:

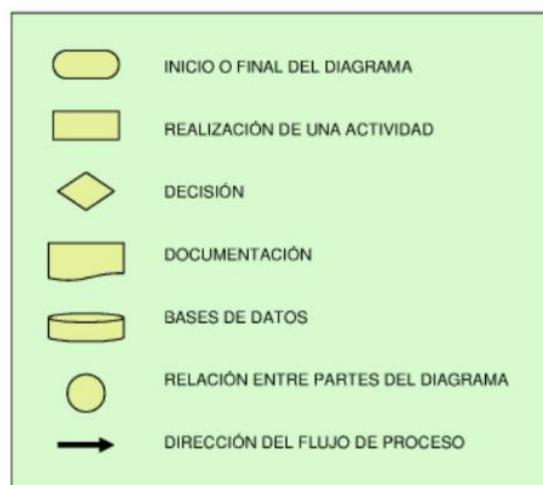
**Figura 6 Diagrama de flujo**



Nota: Google Imágenes.

En la **Figura 6 Diagrama de flujo**, se puede observar cómo crear un diagrama de flujo que represente los procesos o procedimientos con sus pasos o etapas para simplificar la información. Cada uno de los procesos va de la mano con otros, los cuales son unidos por diferentes tipos de simbología dependiendo de la información que se quiere presentar. A continuación, se muestran los símbolos del diagrama de flujo mencionado:

**Figura 7 Simbología del diagrama de flujo**



Nota: Gloria Miño; Elena Saumell; Antonio Toledo; Amilcar Roldan y Roberto Moreno.

De acuerdo con la **Figura 7 Simbología del diagrama de flujo**, se pueden observar las diferentes formas y su significado a la hora de crear un diagrama de flujo, dependiendo del abordaje del diagrama, así debe ser su simbología.

Por lo que cada uno de los símbolos van a depender del flujo del proceso, se pueden usar varios de los mismos dependiendo de los procesos que se están detallando, definiendo una dirección con la flecha presentada en la figura.

### **Diagrama SIPOC**

De acuerdo con el autor Pardo (2017), el diagrama SIPOC: “es una representación esquemática de los componentes principales de un proceso”. SIPOC responde a las siglas en inglés:

- Suppliers (proveedores)
- Inputs (entradas)
- Process (proceso)
- Outputs (salidas)

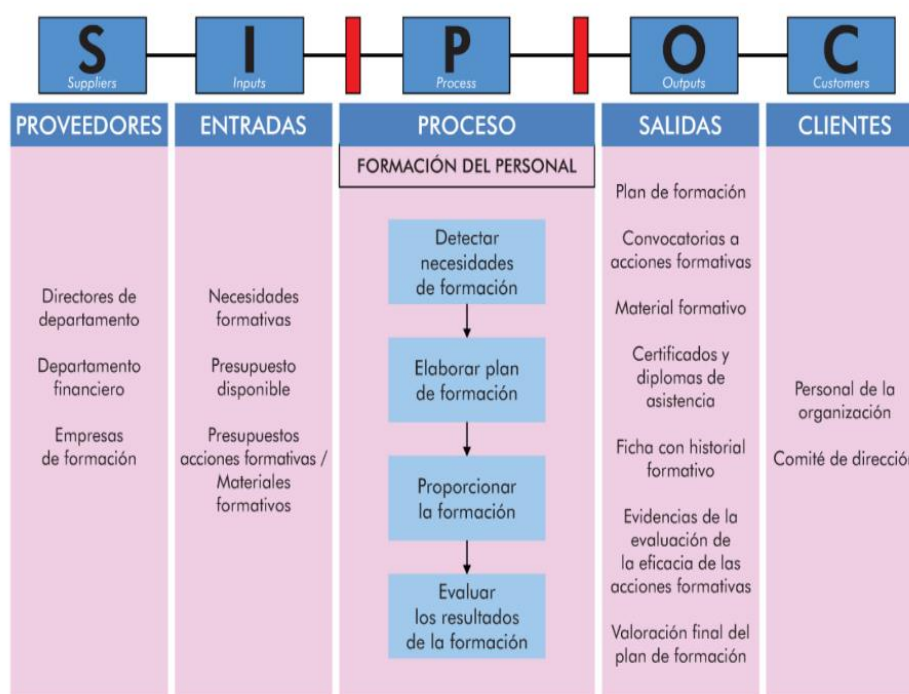
- Customers (clientes). (p.78)

Seguidamente, el autor menciona que:

El diagrama SIPOC es un documento de aproximación al proceso, igual que la ficha de proceso. En este caso sí que contiene información sobre las actividades desarrolladas en el proceso, aunque en muchos casos más que actividades de detalle lo que incluye son 4 o 5 etapas o fases principales (agrupación de actividades) del proceso. (p.78)

A continuación, se presenta un ejemplo de un diagrama SIPOC con cada una de las siglas mencionadas anteriormente:

**Figura 8 Ejemplo de Diagrama SIPOC**



Nota: Manuel Pardo.

En la Figura 8 **Ejemplo de Diagrama SIPOC**, se puede observar cómo es un diagrama SIPOC y cómo se distribuyen cada una de sus siglas, para así determinar los componentes principales de diferentes procesos. La letra S va relacionada a los proveedores, la I a las entradas, la P al proceso que se está ejecutando, la O a las salidas y la C a los clientes; cada uno de ellos hace referencia al diagrama SIPOC y permite identificar cada una de las áreas que lo componen.

### Mapa de procesos

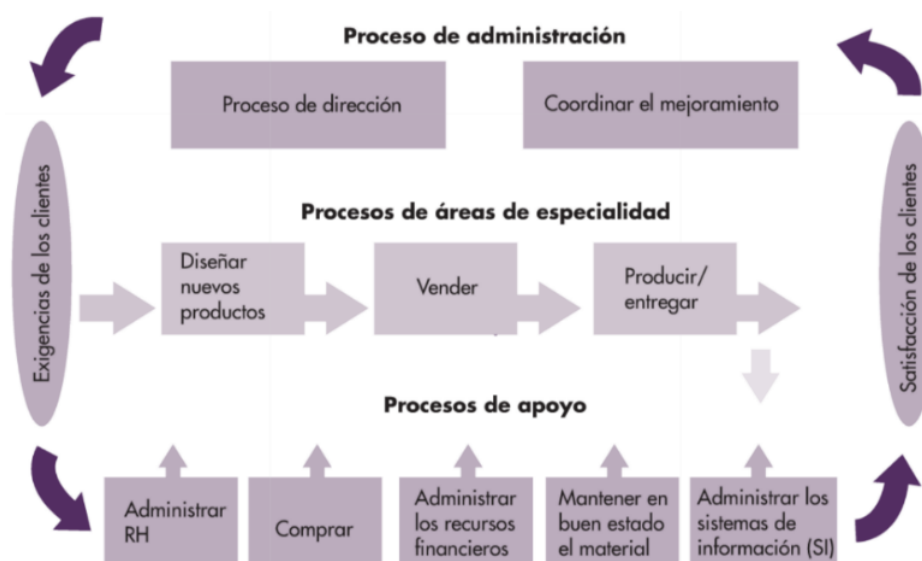
De acuerdo con Gillet (2015), el objetivo de un mapeo de procesos es: “identificar los procesos modulares en el núcleo de la empresa es una fase indispensable para después garantizar el control y el mejoramiento permanente” (p.73).

El mismo autor menciona las etapas del mapeo de procesos:

1. Hacer una lista de clientes
2. Enumerar lo que la empresa proporciona y pone a disposición de sus clientes
3. Trabajar en los procesos de las áreas de especialidad. ¿Cuáles son los procesos que garantizan la satisfacción de las necesidades de los clientes?, ¿cuál es la esencia de la labor de la empresa tal y como la perciben los clientes?
4. Listar las fases de apoyo que harán posible el funcionamiento de los procesos de las áreas de especialidad, y las que permiten disponer de los recursos necesario, como competencia, materias primas, medios, energía, entre otros.
5. Registrar los procesos gerenciales que dinamizan el sistema.
6. Validar los mapas, esclareciendo los límites de los procesos, por ejemplo, entradas y salidas.
7. Hacer una confirmación definitiva con ayuda de las matrices FEE (funciones, estrategia, expectativa de los clientes). (p.73)

En la figura, a continuación, se puede observar cómo se compone la herramienta:

**Figura 9 Ejemplo de mapeo de procesos**



Nota: Florence Gillet.

Con base en la **Figura 9 Ejemplo de mapeo de procesos**, se puede visualizar cómo se forma un mapa de procesos describiendo gráfica y descriptivamente los procesos de la empresa en todas sus etapas, documentando todas sus fases. Identificar cada uno de ellos permite comprender cómo están compuestos los procesos de la empresa, cuáles son las áreas que lo conforman y cuáles son los que lo administran, con el fin de satisfacer al cliente y a los consumidores finales, quienes son los que rigen el ritmo, servicio y producción de cada empresa según sus necesidades.

### **Herramientas para medir las consecuencias**

En el siguiente espacio, se muestran las herramientas para medir las consecuencias en un sistema de control y gestión de inventario. En este apartado, se muestran los paso a paso de estas, sus fórmulas y la importancia de su uso, esto con el fin de identificar cuáles son las causas raíz del problema que está teniendo la empresa y así identificarlo, para poder desarrollar soluciones en el capítulo de la propuesta.

#### **Valor económico del inventario**

De acuerdo con Álvarez y Parada (2020), el objetivo del valor económico del inventario es: “medir y controlar el valor inventario promedio respecto a las ventas, por lo que mide el porcentaje del costo del inventario dentro del costo de venta de la mercancía” (p.58). En la Figura 10 **Fórmula de valor de inventario**, se puede ver cómo se calcula el valor de inventario.

#### **Figura 10 Fórmula de valor de inventario**

$$Valor = \frac{Valor\ del\ inventario\ físico}{Costo\ de\ venta\ de\ la\ mercancía}$$

Nota: Luis Fernando Álvarez Parada y Sandra Parada.

Siguiendo con el mismo autor:

“En un periodo se mide el valor del inventario de producto terminado con relación a las ventas al costo. Esto con el fin de evaluar el cumplimiento de las políticas de inventario de la compañía”. Seguidamente, se puede observar la siguiente información que cuenta como determinar el indicador con los valores mensuales de la empresa, de esta forma, es más sencillo mostrar cómo se realiza el cálculo.

#### **Figura 11 Información para determinar el indicador de valor del inventario**

Mes	Valor inventario físico	Valor costo venta/mes	Valor indicador (%)
Enero	\$12.000.000	\$69.000.000	17
Febrero	\$10.000,000	\$75.000.000	13
Marzo	\$11.000.000	\$81.000.000	14
Abril	\$15.000.000	\$87.000.000	17
Mayo	\$17.000.000	\$85.000.000	20
Junio	\$19.000.000	\$99.000.000	19

Nota: Luis Fernando Álvarez Parada y Sandra Parada.

Los autores explican que:

La **Figura II Información para determinar el indicador de valor del inventario** muestra que el mes en el cual es costo del inventario tiene una mayor participación con la relación al costo de la venta es mayo. En contraste, el mes de febrero representa el menor valor del inventario respecto al costo de la venta. Desde el punto de vista financiero, se busca que los costos sean controlados y se mantengan en niveles bajos. (p.59)

### Ruptura de stock

La escasez de inventario ocurre cuando un cliente pide un producto o material en particular y no hay en el inventario para cumplir con ese pedido en las cantidades y términos especificados en el contrato de venta. La principal consecuencia del desabastecimiento es la pérdida de confianza del cliente en la empresa, los clientes empiezan a valorar al negocio con calificaciones muy negativas, porque esa empresa no es capaz de poder satisfacer las necesidades de sus clientes (Cruz, 2017, p. 152).

El indicador de ruptura se puede calcular según la figura 12.

### Figura 12 Índice de ruptura

*Índice de ruptura de stock : Pedidos satisfecho /pedidos totales*

Nota: Antonia Cruz

En la Figura 12 **Índice de ruptura**, se puede observar la fórmula para obtener el resultado del índice de rotura del *stock*, el cual toma en cuenta los pedidos satisfechos contra los pedidos totales

(demanda). La autora Cruz (2018) menciona que: “este indicador, cuanto mayor sea, menor posibilidad de rotura de stock tendrá la empresa” (p.153).

### **Obsolescencia**

De acuerdo con Arenal (2020), en situaciones en las que se produce un exceso de inventario, suele conllevar un mayor riesgo de obsolescencia de los productos, que termina provocando en ocasiones grandes problemas financieros a las empresas (p.91).

El mismo autor menciona que el índice de obsolescencia se calcula así:

#### **Figura 13 Fórmula de obsolescencia**

$$\text{Obsolescencia: } \frac{\text{Número de entregas del proveedor}}{\text{Rotación}}$$

Nota: Carmen Arenal.

En la Figura 13 **Fórmula de obsolescencia**, se muestra cuál es la fórmula para calcular la obsolescencia indicando que un rango de 1 es ideal y aceptable entre 0,5 y 1,5. Dicha fórmula toma en consideración el número de entregas del proveedor y la rotación del inventario.

Arenal (2020) menciona que los rangos se clasifican así:

- <0,5 -> Ruptura de stock
- >1,5/> Obsolescencia. (p. 91)

### **AMFE**

De acuerdo con el autor Pardo (2017):

El análisis de modos de fallo y efectos (AMFE), es una técnica de carácter preventivo empleada para anticipar y corregir deficiencias en un producto, servicio o proceso mediante un examen sistemático del mismo, efectuado por un equipo multidisciplinar con la finalidad última de garantizar que han sido tenidos en cuenta todos los fallos potenciales posibles. (p.110)

A continuación, en la Figura 14 **Ejemplo de Análisis preliminar de riesgos**, se puede observar un ejemplo con todos los puntos mencionados anteriormente, explicando cada uno de sus apartados y el cálculo de este.

#### **Figura 14 Ejemplo de Análisis preliminar de riesgos**

Gestión del riesgo operacional (AMFE)										
Proceso: venta de vehículos nuevos				IPR máximo según la escala utilizada = 125			IPR límite = 27			
Actividades del proceso	Fallo n.º	Modos de fallo (riesgo)	Efectos	Gravedad Escala 1-5	Causas del modo de fallo	Ocurrencia Escala 1-5	Controles actuales	Detectabilidad Escala 1-5	IPR G x O x D	Acciones de mejora
1. Recibir al cliente y saludarlo cordialmente	1.1	Al recibir al cliente el comercial ya está con otro cliente	El cliente tiene que esperar (posible insatisfacción)	2	Concentración de visitas en determinados días y horas	3	Suena el timbre de la puerta al llegar un nuevo cliente	1	6	NADA, al no superar el IPR límite
2. Preguntar por el tipo de vehículo que desea adquirir	2.1	No se pregunta por la necesidad del cliente	Dificultades para vender el vehículo	3	No se sigue el procedimiento establecido	2	Ninguno	5	30	• Introducir mensaje recordatorio en aplicación para emitir presupuesto
4. Aportar información comercial sobre modelos más interesantes para el cliente	4.1	La información ofrecida es demasiado técnica	El cliente no se entera	4	Falta de empatía	2	Lenguaje no verbal que muestra cliente	3	24	NADA, al no superar el IPR límite
	4.2	La información que se le ofrece es demasiado básico	El cliente tiene la sensación de que no ha sido bien informado	4	Falta de empatía	1	Preguntas del cliente	4	16	NADA, al no superar el IPR límite
	4.3	Recomendar al cliente modelos no acordes con su necesidad	Dificultades para vender el vehículo	4	El comercial no conoce el producto que vende	1	Ninguno	5	20	NADA, al no superar el IPR límite
5. Tomar datos del cliente y emitir presupuesto	5.1	Grabar datos erróneos del cliente en base de datos	Errores en el contrato y otros documentos	2	Despiste	2	Ninguno	5	20	NADA, al no superar el IPR límite
	5.2	No cumplimiento de LOPD	Sanciones	4	No se pide la autorización al cliente para usar sus datos	5	Ninguno	5	100	• Incluir cláusula de confidencialidad de datos en ficha de cliente
6. Ofrecer al cliente la posibilidad de probar vehículos	6.1	No disponer del vehículo elegido por el cliente	Disgusto del cliente (posible no venta)	3	Imposibilidad de tener todos los modelos	3	Control de vehículos disponibles	3	27	• Llegar a acuerdos con concesionarios de la zona para intercambiar vehículos
7. Probar vehículo con el cliente	7.1	Sufrir un accidente durante la prueba	Daño a los ocupantes. Indemnizaciones	5	Conducción temeraria	2	Compañía del comercial	2	20	NADA, al no superar el IPR límite
					Circular por zonas con mucho tráfico	3	Ninguno	4	60	• Solicitar permiso de conducción al cliente • Contratar seguro • Planificar ruta para prueba

Escala para la GRAVEDAD y la OCURRENCIA: 1-Muy Baja / 2-Baja / 3-Media / 4-Alta / 5-Muy alta. Escala para la DETECTABILIDAD: 1-Muy alta / 2-Alta / 3-Media / 4-Baja / 5-Muy baja

Nota: Manuel Pardo.

En la **Figura 14 Ejemplo de Análisis preliminar de riesgos**, se puede observar cómo se utiliza un AMFE y cómo posibilita un análisis detallado de los riesgos, a fin de determinar su gravedad, efectos y acciones de mejora para cada uno de ellos.

Siguiendo con el mismo autor, los pasos para hacer un AMFE son los siguientes:

1. Identificar los posibles modos de fallo (riesgos) para las distintas actividades del proceso, determinando las consecuencias o impactos que estos tendrían para la organización y señalando las posibles causas que generan.
2. Analizar los modos de fallo identificados en función de tres criterios:
  - Gravedad: pérdida que puede provocar el modo de fallo para la organización. La pérdida se traduce habitualmente en un coste económico o de insatisfacción de los clientes.
  - Ocurrencia: repetitividad potencial del modo de fallo o de la causa o causas que lo producen.
  - Detectabilidad: capacidad de detección del modo de fallo antes de que llegue al cliente externo.
3. Multiplicar las valoraciones de los criterios gravedad, ocurrencia y detectabilidad calculando el denominado índice de prioridad de riesgo ( $IPR=G \times O \times D$ ).

Este índice, que es una valoración del riesgo operacional, debe ser calculado para todas las causas de fallo.

4. Determinar riesgos prioritarios: para ellos, previo cálculo del IPR, o bien una vez calculado, estableceremos un valor límite para el mismo (criterio de significancia del riesgo), que representará el valor frontero a partir de cual la organización debe actuar sobre los modos de fallo. De esta forma, todos los modos de fallo – y consecuentemente, sus causas-con los IPR superior o igual al valor límite representarán los riesgos prioritarios, que deberán ser objeto de actuación (tratamiento del riesgo operacional).
5. Proponer acciones para tratar los riesgos prioritarios e implantarlas: la efectividad de las acciones adoptadas para eliminar o minorar las causas que originan los modos de fallo determinará la eficacia en la gestión del riesgo operacional. (pp. 111-112)

### **Herramientas para Analizar las Causas**

A continuación, se presentan las herramientas que ayudan a analizar las causas para el desarrollo del tercer objetivo del trabajo:

#### **Diagrama de causa y efecto**

El diagrama causa-efecto o “espina de pescado” permite: “identificar y categorizar las causas de un problema, en nuestro caso relacionado con la calidad, establecimiento de forma gráfica una relación entre el problema o efecto y sus posibles causas, ayudando de este modo a visualizarlo mejor” (Miranda, Chamorro y Rubio, 2016, p.102).

De acuerdo con Gillet (2015), las etapas para realizar el diagrama son las siguientes:

- Plantear el problema comenzando por el “¿por qué?; por ejemplo, “¿Por qué se despegan los cartones?”.
- Hacer que surjan todas las ideas y causas posibles en una sesión de lluvia de ideas
- Clasificar después las ideas en seis familias:
  - Medida
  - Materias primas
  - Mano de obra
  - Medio ambiente
  - Máquina
  - Método. (p.109)

Seguidamente, se puede observar cómo se compone la herramienta en la Figura 15 **Ejemplo de Diagrama causa y efecto**.

**Figura 15 Ejemplo de Diagrama causa y efecto**



Nota: Google imágenes.

Para hacer un análisis de la causa raíz, es fundamental determinar las causas de mayor peso, que impactan los procesos negativamente. Esto se desarrolla con la información recolectada, para utilizarla en el planteamiento de la propuesta, por lo que es necesario tomar en consideración la opinión de diferentes miembros que están involucrados en el proceso y así poder determinar cuáles son las acciones o procesos que están afectando mayormente al departamento o área afectada.

### **Diagrama Pareto**

El análisis de Pareto es:

Una herramienta que puede ayudar a detectar aquellos factores de mayor relevancia a la hora de explicar el problema de que se trate, mediante la clasificación de estos factores de acuerdo con su orden de importancia para poder así tratar cada uno de ellos de acuerdo con su importancia relativa. El análisis de Pareto centra la atención en los problemas realmente importantes para alcanzar el máximo rendimiento. (Miranda, Chamorro y Rubio, 2016, p.104)

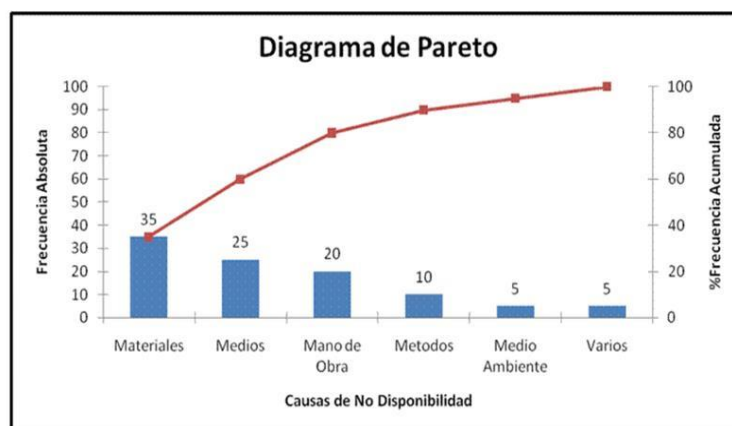
Miranda, Chamorro y Rubio (2016) también mencionan que:

Cuando se aplica esta herramienta, los resultados muestran que un pequeño porcentaje del problema (entorno al 80%). Por ello, se debe decir que esta técnica

trata de separar los “pocos vitales” de los “muchos triviales”, permitiendo una mejora del 80% eliminando tan solo un 20% de los factores causantes del problema. (p.104)

Para mayor visualización de cómo se ve un Pareto, ver Figura 16 **Diagrama de Pareto**.

**Figura 16 Diagrama de Pareto.**



Nota: Google Imágenes.

Con esta herramienta, se puede graficar y evidenciar la gravedad de las causas que ocasionan los problemas; es un complemento a la hora de toma de decisiones en la propuesta.

De acuerdo con López (2016), los pasos para hacer un Pareto son: ´

- Partir de datos e información reales sobre la frecuencia de ocurrencia de cada causa potencial. Estos datos deben ser obtenidos a través de una lluvia de ideas de una encuesta de satisfacción de clientes, o de un registro interno de la propia organización.
- El diagrama muestra gráficamente en forma de barras los valores absolutos de cada causa, y en forma de líneas las frecuencias acumuladas (resultado de ir sumando frecuencia con la inmediata anterior)
- En el eje horizontal, se representan las diferentes causas (de mayor a menos frecuencia) en los ejes verticales se representan el valor absoluto de la frecuencia (habitualmente a la izquierda) y el valor acumulado (a la derecha). Este último debe tener un valor entre 0 y 100%.
- Sobre cada barra, se suele incluir el valor absoluto de la frecuencia. En cada punto la línea, el valor de frecuencia acumulada.

- Una vez hecha la representación de ambas frecuencias, se traza una línea horizontal correspondiente a la probabilidad 80%. El área comprendida entre ambas líneas serán los “pocos triviales”. (pp. 84-85)

### Las 5 W y 2 H (5W-2H)

De acuerdo con Gillet (2015), las 5W-2H son:

Una herramienta que brinda la oportunidad de garantizar que se disponga en forma correcta de todos los datos necesarios para comprender el problema y, por tanto resolverlo. Una lista de preguntas (¿quién?, ¿qué?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿cómo?, ¿cuánto?, ¿por qué?) asegura que no habrá olvidos. (p.106)

El mismo autor menciona que:

“Esta herramienta en el marco de la resolución de un problema, se utiliza justo después de elegir el problema a tratar. Permite pasar después a la búsqueda de las causas” (p.106).

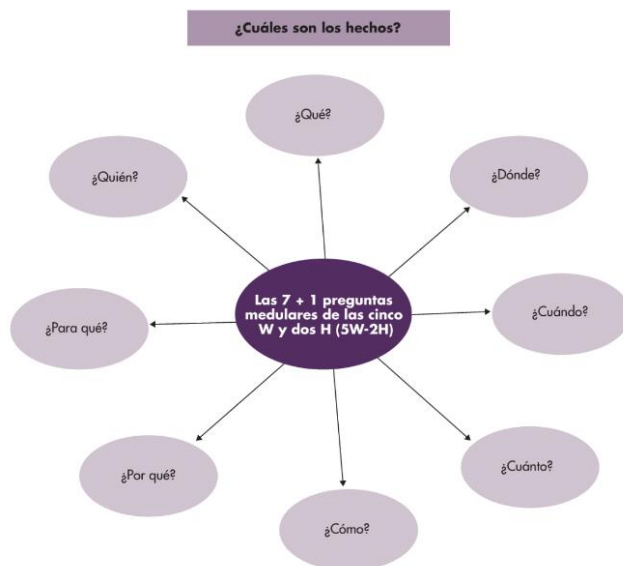
¿Cómo se utiliza esta herramienta?

Gillet (2015) explica que sus etapas son:

- Plantear el problema.
- Responder en forma creativa todas las preguntas que deben responderse para poder orientarse hacia un análisis de causas sin riesgo de interpretación.
- ¿Quién? (Who?): ¿a quién concierne el problema?, ¿quién lo ha señalado?, ¿quiénes son los participantes en la actividad o el proceso al que concierne el problema?
- ¿Qué? (What?): ¿qué problema tiene? (Formularlo en forma más precisa posible)
- ¿Dónde? (Where?): ¿dónde sucede?, ¿en qué sectores?
- ¿cuándo? (When?): ¿desde cuándo existe este problema?
- ¿Cuánto? (How much?): ¿cuánta importancia tiene el problema?
- ¿Cómo? (How?): ¿cómo se desarrolla el proceso en cuestión?
- ¿Por qué? (Why?): ¿qué objetivo hay? (Debe relacionarse con el *cuánto* que da la situación inicial.) (p.103)

Para mayor visualización de las preguntas, ver Figura 17 **Ejemplo de 5W-2H**.

### Figura 17 Ejemplo de 5W-2H



Nota: Florence Gillet.

Esta herramienta funciona para organizar la causa raíz con siete preguntas que ayudarán a dar respuesta a la solución dependiendo de la situación de la empresa y estado actual. Por lo que el usar este tipo de preguntas ayuda a intentar encontrar la causa raíz del problema que se está teniendo, brindando información importante de diferentes personas involucradas que están en el proceso de encontrar el problema y así mejorarlo.

### Herramientas para la Propuesta

En el siguiente espacio, se muestran herramientas para la propuesta del trabajo con los pasos a seguir, las fórmulas y los puntos importantes a seguir. Dichas herramientas mostrarán los beneficios de la propuesta y si es rentable o no a través del tiempo, brindando ganancias a la empresa y generando un buen ambiente en esta.

### La planeación de requerimientos de materiales – MRP

De acuerdo con Álvarez y Parada (2020), una herramienta MRP permite:

Calcular las necesidades netas de los artículos (productos terminados, materias primas, productos en proceso), da como resultado la cantidad de materia prima que se necesitan para la fabricación de un número determinado de productos, e indica el momento en que es necesario disponer de ellos. Las materias primas son los componentes que será transformados en el proceso productivo, en tanto que los materiales corresponden a los insumos utilizados para el empaque y embalaje. (p.18)

Para mayor visualización, ver Figura 18.

**Figura 18 Planeación de requerimientos de materiales – MRP**



Nota: Luis Fernando Álvarez y Sandra Parada.

En la **Figura 18 Planeación de requerimientos de materiales – MRP**, se puede observar cómo se conforma un MRP, tomando en cuenta los puntos que considera que son: lista de materiales, cambio en el diseño de los artículos, muestreo de producción, registro de inventarios y movimiento de inventarios, para así tener una herramienta que proyecte a compras las señales correctas con base en los requerimientos y necesidad del cliente.

Álvarez y Parada (2020) mencionan:

En el MRP se debe precisar los datos de entrada, los cuales contienen el plan maestro inicial de la lista de materiales y el registro de inventarios. Con estos datos de entrada, el sistema planifica los requerimientos de materiales y nos da como resultado el plan maestro de producción y el programa de compras recomendados. Es decir, el sistema de información sugiere cantidades para activar los procesos de compras o adquisiciones de acuerdo con las demandas de producción, con lo cual se aseguran los materiales adecuados para garantizar un buen manejo de los inventarios necesarios para el proceso productivo. (p.18)

A continuación, en la Figura 19 **Ejemplo de estructura de planificación de requerimientos de materiales**, se detallan:

**Figura 19 Ejemplo de estructura de planificación de requerimientos de materiales**

Producto	Semana										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	Necesidades brutas										100
	Entradas programadas										
	Saldo disponible proyectado	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0
	Necesidades netas										60
	Entradas de pedidos planeados										60
	Expedición de pedidos planeados									60	
A	Necesidades brutas										120
	Entradas programadas										
	Saldo disponible proyectado	60	60	60	60	60	60	60	0	0	0
	Necesidades netas										60
	Entradas de pedidos planeados										60
	Expedición de pedidos planeados					60					
B	Necesidades brutas										60
	Entradas programadas										
	Saldo disponible proyectado	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0
	Necesidades netas										40
	Entradas de pedidos planeados										40
	Expedición de pedidos planeados									40	

Nota: Luis Fernando Álvarez y Sandra Parada.

En el ejemplo de estructura de un MRP, se puede visualizar de acuerdo con semanas, necesidades, entradas y salidas de material, cómo se puede ir colocando órdenes de compra para abastecer producción y las necesidades del cliente. La misma herramienta muestra la expedición de pedidos planeados, las necesidades brutas y netas, las entradas programadas y el saldo disponible proyectado, esto para que se pueda contemplar el plan de producción y monitorear el inventario de una forma más sencilla y práctica para los compradores.

Los requerimientos básicos para la creación de un MRP, según los autores Miño, Saumell, Toledo, Roldan y Moreno (2015), son los siguientes:

- Programa maestro de producción (Máster production schedule MPS). Es el documento que refleja para cada artículo final, las unidades comprometidas, así como los períodos de tiempo para los cuales han de tenerse terminados. Usualmente los períodos se corresponden con los períodos calendarios (mes, semana días) con un horizonte temporal que debe ser lo suficientemente amplio como para que abarque al menos todos los pasos de fabricación o la duración del ciclo tecnológico.

- Lista de materiales (Bill of materials (BOM)). Es necesario conocer para cada artículo su estructura de fabricación, en donde quedan reflejados los diferentes elementos que lo componen, así como el número necesario de cada uno de esos elementos para fabricar una unidad de este artículo, obtenida de los documentos del diseño del producto, del análisis del flujo de trabajo y de otra documentación estándar de manufactura y de ingeniería, la que debe ser continuamente actualizada para que refleje la estructura del producto, sus normas e índices de consumo, los cuales deben de corresponderse con los datos presentes en las fichas de costo.
- Fichero de registro de inventarios (Stocks). Si se dispone en almacén de unidades suficiente de alguno de los componentes necesarios, no tendría sentido volver a pedirlos o fabricarlos. Por ello es necesario conocer de cada componente y artículo su nivel actual de existencias en almacén, inventarios de producciones en proceso y terminada, así como los pedidos ya realizados pendientes de recibir, la política de pedido para cada uno (stock de seguridad, tipo de lote), y el lead time determinado. (pp.252-253)

### **Parámetro stock de seguridad**

Los autores Álvarez y Parada (2020) explican que: “el inventario de seguridad se define como una provisión de existencias con el fin de absorber las desviaciones o variabilidad que pueden tener en el tiempo de entrega y en la demanda” (p.27).

Algunos ejemplos son los siguientes:

- El proveedor tarda más tiempo de lo usual en reabastecer el producto, es decir, aumenta su *lead time* de entrega.
- Se presenta un consumo inesperado de la demanda que hace que sea necesario consumir parte del inventario de seguridad. (p.27)

Por su parte, la autora Cruz (2017) menciona que:

La demanda del consumidor sobre el producto de la empresa no siempre es fácil de calcular y, en ocasiones, es muy inestable. Para poder cubrir estos desajustes y fluctuaciones de la demanda del producto, la empresa puede contar en el inventario con el stock de seguridad, cubriendo el mínimo de la mercancía necesaria para que se rompa el stock y la empresa se quede sin mercancía. (p. 118)

La fórmula para el cálculo del *stock* de seguridad es la siguiente:

**Figura 20 Stock de seguridad**

$$SS = (Pme - Pe) \times Dm$$

Nota: Antonia Cruz

En la **Figura 20 Stock de seguridad**, se observa la fórmula para calcular el *stock* de seguridad, donde SS significa *stock* de seguridad, Pme significa el *stock* máximo de entrega de parte de los proveedores, Pe el plazo de entrega en el que normalmente entregan los proveedores los productos y Dm que es la demanda media.

Dicha fórmula permite calcular el inventario de seguridad de cada uno de sus materiales de acuerdo con el periodo de producción de los suplidores. Esta fórmula brinda información necesaria para así contemplar cuánto inventario se necesita tener almacenado en caso de que suceda una eventualidad, ya sea un atraso del suplidor, un tema de calidad, sobreproducción, entre otros.

**KPIS – Indicadores de Inventarios**

De acuerdo con Pardo (2017), un KPI:

Responde al acrónimo *Key Performance Indicators* (Indicadores clave del desempeño). Son elementos de medida utilizados para determinar el grado de cumplimiento de los aspectos principales del desempeño de la entidad. Estos indicadores son específicos para cada organización y son utilizados por la dirección para analizar el estado actual del negocio y tomar decisiones oportunas. En muchos casos, se utilizan para medir el progreso hacia objetivos organizacionales relacionados con la estrategia de la entidad. (p.141)

Siguiendo con el mismo autor, deben estar presentes indicadores relacionados con lo siguiente:

- Niveles de consecución de la estrategia organizacional (surgida del proceso de planificación estratégica, si este proceso gerencial se realiza)
- Indicadores de resultado de los procesos más críticos del negocio.
- Indicadores del cliente (calidad percibida y calidad objetiva)
- Indicadores financieros. (p.141)

Para mayor visualización sobre cómo sería un indicador, ver Figura 21 **Ejemplo de KPIS:**

**Figura 21 Ejemplo de KPIS**

Proceso: preparación y distribución de pedidos	
Requisitos válidos	Indicadores
Entrega en menos de 48 horas desde la petición	Porcentaje de pedidos servidos en menos de 48 horas
Entrega sin roturas ni desperfectos	N.º de reclamaciones por rotura o desperfecto de la mercancía
Eficiencia en el empleo de recursos	Coste medio de entrega por pedido

Nota: Manuel Pardo.

En la **Figura 21 Ejemplo de KPIS**, se pueden observar ejemplos de indicadores de acuerdo con el área que se quiere orientar, cliente, resultados, financieros, calidad, entre otros. Y así medirlos durante el tiempo y garantizar que se cumplan.

El autor anterior explica que:

#### **Plan de control de indicadores.**

De acuerdo con el autor mencionado anteriormente, un KPI necesita un plan de control para medir e interpretar adecuadamente cada uno de los indicadores mencionados. La fórmula del cálculo es muy importante, pues define como relacionar los datos para computo del indicador y para su interpretación. También podemos explicitar información relacionada con unidades de medida, fuentes datos responsable, entre otros. (p.146)

El mismo autor menciona que toda la información se puede tomar de:

- Ficha de proceso: Si se dispone de fichas de proceso, en cada ficha se puede recoger la información para definir y medir los indicadores asociados al proceso.
- Ficha del indicador: es una ficha específica para cada indicador en donde se recoge toda la información para definir y medir un indicador.
- Plan de control: es una tabla que aglutina la información para la definición y la medición de todos los indicadores existentes, determinando las pautas para la implementación del sistema de indicadores que hayamos diseñado. Tiene la ventaja, frente a las fichas de

indicador, de que se trata de un único documento, mientras que las fichas serán tantas como indicadores tengamos. (p.147)

En esta investigación, se abordan diferentes indicadores para inventarios, los cuales se tomarán en cuenta para medir el cumplimiento de la propuesta del trabajo:

### **Índice de cobertura**

De acuerdo con Álvarez y Parada (2020), el índice de cobertura indica: “cuánto tiempo se dispone de existencias con arreglo al consumo medio registrado” (p.60).

En la Figura 22 **Fórmula índice de cobertura**, se puede ver cómo se calcula el índice de cobertura:

#### **Figura 22 Fórmula índice de cobertura**

$$\text{índice de cobertura} = \frac{\text{Promedio de existencias}}{\text{Consumo medio}}$$

Nota: Fuente Luis Fernando Álvarez Parada y Sandra Parada.

Continuando con los autores: “este indicador permite establecer los niveles de stock máximos y mínimos, para lograr que se mantenga el mínimo capital en inventario y evitar ruptura” (p.60).

Dicha fórmula ayuda a mantener el inventario óptimo para poder producir sin quedarse sin cobertura por temas de materiales, brindándole visibilidad a las personas encargadas del área de producción.

### **Índice de rotación de inventario**

De acuerdo con Chu Rubio (2016): “Esta ratio ayuda a medir la eficiencia de una empresa para administrar sus activos. Dicha razón se calcula dividiendo el costo de ventas o servicios vendidos entre los inventarios” (p. 80).

#### **Figura 23 Fórmula de índice de rotación de inventario**

$$\text{Índice de rotación de inventario} = \frac{\text{Promedio de existencias}}{\text{Consumo medio}}$$

Nota: Manuel Chu Rubio.

En la Figura 23 **Fórmula de índice de rotación de inventario**, se puede observar cómo sería el cálculo del índice de rotación de los inventarios, para así determinar cuáles productos son los que poseen mayor o menor rotación y así tomar decisiones de acuerdo con la información obtenida.

### **Días promedio de inventarios**

De acuerdo con Chu Rubio (2016), la fórmula para calcular el promedio de días de inventarios es la siguiente:

#### **Figura 24 Días promedio de inventarios**

$$\text{Días promedio de inventarios} = \frac{\text{Inventario}}{\text{Costo de material}/360}$$

Nota: Manuel Chu Rubio.

Según la **Figura 24 Días promedio de inventarios**, se muestra un indicador de días promedio de inventario, esta fórmula funciona para conocer cuánto equivale el material que se tiene en inventario.

### **Herramientas para el control de la implementación de la propuesta**

A continuación, se explican las herramientas para el control de la implementación de la propuesta, a fin de poder mantenerla durante el tiempo y darle seguimiento periódicamente. Dichas herramientas van a tomar en cuenta los puntos importantes encontrados en el capítulo del análisis de la situación, para así brindar un plan que mitigue riesgos y desperdicios, así como generar beneficios y ganancias a los proyectos.

### **Ciclos de Capacidad – Previsión de demanda y plan de ventas**

De acuerdo con la autora Cruz (2018):

La previsión de la demanda está sujeta en las previsiones a realizar el comportamiento real y futuro de la demanda de un producto, mientras que un plan de ventas está basado en decisiones y estrategias que la empresa va a desarrollar para conseguir su objetivo de ventas. (p.56)

Algunas de las variables son las siguientes:

1. Demanda y mercado
2. Producción
3. Producto o servicio
4. Equipo de venta. (p.60)

A continuación, la autora detalla cada una de ellas:

- Análisis del mercado y de la demanda: Hay que tener una idea clara del mercado en el que se vende el producto de la empresa, conociendo tanto la competencia como las necesidades del cliente que forman parte del mercado analizado
- Análisis del proceso de producción: Conocer el proceso de fabricación del producto, costes, tiempo de producción y, sobre todo, tiempo de reacción para tener capacidad de reaccionar ante un cambio en la demanda del producto.
- Análisis del producto o servicio: En este punto se analiza la fortaleza, oportunidad, debilidad y amenaza que presenta el producto dentro del mercado en relación con los productos de la competencia.
- Análisis del equipo de venta: Analizar el personal dedicado al proceso de venta, sus cualidades, habilidades y conocimientos del producto y del mercado. (p.59)

### **Metodología 5s**

Los autores Miranda, Chamorro y Rubio (2016) detallan que:

El modelo de las 5s es una técnica usada para establecer y mantener un entorno de calidad en la organización. Pretende formar a los trabajadores, cambiar su forma de pensar, provocando una revolución cultural en el mundo de la empresa. Su objetivo es mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. (p.125)

Los mismos autores explican el significado de cada una de las cinco palabras japonesas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, su significado se detalla, a continuación:

- Organización (Seiri): En este concepto se recogen varios principios para la mejora de la calidad. Uno de ellos se refiere a la eliminación de todo aquello que se suponga una pérdida de tiempo, una duplicidad de tareas o un desperdicio de recursos, en definitiva, la supresión de aquellos elementos inútiles para cada puesto de trabajo.
- Orden (Seiton): Es importante mantener ordenado el puesto de trabajo, ya que esto aumentará la eficiencia de los miembros de la organización al realizar sus tareas. El orden permite un fácil y rápido acceso a las cosas necesarias en cualquier momento y a cualquier persona, con lo que consigue realizar el trabajo en menor tiempo. De esta forma, con lo que se consigue para realizar el trabajo en menor tiempo. De esta forma se consigue *“un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”*

- Limpieza (Seiso): Según este sencillo, pero práctico principio, la limpieza debe ser tarea de todos los miembros de la organización, desde el alto directivo al personal de limpieza. Cada uno se ha de responsabilizar de un área concreta, ya sea de la oficina o de la fábrica. Los japoneses creen que cuanto más limpio está el entorno de trabajo, mayor claridad de pensamiento tienen los miembros de la organización. La idea es emplear un enfoque preventivo: *no se trata de limpiar, sino de evitar que se ensucie*.
- Control visual (Seiketsu): Consiste en distinguir fácilmente, una situación normal de otra anormal, utilizando una norma visible para todos a través de dispositivos y soportes visuales (contadores o marcas que denotan la ausencia de una herramienta o el agotamiento de un material)
- Disciplina y hábito (Shitsuke): El énfasis de este principio es el de crear un lugar de trabajo en el que se cumplan las normas, que han sido acordadas por todos con carácter previo. Dichas reglas deben ser aprendidas por el trabajador y aplicadas de forma continua. El hábito se crea mediante la actuación repetida siguiendo las normas. La práctica constante refuerza los hábitos correctos.

Si no hay disciplina y no se adquieren los hábitos correctos, por no seguir las normas y procedimientos diseñados en cada fase, todo el trabajo y esfuerzo personal realizado durante la implementación de las cuatro primeras S no tendrá ninguna utilidad. (pp.125-126)

Seguidamente, se muestra una figura que permite visualizar cada una de las 5S:

**Figura 25 Metodología 5S**



Nota: Google Imágenes.

En la Figura 25 **Metodología 5S**, se puede detallar que la misma contiene toda la información de cada una de las 5s, dicha información va en un orden definido para darle el seguimiento correspondiente y así las personas hagan conciencia de la importancia de realizar este proceso en sus labores diarias. Por lo que implementar 5s trae muchos beneficios ya mencionados anteriormente, además, crear conciencia a los colaboradores ayuda a que las mejoras se vean reflejadas.

Siguiendo con los autores, para aplicar este modelo son necesarios dos requisitos básicos:

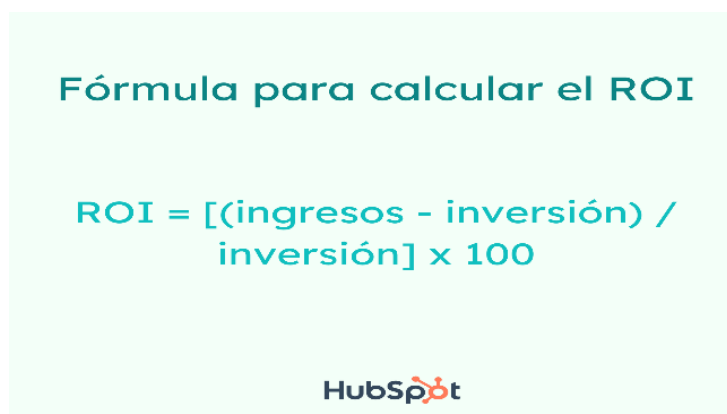
1. Que exista un compromiso por parte de la alta dirección, así como el resto de los trabajadores.
2. Contar con un líder, un impulsor de las 5s, que lleve toda la organización a la implementación del modelo de forma gradual. (p.126)

### **Tasa de retorno de inversión (ROI)**

Los autores Tamayo Traba y Soria (2018) consideran que: “la fórmula básica del ROI en donde el resultado, si fuera positivo, indica una ganancia financiera, si fuera negativo, una pérdida financiera y, si fuera cero, una inversión equilibrada”.

La fórmula es la siguiente mostrada en la figura 26.:

**Figura 26 Fórmula del ROI**



Fórmula para calcular el ROI

$$\text{ROI} = \left[ \frac{\text{ingresos} - \text{inversión}}{\text{inversión}} \right] \times 100$$

HubSpot

Nota: Google Imágenes.

De acuerdo con la Figura 26 **Fórmula del ROI**, se puede observar la fórmula del ROI, la cual necesita los ingresos ya sean mensuales o anuales y la inversión, igualmente mensual o anual, y multiplicarlo x 100 para obtener el dato en porcentaje. Esta fórmula ayuda a determinar si el

implementar una propuesta o proyecto es rentable o no y si se espera tener un retorno de la inversión.

### **Análisis financiero (VAN, TIR, periodo de recuperación)**

#### **Valor actual Neto (VAN)**

De acuerdo con Chu Rubio (2016):

Es un método utilizado para evaluar alternativas de inversión de capital mediante la obtención del valor actual de los flujos de caja futuros que se estima que generará el proyecto, descontando a un costo de oportunidad o tasa de rendimiento requerida. El VAN se basa en las técnicas del flujo de caja descontado, que a su vez se sustenta en el concepto del valor del dinero a través del tiempo (VAN y TIR). (p.223)

Ver Figura 27 Fórmula de VAN para su cálculo:

#### **Figura 27 Fórmula de VAN**

$$VAN = \text{Valor actual de los flujos} - \text{inversión inicial}$$

Nota: Manuel Chu Rubio.

Según la Figura 27 **Fórmula de VAN**, se puede observar cómo es el cálculo de VAN (Valor Actual Neto) que permite determinar si es o no rentable una inversión, la misma cuenta el valor actual de los flujos de caja menos la inversión inicial de la propuesta o del proyecto.

El mismo autor menciona más conceptos como los siguientes:

#### **Tasa interna de retorno (TIR)**

“Es una medida de rentabilidad que depende únicamente de la duración de los flujos de tesorería del proyecto. El TIR hace que el VAN sea igual a 0” (p.229).

Ver **Figura 28 Fórmula de TIR** para su cálculo:

#### **Figura 28 Fórmula de TIR**

$$VAN = -I_0 + \frac{f_1}{(1 + TIR)^1} + \frac{f_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{f_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Nota: Manuel Chu Rubio.

Este criterio proporciona una media de la rentabilidad de la inversión en valor relativo actual. Es, por tanto, un método de valoración de inversiones. También es un método de decisión que nos permite saber si interesa realizar una inversión o no. (p.229)

### **Plazo de recuperación (pay back)**

Se determina contando el número de años que han de transcurrir para que la acumulación del flujo de caja previsto iguale a la inversión. Cuando los flujos de caja netos son variables, el pay back se determinará acumulando los flujos de caja hasta que la suma se igual al desembolso inicial. Así el número de años transcurridos será el plazo de recuperación, y en el supuesto de que el número de años no sea exacto, procederemos a aproximar todo lo posible. Aquí las inversiones que gozan de preferencia son aquellas cuyo plazo de recuperación esperado es el más corto. (p.227)

Ver **Figura 29 Fórmula de periodo de recuperación** para su cálculo:

### **Figura 29 Fórmula de periodo de recuperación**

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Flujo de efectivo por periodo}}$$

Nota: Manuel Chu Rubio.

### **Ciclo PHVA**

De acuerdo con los autores Miranda, Chamorro y Rubio (2016), Deming establece que: “para mejorar la calidad se tiene que utilizar el Ciclo PDCA o ciclo de Deming. Dicho ciclo propone seguir las siguientes fases en la solución de cualquier problema” (p.43).

- Planificar (Plan): Significa individualizar el problema, recoger datos, estudiar las relaciones causa-efecto y ver las hipótesis de solución.
- Realizar (Do): Consiste en llevar a cabo lo establecido en el plan
- Controlar: (Check): Compara el plan inicial con los resultados obtenidos.
- Actuar: (Act): Actuar para corregir los problemas encontrados, prever posibles problemas futuros y establecer las condiciones que permitan mantener el proceso de forma estable e iniciar un nuevo proceso de mejora. (p.44)

A continuación, se muestra un ejemplo del ciclo de Deming o ciclo PHVA:

**Figura 30 Ejemplo del Ciclo PHVA**



Nota: Álvarez y Parada.

En la **Figura 30 Ejemplo del Ciclo PHVA**, se puede observar cómo se representa el ciclo de Deming, de acuerdo con los autores Miranda, Chamorro y Rubio (2016): “una vez finalizado el ciclo, este volverá a repetirse nuevamente partiendo del conocimiento acumulado en el ciclo anterior, lo que supone un modelo de la mejora continua que difiere por completo del sistema tradicional de gestión” (p.44).

Dicho ciclo funciona para la implementación de un proyecto, realizando acciones preventivas y correctivas para el funcionamiento de este. Dicho ciclo permite verificar los resultados de cada una de las tareas y ejecutarlas correctamente.

### **Diagrama de GANTT**

El GANTT abarca:

Las acciones principales de un plan de acción y le permite observarlo a través del tiempo. Su objetivo es hacer visible durante el tiempo, permitiendo que las personas encargadas pueden apoyarse visualmente y así ver aquellas que son cruciales o tienen numerosas acciones. (Gillet, 2015, pp. 46-47)

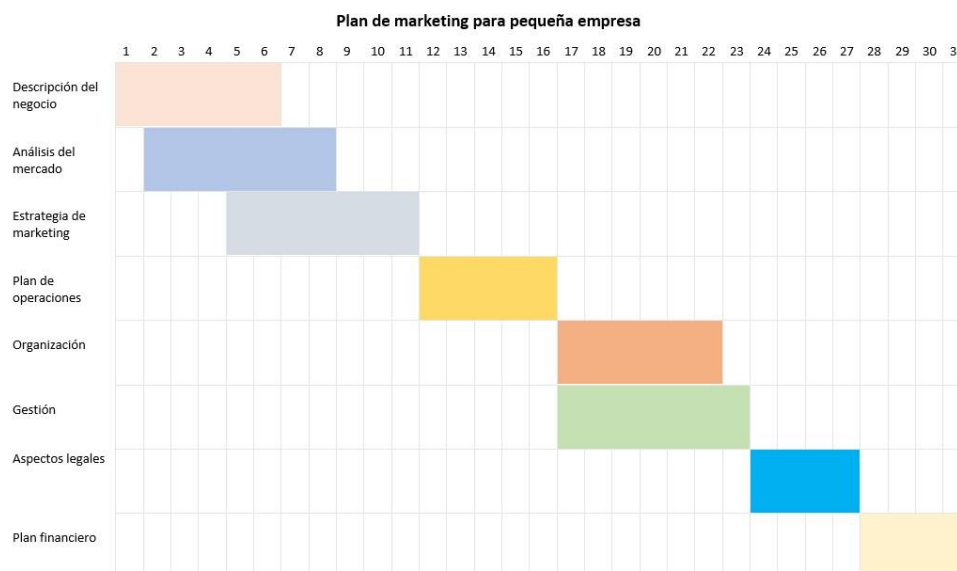
De acuerdo con el autor Gillet (2015), las etapas para utilizar un GANTT son las siguientes:

- Retomar las acciones modulares del plan de acción y elaborar un diagrama GANTT informando las acciones en la columna izquierda y, en la derecha, su duración, cuya estimación se realiza con los responsables de la acción, por supuesto.
- Identificar si ciertas acciones se relacionan entre sí. Por ejemplo, no se podrá iniciar el autocontrol hasta que se haya sensibilizado al personal de producción.
- Hacer que el comité de dirección valide la planificación, y oficializarlo como referencia del plan de acción. (p.47)

Además, “la elaboración de la planificación de un GANTT ayuda a visualizar posibles sobrecargas de trabajo en determinados periodos, también visualiza la elección del comienzo de actividades y su finalización para alinear tareas en los periodos determinados” (Gillet, 2015, p.47).

Seguidamente, se muestra una figura sobre cómo se visualiza un GANTT:

**Figura 31 Ejemplo de Diagrama GANTT**



Nota: Google Imágenes.

En la Figura 31 **Ejemplo de Diagrama GANTT**, se puede observar un ejemplo de un diagrama GANTT, en el cual se divide por tareas o entregables, las mismas son separadas por semanas y los colores muestran cuánta es la durabilidad de cada una de ellas. El GANTT permite darle

seguimiento a los proyectos o implementaciones, asignando responsables y tiempos, al tener este diagrama, se puede mostrar con mayor facilidad a los diferentes foros con las personas del equipo.

### CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo, se describe la metodología de la investigación para analizar el problema y brindar solución a los objetivos. Se presenta un conjunto de pasos y conceptos para el análisis de este, por lo que se define su enfoque, alcance, diseño y diferentes conjuntos de variables e instrumentos para la recolección de datos. Además, se determinan los instrumentos, su unidad de muestreo y el método de recolección de datos para el desarrollo de los siguientes capítulos. Por lo cual, este capítulo es la base para recolectar toda la información necesaria y así poder desarrollarla a lo largo de la investigación.

#### Enfoque

El enfoque de la investigación se divide en tres tipos diferentes, los cuales se describen, a continuación:

##### **Cuantitativo**

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo: “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (p.4).

Los mismos autores menciona que: “Los análisis cuantitativos se interpretan a la luz de las predicciones iniciales (hipótesis) y de estudios previos (teoría)” (p.5).

##### **Cualitativo**

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), el enfoque cualitativo: “utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (p.7).

El mismo autor menciona que:

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. (p.7)

## **Mixto**

Hernández-Sampieri y Mendoza (2008), citados por Hernández, Fernández y Baptista (2014), describen que el enfoque mixto representa:

Un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (p.534)

Para este proyecto, se desarrolla un enfoque cuantitativo, ya que se debe realizar un análisis de los sistemas de gestión de inventarios dentro de la organización, que está conformada por datos cuantitativos como *stock* de seguridad, valor de inventario, ruptura de *stock*, entre otros. En relación con lo anterior, la propuesta de un sistema y control de inventarios debe estar enfocada hacia el establecimiento de medidas que generen un impacto en la rentabilidad de la empresa y puedan ser medibles durante el tiempo para su seguimiento y control, por lo cual se desarrolla objetivamente con una estructura secuencial.

## **Alcance**

A continuación, se exponen los cuatro tipos de alcance que se pueden aplicar en el proyecto:

### **Exploratorio**

De acuerdo con los autores Hernández, Fernández, y Baptista (2014), el objetivo del alcance exploratorio es:

Examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. (p.91)

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, indagar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados. (p.91)

## **Descriptivo**

Hernández, Fernández, y Baptista (2014) explican que los estudios descriptivos buscan:

Especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (p.92)

En esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (qué conceptos, variables, componentes, etc.) y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos). (pp.92)

## **Correlacional**

A continuación, los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que:

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables. (p.93)

La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen en las variables relacionadas. (p.94)

## **Explicativo**

En cuanto a este enfoque, los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) explican que el alcance explicativo va dirigido a:

Responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (p.95)

En este proyecto, el alcance desarrollado es el explicativo. El propósito es analizar y explicar el por qué ocurre el problema en la investigación y cuáles son las causas y consecuencias de este, con el fin de encontrar las variables relacionadas al desarrollo y solución de los objetivos.

### **Diseño**

El enfoque de la investigación se divide en dos tipos diferentes de diseño (experimental y no experimental), los cuales se subdividen en otros dos tipos de diseños no experimentales mencionados, a continuación:

#### **Experimental**

Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que: “los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (p.130).

El mismo autor menciona los tres requisitos para un diseño experimental:

- El primer requisito es la manipulación intencional de una o más variables independientes. La variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente, y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente (consecuente). Cabe destacar que el investigador puede incluir en su estudio dos o más variables independientes o dependientes. Cuando en realidad existe una relación causal entre una variable independiente y una dependiente, al variar intencionalmente la primera, la segunda también variará; por ejemplo, si la motivación es causa de la productividad, al variar la motivación deberá variar la productividad.
- El segundo requisito consiste en medir el efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente. Esto es igualmente importante y como en la variable dependiente se observa el efecto, la medición debe ser adecuada, válida y confiable.
- El tercer requisito es el control o la validez interna de la situación experimental. El término “control” tiene diversas connotaciones. Sin embargo, su acepción más común es que, si en el experimento se observa que una o más variables independientes hacen variar a las dependientes, la variación de estas últimas se debe a la manipulación de las primeras y no a otros factores o causas; y si se observa que una o más independientes no tienen un efecto sobre las dependientes, se puede estar seguro de ello. Es decir, saber qué está ocurriendo realmente con la relación entre las variables independientes y las dependientes. (pp.130 -135)

#### **No experimental**

En cuanto a este, los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) exponen que un diseño experimental:

No se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. (p.152)

El diseño no experimental se divide en dos tipos que se definen, a continuación:

### **Transaccional**

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen el diseño transaccional como:

Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único Liu (2008) y Tucker (2004) citado por Hernández, Fernández, y Baptista (2014). Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede. Por ejemplo: 1. Medir las percepciones y actitudes de mujeres jóvenes (18-25 años) que fueron abusadas sexual mente en el último mes en una urbe latinoamericana. 2. Evaluar el estado de los edificios de un barrio o una colonia, después de un terremoto. 3. Analizar el efecto que sobre la estabilidad emocional de un grupo de personas provocó en lo inmediato un acto terrorista (como el atentado del maratón de Boston en abril de 2013). 4. El estudio de Lee y Guerin (2009) citado por Hernández, Fernández, y Baptista (2014) para identificar si la satisfacción respecto a la calidad del diseño ambiental del interior de áreas de trabajo u oficinas afecta significativamente la satisfacción general del espacio de trabajo por parte de sus ocupantes y su desempeño laboral, en un momento específico. (p.154)

### **Longitudinal**

Los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014) explican que los diseños longitudinales: “recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos generalmente se especifican de antemano” (p.139).

Los diseños longitudinales se fundamentan en hipótesis de diferencia de grupos, correlacionales y causales. Estos diseños recolectan datos sobre categorías, sucesos, comunidades, contextos, variables o sus relaciones, en dos o más momentos, para evaluar el cambio en éstas. Ya sea al tomar a una población (diseños de tendencia), a una subpoblación (diseños de análisis evolutivo de un grupo o cohorte) o a los mismos casos o participantes (diseños panel). (p.162)

La investigación está fundamentada en el diseño no experimental de tipo transaccional, ya que el objetivo es estudiar y analizar variables sin alternarlas y en un momento y tiempo único. En la parte de la gestión de los inventarios, se debe observar su desarrollo diario para determinar los pasos del procedimiento y ejecutar sus correcciones.

### Variables

Las diferentes variables que se han tomado para el desarrollo del proyecto son consideradas para proponer un sistema de control de inventarios en nuevos productos, por lo que se determina su variable en referencia a los objetivos específicos; también los conceptos, operacional e instrumental para cada una de ellas.

A continuación, en la Tabla 1 se mencionan las variables:

**Tabla 1 Variable**

Objetivos específicos	Variables	Conceptual	Operacional	Instrumental
Describir la variabilidad de los niveles de inventario de la empresa	<i>Backorder</i>	Es cuando un cliente demanda un producto que no está en <i>stock</i> , aunque esta demanda no se puede satisfacer de manera inmediata, la empresa vende este producto a la vez que lo solicita a su proveedor o mayorista	Porcentaje tasa de <i>backorder</i> : (Número de pedidos pendientes – número de pedidos totales) x 100	Registro de dispositivos pendientes de entregar al centro de distribución.

		(Irigaray, 31 enero 2022).		
Medir las consecuencias de la variabilidad del inventario de la empresa.	Ruptura de <i>stock</i>	La ruptura de <i>stock</i> ocurre cuando un producto específico no está disponible para la venta a pesar de la demanda existente (Across Logistics, 2024).	Índice de rotura de <i>stock</i> : (Número de fallos de <i>stock</i> - Demanda total durante el período) * 100	Reportes de fallos de <i>stocks</i> en producción
Analizar las causas que originan la variabilidad de inventario en el proceso de compras.	Rotación de inventario	Esto determina la frecuencia de las actualizaciones del inventario, verifica la correcta gestión del suministro y proporciona información valiosa a los departamentos de ventas y comercio, por lo tanto, la frecuencia de los cálculos dependerá de la etapa del producto y del mercado (Flamarique, 2018).	Número de veces de rotación: Costo de inventario vendido / inventario promedio	Registro de inventario

Definir un sistema de control de inventarios para los proyectos de nuevos productos de la empresa	Entregables	En gestión de proyecto, producto, informe o documento que muestra que una tarea o fase de esta, se ha completado (Real Academia Española, 2014).	Porcentaje de entregables: (Número de avances finalizados / Número total de avances) * 100	Informe de entregables
Establecer los indicadores de control para la implementación de la propuesta.	Indicadores de control para la propuesta	Los indicadores de inventarios permiten evaluar qué tan bien se administra el inventario, comprende el rendimiento del negocio y brindan información valiosa para realizar mejoras (SimpleRoute, 2023).	Porcentaje de control de inventario: (Total de indicadores implementados / Total de indicadores propuestos) * 100	Tabla de indicadores de control para la propuesta

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 1 **Variable**, se pueden observar las cinco variables escogidas para desarrollar el proyecto, con el fin de obtener resultados que brinden un mejor panorama y determinar qué puntos se deben desarrollar y profundizar.

### Muestra

Para el enfoque de la muestra planteada de la investigación, se hace referencia a los indicadores establecidos en la operación de acuerdo con cada objetivo, porque este apartado detalla qué tipo de muestra se va a utilizar, su unidad de muestreo y su fórmula para la ejecución del proyecto.

En la Tabla 2, se detalla la información de la muestra:

Tabla 2 Muestra

Indicador	Tipo de Muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
Porcentaje tasa de backorder	Poblacional	Productos	Registros de los datos durante 8 semanas
Porcentaje de ruptura de stock	Poblacional	Productos	Registro de fallos de <i>stock</i> durante 8 semanas por temas de abastecimiento de materiales
Porcentaje de rotación de inventario	Poblacional	Producto Terminado Materia Prima	Registros de los datos durante 8 semanas
Porcentaje de entregables	Poblacional	Entregables	Registros de los datos durante 8 semanas
Porcentaje de control para la propuesta	Poblacional	Productos	Registro de los datos en los meses de agosto a octubre

Nota: Jimena Nieto.

En la Tabla 2 **Muestra**, se puede observar cuáles unidades de muestreo se van a tomar para la ejecución del trabajo y cuál es el periodo de recolección de datos para los registros de estos. En la misma, se define cuál es su tipo de muestra y cuál sería su fórmula, en este caso puntual, se toman datos durante 8 semanas para así almacenar todos los datos correspondientes.

### Instrumentos

Los instrumentos son todos aquellos utilizados para la recolección de datos relacionados a las variables que fueron presentadas anteriormente, por lo que la información debe venir de fuentes confiables de los departamentos con los que se trabaje, a fin de obtener el conocimiento necesario para la ejecución del proyecto.

A continuación, se muestra la Tabla 3:

**Tabla 3 Instrumentos**

<b>Indicador</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Recursos requeridos</b>
Porcentaje tasa de <i>backorder</i>	Hoja de recolección de datos	Herramienta Excel y Word
Porcentaje de ruptura de <i>stock</i>	Hoja de recolección de datos	Herramienta Excel y Word
Porcentaje de rotación de inventario	Hoja de recolección de datos Lista de chequeos	Herramienta de Excel Sistema SAP
Porcentaje de entregables	Hoja de recolección de datos Lista de chequeos	Herramienta de Excel
Porcentaje de control para la propuesta	Lista de chequeos Hoja de recolección de datos	Herramienta de Excel y Word

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 3 **Instrumentos**, se visualizan los instrumentos y herramientas utilizados para recolectar los datos que fueron determinados en los indicadores en relación con los objetivos específicos del proyecto.

En este caso, se utilizan instrumentos tales como listas de chequeos, en herramientas Excel y Word para mayor facilidad de las personas que las utilizan.

### **Recolección de datos**

Para la recolección de datos, se mencionan los métodos de recolección donde todo lo requerido para el análisis será recopilada para desarrollarla. Por otro lado, en una columna se encuentran los beneficios esperados según el indicador propuesto anteriormente, los cuales cuentan con una fuente en la cual cada información y dato será recopilado y, de esta manera, se muestra la información que se espera obtener.

En el siguiente apartado, se muestra la Tabla 4 **Recolección de datos**:

Tabla 4 Recolección de datos

Indicador	Fuente de Datos	Método de recolección de datos	Beneficios esperados
Porcentaje tasa de backorder	Registro de pedidos que no han sido entregados a tiempo al centro de distribución.	Generar un reporte de material terminado listo para exportar semanalmente durante 8 semanas. Transcribir los datos a la hoja de recolección de datos.	Determinar la cantidad de material terminado que no ha sido entregado a tiempo para establecer el porcentaje de <i>backorder</i> mensual.
Porcentaje de ruptura de stock	Reporte sobre fallos de <i>stock</i> en producción.	Solicitar semanalmente al personal encargado del área de producción registrar todos los fallos de <i>stock</i> . Identificar cuáles fallos de <i>stock</i> son por abastecimiento de materiales. Transcribir los datos a una hoja de recolección.	Determinar la cantidad de fallos de <i>stock</i> durante 8 semanas por abastecimiento de materiales.
Porcentaje de rotación de inventario	Registro de unidades terminadas por parte de producción. Registro de cantidad de material comprado por producto terminado.	Se genera un reporte sobre la cantidad de producto terminado mensual. Se solicita el costo por producto terminado en cada región dónde se exporte.	Determinar la cantidad y costo de producto terminado contra la cantidad y costo de materia prima comprada.
Porcentaje de entregables	Registro de entregables	Se genera un reporte con los avances finalizados y se revisan en la hoja de verificación.  Se genera un reporte con los entregables totales y se revisan en la hoja de verificación.	Determinar la cantidad de avances realizados correctamente y con trazabilidad durante el tiempo de la implementación.

Porcentaje de control para la propuesta	La información para el control se obtiene del sistema MRP que se creará, el cuál servirá de guía para la hoja de verificación.	El comprador debe colocar sus órdenes de compra para que queden registradas en la hoja de verificación. Recolectar los datos semanalmente Transcribir los datos a la hoja de recolección de datos.	Asegurarse que el proceso se esté llevando de acuerdo con el sistema MRP, con la demanda brindada y con usajes ligados al BOM de los componentes.
---	--	--	---

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 4 **Recolección de datos**, se puede observar cuáles son los métodos de recolección de datos y qué herramientas utilizar. También se expresan los beneficios esperados de utilizar esas herramientas con los diferentes indicadores.

### Método de análisis

Con el método de análisis se busca determinar con cuáles herramientas se enfoca la investigación y qué tipo de programas se utilizan. De esta manera, es posible conocer el uso de acuerdo con los indicadores planteados, así como proponer y crear la propuesta del proyecto.

Seguidamente, en la Tabla 5 **Método de análisis**, se puede observar el análisis por realizar en la investigación:

**Tabla 5 Método de análisis**

Indicador	Análisis a realizar	Programa	Uso
Porcentaje tasa de backorder	Determinar la cantidad de material disponible versus la demanda establecida. Realizar un gráfico lineal de los datos para determinar tendencias.	Excel	Establecer la ejecución de compras de acuerdo con los requerimientos de la demanda y los tiempos de entrega al centro de distribución.
Porcentaje de ruptura de stock	Determinar el porcentaje de fallos totales de <i>stock</i> en las 8 semanas. Determinar el flujo de comunicación cuando existe un fallo de <i>stock</i> por abastecimiento de materiales.	Excel	Determinar el porcentaje de fallos de <i>stock</i> por materiales e identificar las posibles causas para así crear un plan de acción con el fin de mitigar o disminuir el problema.

Porcentaje de rotación de inventario	Determinar el promedio de ventas y valor de inventario físico. Realizar un gráfico de barras entre el costo de materia prima y el costo de producto terminado para determinar ganancias.	Excel	Determinar si existen patrones o causas que generen variabilidad en el inventario, como excesos o escasez de materia prima de acuerdo con las ventas.
Porcentaje de entregables	Determinar los entregables a los que se desarrollará la propuesta del sistema de control y gestión de inventarios.	Excel	Determinar el porcentaje de cumplimiento de los entregables para la propuesta de control y gestión de inventarios.
Porcentaje de control para la propuesta	Determinar el porcentaje de control de acuerdo con los indicadores reales entre los potenciales Realizar métricas de control para los compradores y medirlo semanalmente.	Excel	Visualizar el control de la implementación de la propuesta planteada.

Nota: Jimena Nieto León.

Finalmente, en la Tabla 5 **Método de análisis**, se puede determinar qué tipo de análisis se desarrolla para cada uno de los indicadores propuestos, indicando los fines y los tipos de presentación. También contempla el tipo de programa que se utiliza como lo es Excel y el uso que se hará con la información recolectada.

### **Cronograma**

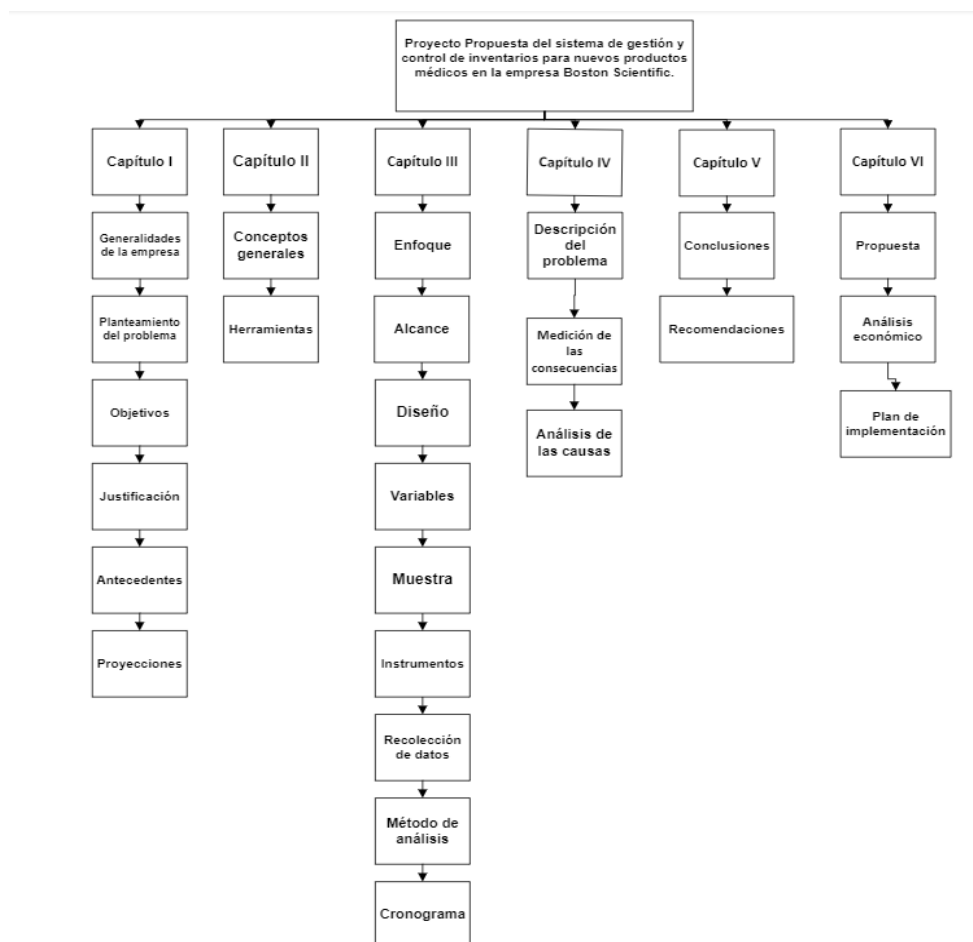
Esta herramienta se diseñó con el fin de desglosar los capítulos que conforman el proyecto; al desarrollar cada uno de los entregables en el tiempo establecido, hace que el trabajo se entregue a tiempo y con la información requerida. Esta herramienta puede tomar como base el diagrama de GANTT.

### **Estructura del Trabajo Final de Graduación**

El proyecto se fracciona en diferentes entregables que conforman los capítulos, por lo que su división ayuda a obtener los detalles y datos suficientes para completar el alcance y los objetivos del proyecto. El Trabajo final de Graduación cuenta con seis capítulos, que se desarrollan en un periodo de 27 semanas.

En la Figura 32 **Estructura del TFG**, se muestran las fases por desarrollar en la investigación:

**Figura 32 Estructura del TFG**



Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 32 **Estructura del TFG**, se puede observar en qué consisten los diferentes capítulos y cuáles son sus entregables. En el caso del capítulo 1 de Introducción, se incluyen los objetivos, el planteamiento del problema y las proyecciones; en el capítulo 2 del Marco teórico, se deben colocar todos los conceptos generales y las herramientas a desarrollar a lo largo de la investigación.

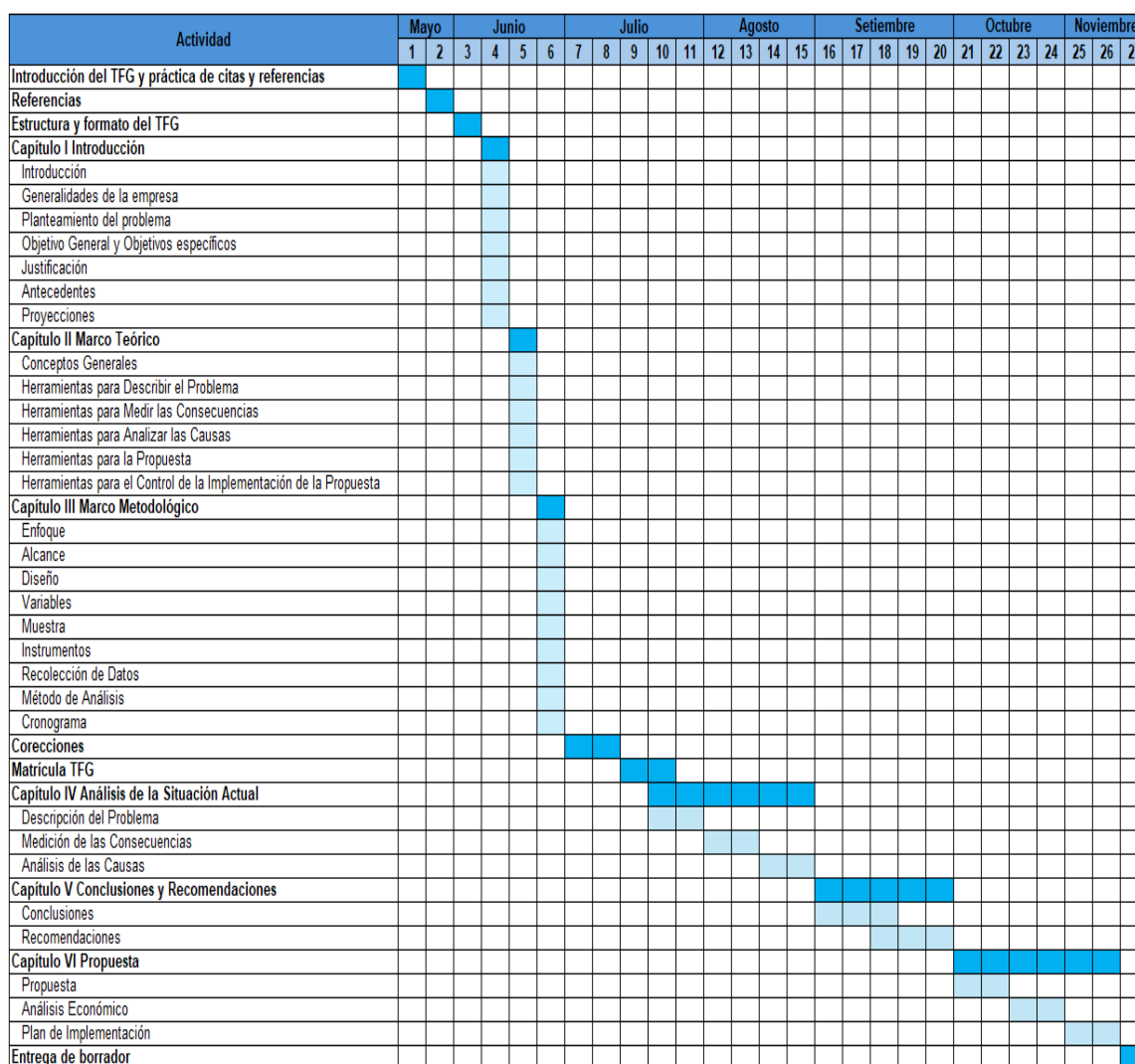
En el Marco metodológico del capítulo 3, se desarrolla todo el enfoque, variables, métodos de análisis y recolección de datos para alimentar los siguientes capítulos. Seguidamente, en el capítulo 4, se evidencia la situación actual de la empresa con sus causas y consecuencias para así brindar las conclusiones y las recomendaciones, las cuales se van a desarrollar en el último capítulo de la propuesta.

## Diagrama GANTT

A continuación, se puede encontrar un diagrama GANTT con el orden del desarrollo de la investigación, se inicia en semana uno del segundo cuatrimestre del 2024 y termina en la semana 10 del tercer cuatrimestre del 2024; tomando en cuenta las 27 semanas cómo máximo que se necesitan para realizar el Trabajo Final de Graduación.

En la Figura 33 **Diagrama de Gantt**, se describe específicamente las semanas y las actividades por realizar.

**Figura 33 Diagrama de Gantt**



Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Figura 33 **Diagrama de Gantt**, se puede visualizar cuál sería la línea de tiempo de cada una de las etapas, desde el inicio del taller de graduación que contempla ocho semanas

hasta el desarrollo del seminario, el cual empieza en semana 10 y termina en semana 10 del siguiente cuatrimestre. La línea dependerá de cada persona y su ritmo de trabajo, pero como mínimo se debe entregar en la semana 27 después de haber empezado.

## CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo, se presenta la descripción del problema, el cual consiste en que la empresa está teniendo variabilidad en sus inventarios, ya que quedan con excesos o con faltantes, lo que causa que la línea no pueda correr correctamente o se tengan gastos que afectan al centro de costos del proyecto. Además, se miden las consecuencias y el análisis de las causas del mismo, lo que permite comprender la situación actual en Boston Scientific mediante un análisis de datos e información recolectada y brindada por la empresa.

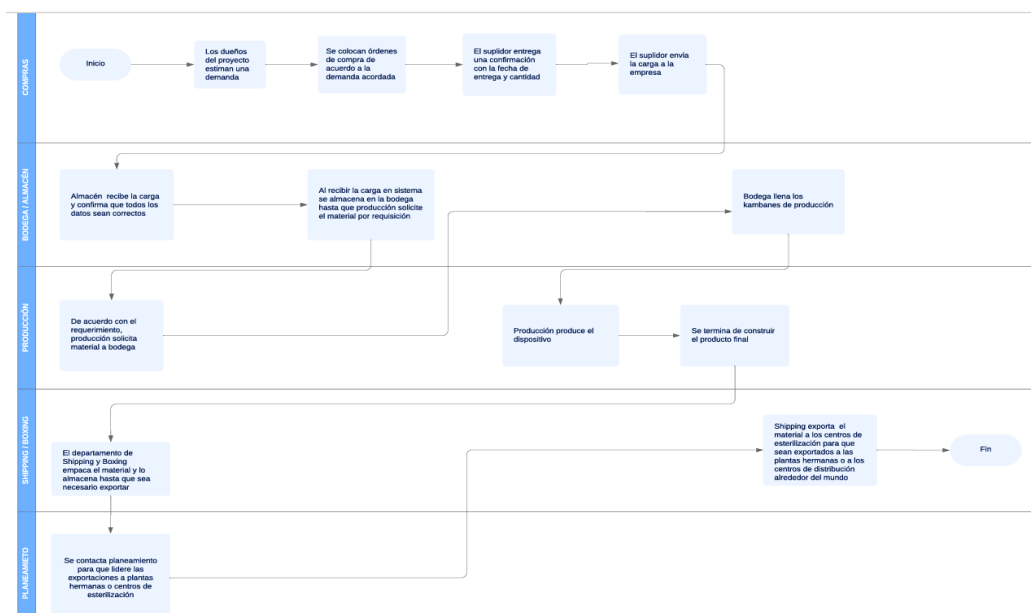
### Descripción del problema

A continuación, se muestran datos e información obtenida mediante la aplicación de diferentes herramientas mencionadas en el marco teórico, para describir el problema de la variabilidad de los inventarios y excesos de estos.

### Diagrama de flujo

En la siguiente figura, se muestra la identificación de los procesos que se llevan a cabo en la actualidad para el manejo de los inventarios en los proyectos de nuevos productos; desde el momento en el que se coloca la orden de compra, se construye el dispositivo, se almacena y se exporta, por lo que, en el siguiente diagrama de flujo, se puede observar cómo las áreas están entrelazadas y cómo se trabaja en conjunto.

**Figura 34 Diagrama de flujo del proceso del sistema de gestión de inventarios actual**



Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Figura 34 **Diagrama de flujo del proceso del sistema de gestión de inventarios actual** se describen los procesos que están involucrados en la gestión de inventarios, los cuales se dividen en diferentes procedimientos:

**Proceso de compras:** en este proceso los compradores colocan sus órdenes de compra para diferentes tipos de materiales que pueden ser utilizados en el producto final de acuerdo con un requerimiento promedio que se estime al inicio del proyecto. En este proceso, se debe confirmar con el proveedor el precio colocado y fecha acordada de envío, respetando los tiempos de fabricación del proveedor y los precios de las cotizaciones; al tener la confirmación, se le debe dar seguimiento hasta que entre a almacén, y esperar que producción solicite una requisición, así como que la misma sea aprobada por el comprador.

**Proceso de Bodega / Almacén:** en el proceso de bodega, los encargados de materiales reciben el material con la documentación del proveedor, lo ingresan en el sistema SAP o la aplicación llamada FAI y lo almacenan en la bodega hasta que producción crea la requisición y compras la aprueba. Estas requisiciones toman alrededor de 24 horas para ser procesadas por el equipo de transferencia en el almacén.

**Proceso de Producción:** en el proceso de producción, el equipo se encarga de la fabricación de los dispositivos creando desde los subensambles hasta la parte de “*Top Assembly*”, para luego proceder con la parte de empaque, luego de tener el dispositivo construido, debe ser exportado y entregado al destino final.

Producción debe crear una requisición con la cantidad de material que necesite, Compras la aprueba o declina y Transferencia pasa el material a la línea según el tamaño de sus *kanbanes*.

**Proceso de Shipping / Boxing:** en el proceso, el equipo de Shipping se encarga de exportar los dispositivos con toda la documentación correspondiente y sus permisos a diferentes áreas del mundo; por ejemplo, plantas hermanas de Boston que necesiten analizar los dispositivos o a centros de esterilización para que sean esterilizados y exportados cuando se tenga todo listo para hacerlo. Dicho material es exportado por paletas.

**Proceso de Planeamiento:** en este proceso, Planeamiento se involucra cuando ya el dispositivo final ha sido creado y necesita ser exportado a las plantas hermanas o a los centros de distribución dependiendo de donde se van a almacenar; mientras esperan las aprobaciones finales para

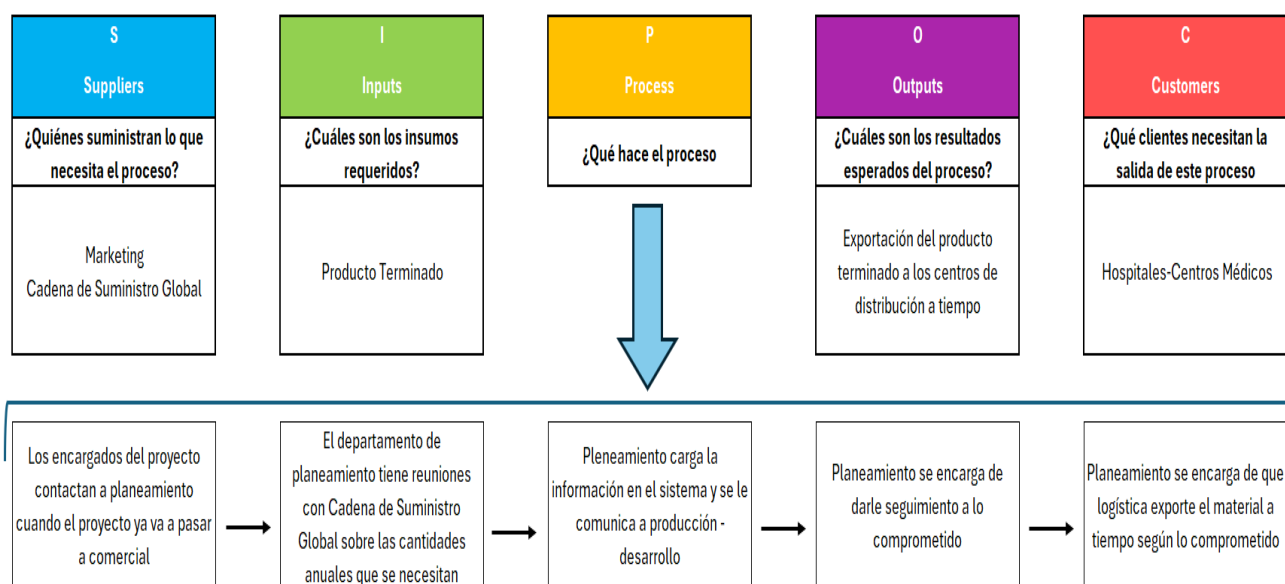
comercializar. Planeamiento está dentro del proceso hasta que se tiene cierta cantidad almacenada y debe exportarse por espacio.

### Diagrama SIPOC

Se realizó un diagrama SIPOC con el propósito de visualizar e identificar los puntos claves del proceso de planeamiento, compras y almacén / bodega.

En la figura, a continuación, se muestra el proceso actual de planeamiento:

**Figura 35 Diagrama SIPOC Proceso de Planeamiento**



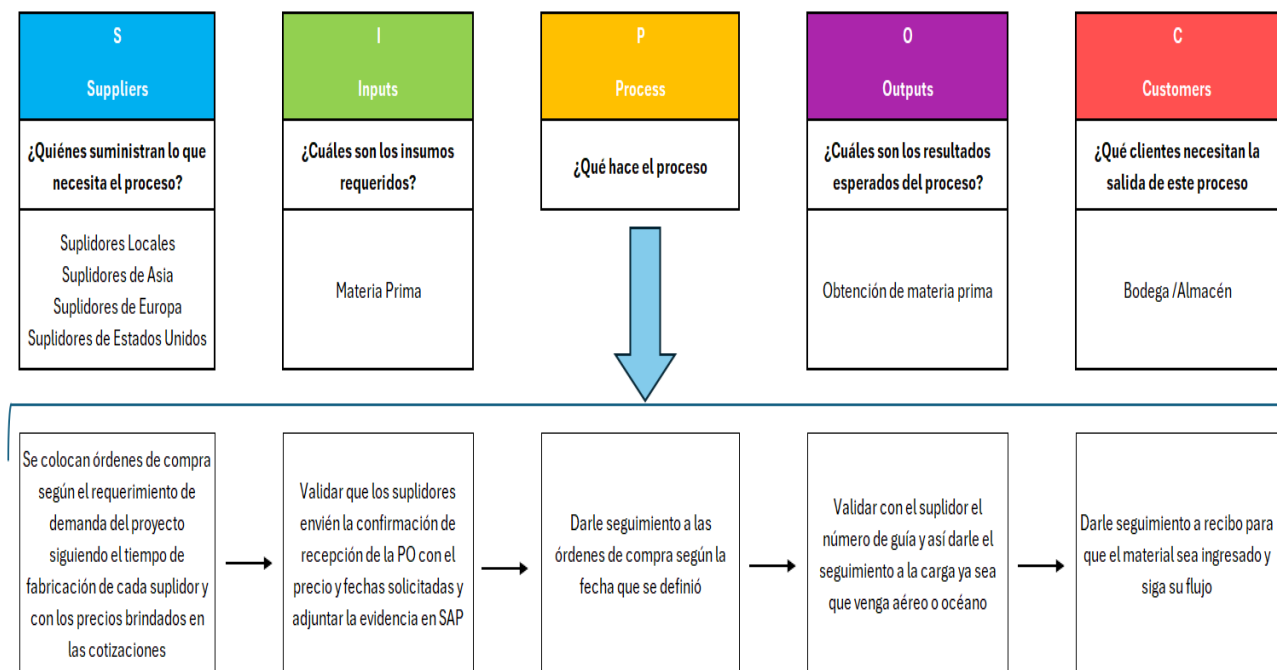
Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Figura 35 **Diagrama SIPOC Proceso de Planeamiento**, se puede observar que, en el proceso de planeamiento, se encargan de tener reuniones con la cadena de suministro alrededor de una vez al mes o cada 2 meses dependiendo de las prioridades; luego de que el proyecto esté a punto de empezar a construir material para comercializar, seguidamente, se encarga de coordinar que todo el material sea exportado en el periodo de tiempo comprometido.

Este departamento se encarga de reunirse con cadena de suministro para calibrar cuánta cantidad de material se va a comprometer para las ventas, y así poder darle el seguimiento adecuado hasta que el material se exporte. Esta información la cargan en el sistema Rapid Response después de que ya el material termina de construir pruebas y empiezan a construir el material bajo riesgo que se va a vender en las diferentes áreas del mundo; como China, Japón, Europa y Estados Unidos. Cada uno de estos sectores necesita un permiso para que la empresa pueda comercializar el

dispositivo, por lo que, a veces, existen demoras de entregas debido a que el departamento forma parte de esta labor hasta el final de las pruebas.

**Figura 36 Diagrama SIPOC Proceso de Compras**



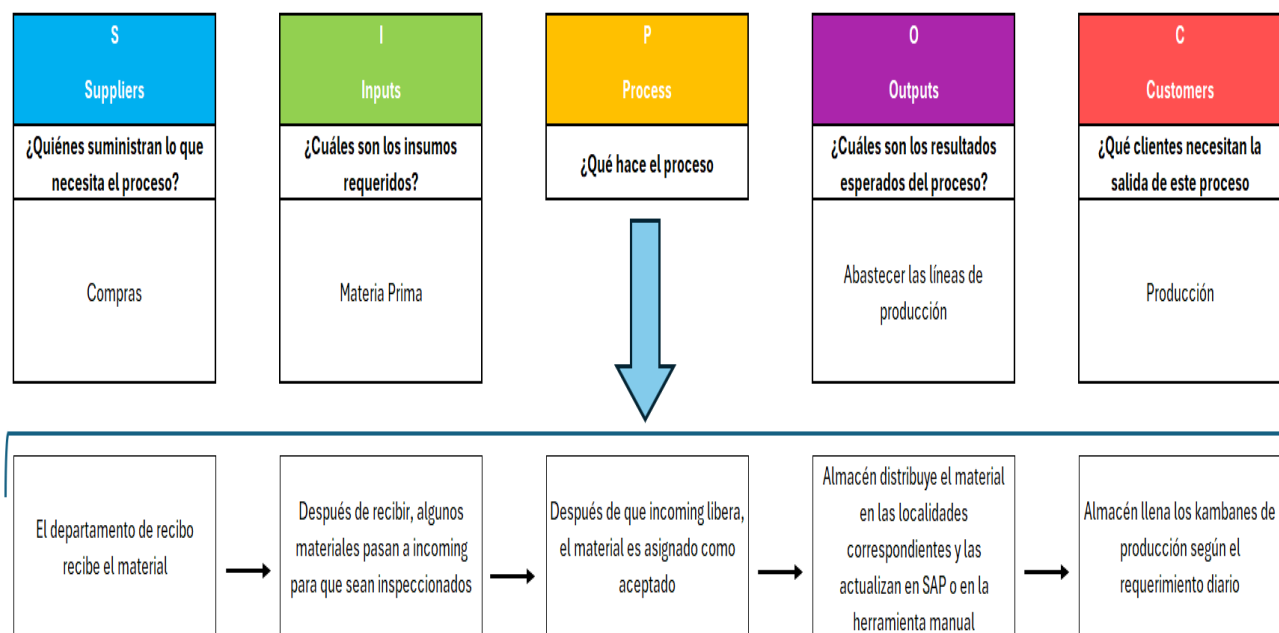
Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 36 **Diagrama SIPOC Proceso de Compras**, se muestra el proceso actual donde los compradores ponen sus órdenes de compra cuando los nuevos productos están en una etapa llamada “*Develoment Process (DV)*”. No todos los días se construyen unidades ni la misma cantidad, por lo que los compradores compran material de acuerdo con un dato estimado y promedio del proyecto; además, se aseguran de darle seguimiento a las fechas de entrega de los suplidores, y aseguran que las cargas contengan las cantidades y documentación correspondiente.

Parte de sus labores es verificar que el suplidor envíe la cantidad de material necesario según lo colocado en la orden de compra y cumplan con los precios proporcionados en las cotizaciones; de igual forma, darle seguimiento a la carga, ya sea que venga vía aérea o marítima, para poder asegurar que haya el material suficiente para correr unidades. Como se mencionaba, no existe actualmente una demanda estable, al ser un nuevo producto, sufren cambios mes a mes, pero tampoco se está respetando la cantidad promedio conversada, por lo que muchas veces se realizan

requisiciones de materiales, los cuales no se tienen en planta y deben ser rechazadas provocando que la línea sufra una ruptura de *stock* que causa pérdidas en los proyectos.

**Figura 37 Diagrama SIPOC proceso de Almacén / Bodega**



Nota: Jimena Nieto León.

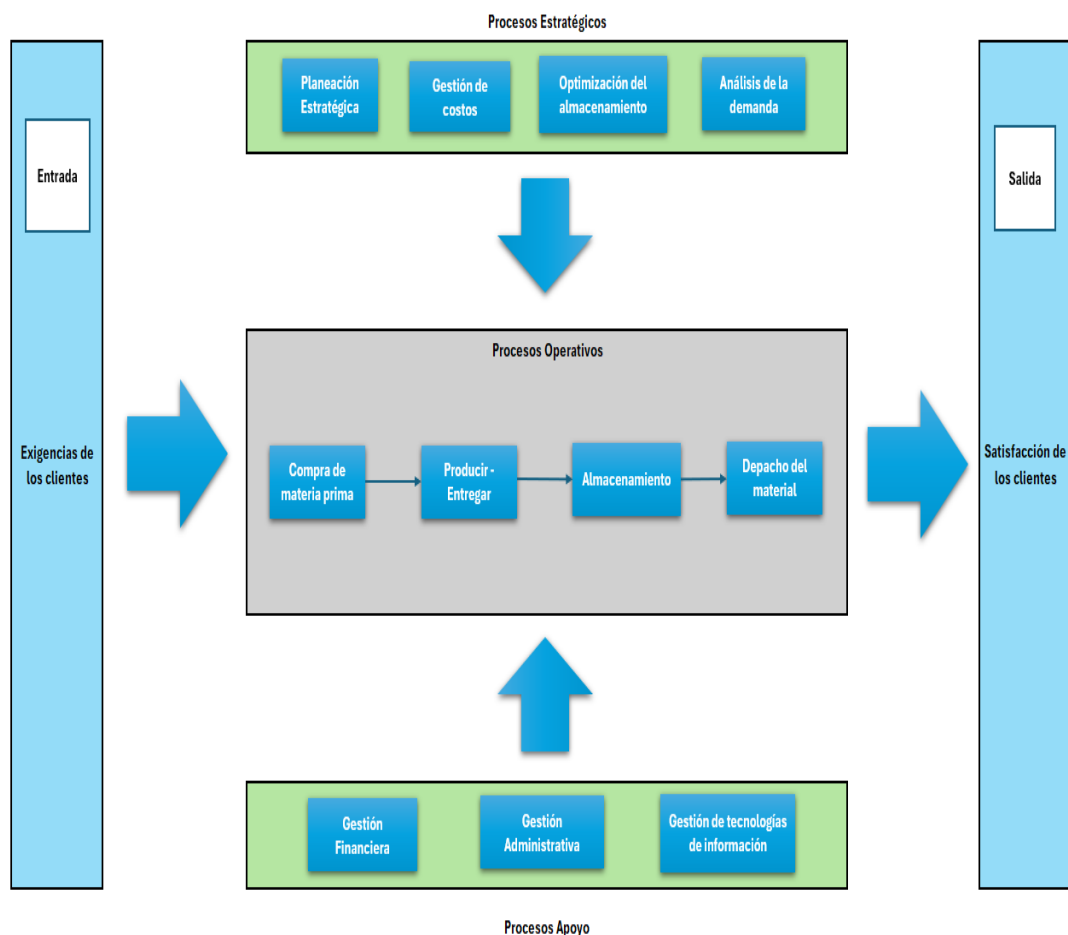
En la **Figura 37 Diagrama SIPOC proceso de Almacén / Bodega**, se muestra el proceso actual de almacén en nuevos productos, los “*material handler*”, o bien conocidos como bodegueros, se encargan de recibir el material y enviarlo a “*incoming*” para inspecciones si fuera necesario. Luego de que el material sea liberado en preproducción, almacén guarda el material en las localidades designadas y actualizan el sistema SAP o la aplicación FAI dependiendo del tipo de orden que se colocó y se envía al piso de producción hasta que la requisición sea creada y aprobada por el comprador.

Actualmente, el área de nuevos productos llamados FAI, VAL y TRA no cuenta con los controles necesarios, por lo que muchas veces no se encuentra físicamente el material, aunque en sistema aparezca que está en dicha localidad, lo que causa retrabajos de los bodegueros y retrasos en sus labores, ya que no se pueden llenar los *kanbanes* de material en el momento en el que producción lo está solicitando.

### Mapa de procesos

En el siguiente mapa de procesos, se presenta cómo la organización se relaciona para tener disponibilidad de materiales a sus líneas de producción, personal disponible, costos disponibles de acuerdo con la demanda y necesidad del proyecto y, por último, su plan logístico para la exportación a los centros de distribución.

**Figura 38 Mapa de procesos**



Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Figura 38 **Mapa de procesos**, se puede explicar cada uno de los procesos (operativos, de apoyo y estratégicos) y cómo se relacionan entre sí en las diferentes áreas, a fin de satisfacer las necesidades del cliente.

### **Entrada y salida del proceso**

Para la empresa Boston Scientific, el ingreso al proceso es la señal que se recibe de Marketing y Cadena Global de acuerdo con la necesidad de los hospitales y sus pacientes alrededor del mundo.

Dichas necesidades buscan la satisfacción del cliente y, principalmente, su salud. En cuanto a la salida, se definen sus necesidades satisfechas y satisfacción con el producto.

### **Procesos estratégicos**

Los procesos estratégicos se encargan de establecer la dirección y definir las acciones que se necesitan para alcanzar una gestión y control de inventarios de acuerdo con la necesidad del negocio.

Dentro de los procesos estratégicos, se pueden encontrar:

- Planeación estratégica
- Gestión de costos
- Optimización del almacenamiento
- Análisis de la demanda

### **Procesos operativos**

Los procesos operativos se encargan de llevar las actividades diarias de la gestión y control de inventarios. Su principal objetivo es la mejora continua desde la solicitud del material hasta la entrega del producto.

En Boston Scientific, los procesos operativos son los siguientes:

- Compra de materia prima
- Producción y cumplimiento del plan de producción
- Almacenamiento de materia prima y producto final
- Despacho del material a los centros de distribución o plantas hermanas

### **Procesos de apoyo**

Los procesos de apoyo no forman parte del flujo principal de actividades de gestión y control de inventarios, pero sí brindan soporte a los procesos operativos y a la empresa para garantizar que las operaciones y tareas mantengan un adecuado flujo y sea rentable y sostenible para la compañía.

Como procesos de apoyo se pueden observar, a continuación:

- Gestión financiera
- Gestión administrativa
- Gestión de tecnologías de información

### Medición de las consecuencias

En el siguiente apartado, se desarrolla el segundo objetivo específico del trabajo, en el cual se miden las consecuencias de la variabilidad de los inventarios en la empresa y determina su afectación en la misma. Dichas herramientas ayudan a realizar los análisis respectivos para obtener las posibles causas o problemas que se estén presentando, para lograr corregirlos y no tener gastos o pérdidas.

#### Valor de inventario

En esta investigación se contempló la cantidad de inventario que se ha recibido por mes durante los primeros seis meses del 2024, para así obtener un promedio mensual en dólares. De acuerdo con la proyección del proyecto, la construcción del catéter sin contar materiales es de \$125 por unidad. En promedio, se construyen 200 unidades al mes, lo que quiere decir que mensualmente en promedio son \$25,000.

Por lo que, en la siguiente tabla, se pueden observar los diferentes meses del 2024 en los que se ha recibido material y el valor monetario que implica:

**Tabla 6 Valor de Inventario**

Mes	Valor Inventario Físico	Valor de Costo de Venta	Valor Indicador
Enero	\$ 44,452	\$ 25,000	178%
Febrero	\$ 12,491	\$ 25,000	50%
Marzo	\$ 64,537	\$ 25,000	258%
Abril	\$ 26,744	\$ 25,000	107%
Mayo	\$ 83,741	\$ 25,000	335%
Junio	\$ 19,322	\$ 25,000	77%
Julio	\$ 80,272	\$ 25,000	321%
<b>Promedio</b>	<b>\$ 47,365</b>	<b>\$ 25,000</b>	<b>189%</b>

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 6 **Valor de Inventario**, se puede observar tanto el cálculo del valor de inventario físico de los diferentes meses como el valor de costo de venta, en este momento la empresa no tiene un monto o porcentaje definido para el mismo; pero, como se puede observar, el costo de venta es menor que el valor físico causando una cantidad en dólares significativa y afectando negativamente el proyecto. Con esta información, se considera que, en promedio, el valor físico es de \$47,000, siendo aun así desfavorable para la empresa.

#### Ruptura de stock

Para calcular cuáles fueron los impactos de paros de línea por materiales, se registró la información durante 8 semanas. Se mapeó que todas las semanas se tuvo una ruptura de *stock* relacionado con materiales, por lo que se realizaron diferentes tablas con información para desarrollo de las consecuencias.

En la Tabla 26 **Cortos de materiales**, se muestran los cortos de materiales con sus causas raíz y con las horas que duraron en solucionar el evento. Dichos eventos fueron causados por problemas de calidad, por faltante de material en el piso de producción o por señales/requerimientos de demandas que no fueron contempladas, por lo que se tuvieron que reponer ciertas unidades con tiempo extra, que no se contempló en el proyecto.

A continuación, se puede observar las unidades perdidas y la cantidad de dinero equivalente por detener la línea. Dicho monto incluye al personal y los costos indirectos (personal indirecto, depreciación, salarios indirectos, mantenimiento, repuestos, etc.).

**Tabla 7 Costos de overhead, labor y unidades perdidas**

Semana	Número de Parte	\$ Impacto en costos indirectos	\$ Impacto en labor	Total	Unidades de la meta perdidas	Se requirió OT	Mes
27	51437077-03	\$ 152,252	\$ 25,934	\$ 178,186	150	Si	Julio
28	51706079-01	\$ 60,901	\$ 10,373	\$ 71,274	60	Si	Julio
29	51437070-01	\$ 24,360	\$ 4,149	\$ 28,510	24	Si	Julio
30	92814649-01	\$ 6,090	\$ 1,037	\$ 7,127	6	No	Julio
31	51767594-03	\$ 6,090	\$ 1,037	\$ 7,127	6	No	Agosto
32	51077608-02	\$ 15,225	\$ 2,593	\$ 17,819	15	No	Agosto

33	51371996-01	\$ 18,270	\$ 3,112	\$ 21,382	18	No	Agosto
34	51437070-01	\$ 121,802	\$ 20,747	\$ 142,549	120	Si	Julio
	<b>Total</b>	<b>\$ 404,991</b>	<b>\$ 68,983</b>	<b>\$ 473,974</b>	<b>399</b>		

Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Tabla 7 **Costos de overhead, labor y unidades perdidas**, se puede observar cuáles números de parte fueron los que se vieron involucrados en la ruptura de *stock* y también cuál fue el monto de detener las estaciones hasta que la línea se reactivara, esto va de la mano con las horas que la línea no corre unidades.

Para los datos de *overhead*, labor y tiempo estándar, se toman los números que los dueños del proyecto definieron al principio para realizar todos los cálculos correspondientes, como lo son el impacto de labor y el impacto de *overhead*, tomando en cuenta que la línea solo tiene Turno A, el cual es un turno diurno.

Para el cálculo *overhead*, la fórmula es la siguiente:

#### **Figura 39 Fórmula para el cálculo de overhead**

$$(Tiempo Estándar en horas * Unidades perdidas) * Costo por hora de Overhead$$

Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 39 **Fórmula para el cálculo de overhead**, se puede observar cómo se realiza el cálculo de *overhead* que, como anteriormente se mencionaba, equivale a costos indirectos. El dato de costo por hora de overhead es un dato fijo que el proyecto definió al principio de la implementación.

Para el cálculo de labor, la fórmula es la siguiente:

#### **Figura 40 Fórmula para el cálculo de Labor**

$$(Tiempo Estándar en horas * Unidades perdidas) * Costo por hora de Labor$$

Nota: Jimena Nieto León.

En la **Figura 40 Fórmula para el cálculo de Labor**, se puede observar cómo se realiza el cálculo de labor, el cual corresponde al costo del personal directo. Al igual que el dato de *overhead*, el dato de labor es fijo de acuerdo con lo que el proyecto definió al principio de la implementación.

Debido a que se perdieron 399 unidades durante el periodo de las 8 semanas, las cuales costaron en dinero \$ 473,974, el proyecto tuvo que reponer con horas extra para cumplir con las entregas de pruebas y *testing*, debido a que el proyecto no tenía contemplado reponer unidades con horas extras, se debe realizar un cálculo de estas; por lo que, a continuación, se puede observar una tabla con las unidades que se repusieron seguido con la cantidad de personas y días necesarios:

**Tabla 8 Costos y unidades en tiempo extra**

Semana	Número de Parte	Cantidad de Personas	Cantidad de días	Turno en el que se repone	Pago de Horas Extras	Unidades que se recuperaron
27	51437077-03	4	3	Turno C - Domingo 6:00pm to 6:00am	\$ 522.31	144
28	51706079-01	4	1	Turno B de 3:30pm a 3:30am	\$ 273.56	66
29	51437070-01	2	1	Turno C - Domingo 6:00pm to 6:00am	\$ 87.05	24
30	92814649-01	0	0	-	No	0
31	51767594-03	0	0	-	No	0
32	51077608-02	0	0	-	No	0
33	51371996-01	0	0	-	No	0
34	51437070-01	3	2	Turno A - Sábado 7:00 a.m. a 2:30 p.m.	\$ 367.26	135
<b>Total</b>		<b>13</b>	<b>7</b>		<b>\$ 1,250.18</b>	<b>369</b>

Nota: Jimena Nieto León.

Según la **Tabla 8 Costos y unidades en tiempo extra**, se puede determinar que, en total, se repusieron 369 unidades que fueron equivalentes a 7 días de horas extras y 13 personas, las cuales equivalen en dinero a \$1,250, que aplicaría a un gasto extra en el proyecto más el gasto de *overhead* y labor que se presentó anteriormente.

Para entender cómo se realizó el cálculo de horas extras, a continuación, se presenta una imagen con los porcentajes que equivalen a los tres turnos que tiene la empresa y cuál es el porcentaje para las horas extras:

**Figura 41 Porcentajes de horas extras**

HORARIOS
<p><b>Turno A:</b>  Lunes a Viernes de 6:00am a 3:30pm  9.5 horas regulares por día  47.5 horas regulares por la semana</p>
<p><b>Turno B:</b>  Lunes a Viernes de 3:30pm a 10:00pm y Sábados de 7:00am a 2:30pm  6.5 horas regulares por día / 7.5 horas regulares el Sábado  40 horas regulares por la semana + un adicional de 14.28% por jornada mixta</p>
<p><b>Turno C:</b>  Domingo a Viernes de 10:00pm a 6:00am ( Día de descanso: Sábado)  8 horas por día ( 6 horas regulares + 2 horas extras)  36 horas regulares + 12 horas extras + un adicional de 33.33% por jornada nocturna</p>

Nota: Boston Scientific.

De acuerdo con los porcentajes presentados en la Figura 41 **Porcentajes de horas extras**, se puede detallar cuánto es la cantidad de horas extras que se debe pagar dependiendo del día y hora de la semana, para así seleccionar el horario que el personal pueda reponer y haya espacio en la línea para la construcción de las unidades.

De acuerdo con la información anterior, se realizó una tabla con la cantidad de horas extras, personas y días que se tomaron para cumplir con el requerimiento, considerando cada uno de los turnos y horas en los que los operarios realizaron la reposición, así como la cantidad de personas y días requeridos.

**Tabla 9 Cálculo de horas extras**

Resumen de Horas Extras	Horas Extras Reales	Horas Extras Pagadas	Salario por hora	Hora Extra\$	Personas Requeridas	Días Requeridos	Total de Costo Hora Extra	Costo de Hora Extra
Turno A de 6:00 a.m. a 6:00 p.m.	2.5	3.75	\$ 5.44	20.40	1	1	\$ 20.40	\$ 8.16
Turno A de 3:30 a.m. a 3:30 p.m.	2.5	7.36	\$ 5.44	40.02	1	1	\$ 40.02	\$ 16.01
Turno B de 10:00 a.m. a 10:00 p.m.	5.5	9.43	\$ 5.44	51.29	1	1	\$ 51.29	\$ 9.33
Turno B de 3:30 p.m. a 3:30 a.m.	5.5	12.57	\$ 5.44	68.39	1	1	\$ 68.39	\$ 12.43
Turno A - Sábado 7:00 a.m. a 2:30 p.m.	7.5	11.25	\$ 5.44	61.21	1	1	\$ 61.21	\$ 8.16
Turno A - B Domingo	6	12	\$ 5.44	65.29	1	1	\$ 65.29	\$ 10.88
Turno C - Domingo 6:00 p.m. to 6:00 a.m.	4	8	\$ 5.44	43.53	1	1	\$ 43.53	\$ 10.88
Turno C - Domingo 10:00 p.m. to 10:00 a.m.	4	8	\$ 5.44	43.53	1	1	\$ 43.53	\$ 10.88

Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Tabla 9 **Cálculo de horas extras**, se puede evidenciar cómo se calcula el tiempo extra según el turno en el que se haga el retrabajo dependiendo de la cantidad de personas y días que se necesitan, y así obtener su costo por hora. Esta información está basada en el salario de los

especialistas que equivale a 2,900 CR que es igual a 5.44 USD, ya que este es el precio base para el cálculo de las horas extras en este proyecto.

### Obsolescencia

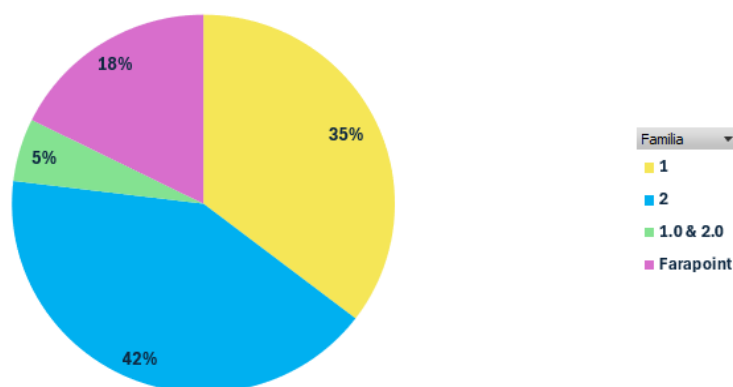
Para medir parte de las consecuencias sobre la variabilidad de inventarios, se tomaron los datos de los materiales que no se pudieron usar para producción y pasaron a ser obsoletos de acuerdo con los últimos proyectos de nuevos productos durante el periodo de 2023 y 2024.

De acuerdo con la Tabla 25 **Material obsoleto de nuevos productos**, se logra observar toda la información registrada tanto en SAP como en la herramienta manual FAI que lleva un control 100% manual y que debe ser actualizado cada vez que suceda cualquier cambio; en ella se encuentra cada uno de los números de parte que se registraron en algún momento con sus cantidades, números de orden de compra, dicha tabla incluye los valores en dólares para cada uno de ellos.

Para mayor comprensión y visualización, se crearon gráficos que permiten visualizar la cantidad de números de parte que han pasado a obsoletos en los últimos proyectos y cuánto equivalen en dinero.

**Figura 42 Cantidad de números de parte obsoletos por familias de nuevos productos**

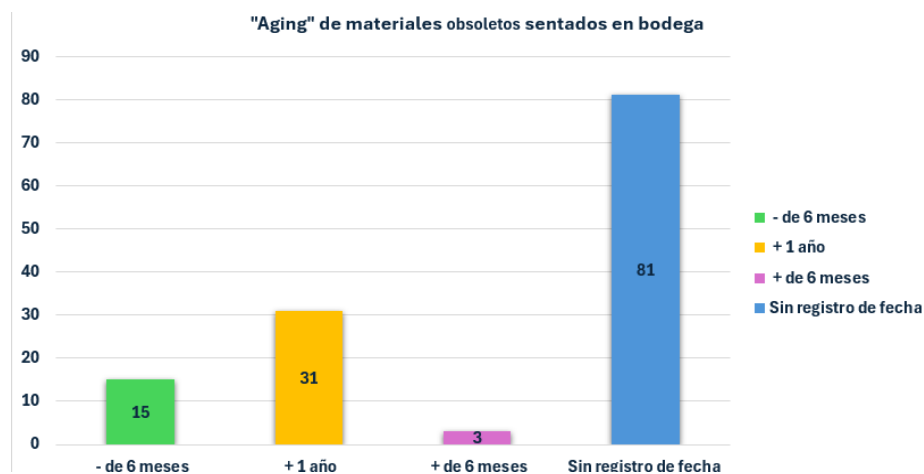
Cantidad de números de parte obsoletos por familias de nuevos productos



Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 42 **Cantidad de números de parte obsoletos por familias de nuevos productos**, se puede observar que, de las 4 familias de proyectos, la mayor porción es equivalente a un 42%, la cual le pertenece a la familia de 2.0, un 34% a la familia de 1.0, un 18% la familia de Farapoint y, por último, el menor porcentaje que sería un 5% a componentes compartidos entre 1.0 y 2.0.

**Figura 43 "Aging" de materiales obsoletos sentados en bodega**

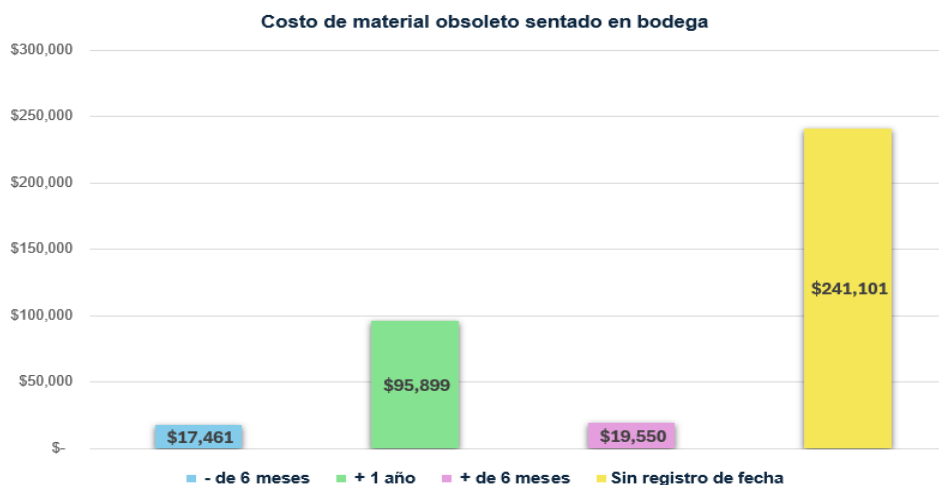


Nota: Jimena Nieto León.

Seguidamente, con la Figura 43 "Aging" de materiales obsoletos sentados en bodega, se puede observar, de acuerdo con la fecha de ingreso de los materiales; en la Tabla 25 **Material obsoleto de nuevos productos**, se tienen 130 números de parte, los cuales están divididos en 4 categorías que serían: + de un año sentado en bodega, + de 6 meses, - de 6 meses y, por último, sin registro de fechas de entrada, que fueron los números de parte que estaban en la aplicación FAI sin fecha de recibo, lo que equivale a 81 números de parte sin fecha registrada y 31 con más de un año sin ser utilizados causando congestión en el almacén.

Debido a que es un número grande de componentes que están en bodega sin ser utilizados, se realizó un gráfico para entender cuánto equivale en dinero y cuál es su costo total:

**Figura 44 Costo de material obsoleto sentado en bodega**



Nota: Jimena Nieto León.

En relación con la Figura 44 **Costo de material obsoleto sentado en bodega**, se puede observar que, del total de números de parte que son 130, los cuales equivalen a un total de \$374,012, se deben botar o reclasificar a otro departamento, debido a que no van a ser utilizados en ningún nuevo producto, impactando al mismo económicamente, al no ser proyectados al inicio de este. Muchos de estos componentes se compraron por no tener un dato claro de la demanda y al final terminaron siendo un exceso que quita espacio en el área de nuevos productos en el almacén.

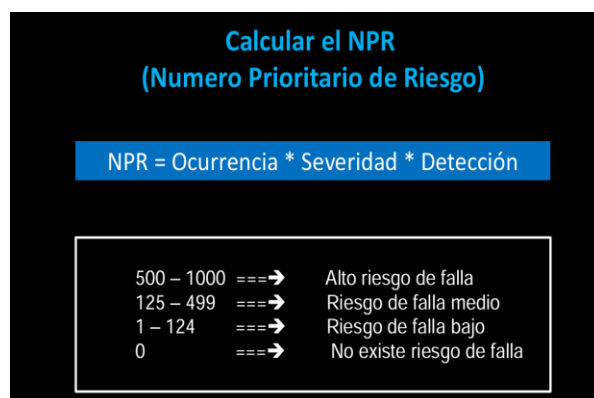
Se puede determinar que \$241 000 son materiales que no fueron registrados en el sistema desde el principio, lo que causa que se pierda trazabilidad al comprador y los bodegueros del almacén, por lo que la herramienta no está contando con la información útil que se necesita. Esto, aparte de causar exceso de material, puede también causar que se dañen o pierdan.

### AMFE

A continuación, se presenta un AMFE con el proceso de nuevos productos empezando desde la compra del material hasta la fabricación y exportación del producto final. Por lo que se toman los procesos y se obtiene su gravedad, ocurrencia y detectabilidad:

Para entender cómo funciona el cálculo del NPR y cómo saber si es de alto, medio, bajo o sin riesgo, se cuenta con la siguiente imagen:

**Figura 45 Cálculo de NPR**



Nota: Allan Maroto Coto.

En la Figura 45 **Cálculo de NPR**, se muestra cómo se calcula el NPR y cómo se categoriza su resultado final para tomar decisiones y decidir cuáles causas o procesos atacar y controlar para que no existan fallas.

Figura 46 Gestión de riesgo operacional (AMFE)

Pasos Clave del Proceso o Producto	Función	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E M V	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Implementadas	S E V	O C U	D E T	N P R
¿Cuál es el proceso o producto?	¿Cuál es la función del proceso o producto?	¿De qué maneras puede fallar?	¿Cuál es el impacto cuando hay un fallo (cliente o funcionamiento)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente o funcionamiento?	¿Qué causa que falle?	¿Que tan seguido ocurre la causa o Modo de Fallo?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos?	¿Cómo se implementa para prevenir la Causa o Modo de Fallo?	SEV * OCU * DET	¿Cuáles son las acciones para reducir la Ocurrencia de la Causa o mejorar la Detección?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?	Anotar las acciones implementadas. Incluye fecha de finalización.				
Colocar órdenes de compra de acuerdo a un dato de demanda basada en supuestos	Garantizar que haya material disponible para producir	Al poner la orden de compra y que esté fuera de tiempo del proveedor y el material no llegue a tiempo	Llegada tardía del material a la planta	5	Falta de planificación del requerimiento mensual del proyecto	8	Ninguno	3	120							0
Los proveedores envían la confirmación de la orden de compra con fechas y cantidades	Actualizar el sistema con la información más actualizada	Los proveedores nos envían el material en la fecha comprometida	Existen atrasos en las entregas de material	6	No hay alineación ni educación con los proveedores y sus entregas	3	Ninguno	8	144							0
Almacén recibe la carga y la ingresa en SAP o la aplicación FAI	Ingresar el material a sistema para que haya trazabilidad	Almacén comete un tipo a la hora de ingresar la información al sistema al ser un proceso manual	El material no se encuentra físicamente o toma mucho tiempo encontrarlo	8	Procedimientos manuales	9	Herramienta manual FAI y SAP	4	288							0
Producción solicita la requisición con los componentes y cantidades necesarias	Compras aprueba el material para que producción construya el dispositivo	Las requisiciones duran más de 24 horas para que sean completadas	Paros de línea por ausencia de material	10	Las requisiciones no se hacen con tiempo y el material se atrasa	7	Ninguno	2	140							0
Producción fabrica el dispositivo y lo empaca	Tener el producto terminado a tiempo	Producción no cumple con su requisito	Creación de backorder	8	El Core Team no alinea un consumo mensual	9	Reunión semanal con el Core Team	2	144							0
Planeamiento contacta a shipping para la exportación	Planeamiento se encarga de que todo el material se entregue a tiempo	Planeamiento no cuenta con toda la información y existen atrasos	Atrasos en las entregas	7	Planeamiento es incluido hasta el final de la implementación	7	Ninguno	7	343							0
Shipping exporta el material a los centros de distribución	Exportar el material a los centros de distribución y plantas hermanas	El material no se exporta a tiempo	El cliente tiene que esperar el producto	10	El Core Team no alinea un consumo mensual ni en prevenir causas	6	Reunión semanal con el Core Team	8	480							0

Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Figura 46 **Gestión de riesgo operacional (AMFE)**, se puede analizar que el AMFE está enfocado en el proceso de gestión de inventarios para nuevos productos actual; el AMFE que se desarrolló es el de AMFE de proceso, identificando riesgos, fallos, causas, ocurrencia y detectabilidad, por lo que se analiza que el proceso de exportación a los centros de distribución tiene un NPR de 480; lo cual significa que es de riesgo de falla media, al igual que el proceso de planeamiento cuando contacta *shipping* para exportar.

Estos resultados son parte de un efecto dominó, lo que quiere decir es que, si los procesos que vienen atrás no se están gestionando bien, los mismos van a causar que los demás no se den en el tiempo correspondiente, poniendo en riesgo que exista insatisfacción de parte de los clientes.

En este AMFE, las últimas dos columnas quedarán en blanco, ya que sus recomendaciones y responsables van a desarrollarse en el capítulo IV de la propuesta. La columna de acciones recomendadas y el nuevo NPR son calculados bajo una suposición de si se diera la implementación, ya que este proyecto no está hecho para ejecutarla.

## Análisis de las causas

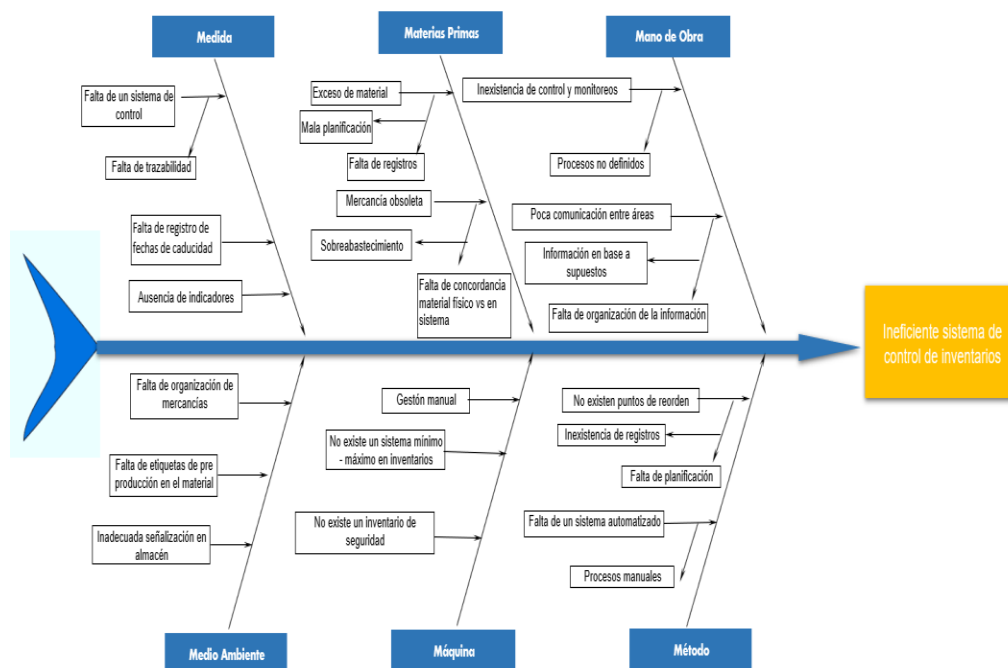
### Diagrama Causa y Efecto

Se realizó un diagrama causa-efecto para determinar las posibles causas del por qué existe variabilidad en los niveles de inventarios y así determinar cómo afecta a la empresa, por lo que se determinan los siguientes seis puntos:

- Medida
- Materias primas
- Mano de obra
- Medio ambiente
- Máquina
- Método

De acuerdo con la información recolectada y las observaciones realizadas, se llevó a cabo una recopilación de ideas con respecto a las causas; por lo que la empresa está pasando el problema. Dicha información será compartida a los compradores del equipo para definir las principales, por lo que, en la siguiente Figura 47 **Diagrama causa y efecto**, se puede observar cuáles fueron las razones:

Figura 47 Diagrama causa y efecto



Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Figura 47 **Diagrama causa y efecto**, se puede determinar que su efecto principal es un ineficiente sistema de control de inventarios, los cuales se ven en tablas de escalas y gráficamente en el Pareto, para determinar cuáles de todas ellas son las que están causando mayor punto de dolor a los compradores y, en general, a toda la cadena de suministro y así determinar sus acciones correspondientes en el capítulo de la propuesta.

### Pareto

Para la creación del Pareto, se realizó una escala del 1 al 5, donde 1 es frecuencia baja y 5 frecuencia muy alta con las causas que se detectaron en el Ishikawa. Se escogió a los tres compradores de nuevos productos que están en el departamento y se les pidió una escala de calificación para determinar las causas más relevantes en este proceso.

A continuación, se presenta la escala de calificación:

**Tabla 10 Escala de calificación de las causas**

Características		Escala					Factor
		1	2	3	4	5	
A	Falta de un sistema de control				1	2	14
B	Falta de registros con fecha de caducidad	1	1	1			6
C	Ausencia de indicadores			1	1	1	12
D	Falta de organización de mercancías	1		1	1		8
E	Exceso de material					3	15
F	Mercancía obsoleta				1	2	14
G	Falta de concordancia material físico vs en sistema			1	1	1	12
H	Falta de etiquetas de preproducción en el material				2	1	13
I	Inadecuada señalización en almacén	2	1				4
J	Gestión manual			1	1	1	12
K	Falta de registros				2	1	13
L	No existen puntos de reorden		1	1	1		9
M	Información a base de supuestos					3	15
N	Falta de un sistema automatizado		1	1	1		9
Ñ	Poca comunicación entre áreas	1	2				5
O	Falta de organización de la información		2	1			7

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 10 **Escala de calificación de las causas**, se agruparon las respuestas de los tres compradores de nuevos productos, por ejemplo, en la causa de mercancía obsoleta, dos calificaron

la escala 5 y uno calificó la escala 4, luego se multiplica la cantidad de respuestas de cada característica por la escala y da el resultado de 14.

De acuerdo con la escala mencionada anteriormente, se obtienen los datos correspondientes a fin de crear el Pareto y determinar cuáles son las causas que equivalen al 20% y 80%, para así comenzar a ejecutar las acciones correspondientes de acuerdo con los siguientes puntos importantes,

A continuación, se muestra una tabla con los datos ordenados de mayor a menor de acuerdo con la frecuencia, a los mismos se les va a sacar el porcentaje relativo y, seguidamente, el porcentaje acumulado. Dicho porcentaje muestra cuáles son las características que representan al 20% y 80% de las causas para enfocar los esfuerzos en los que están dentro del 20%, según los resultados reflejados en un momento.

Seguidamente, se muestra la información según la opinión de los compradores:

**Tabla 11 Datos para el Pareto**

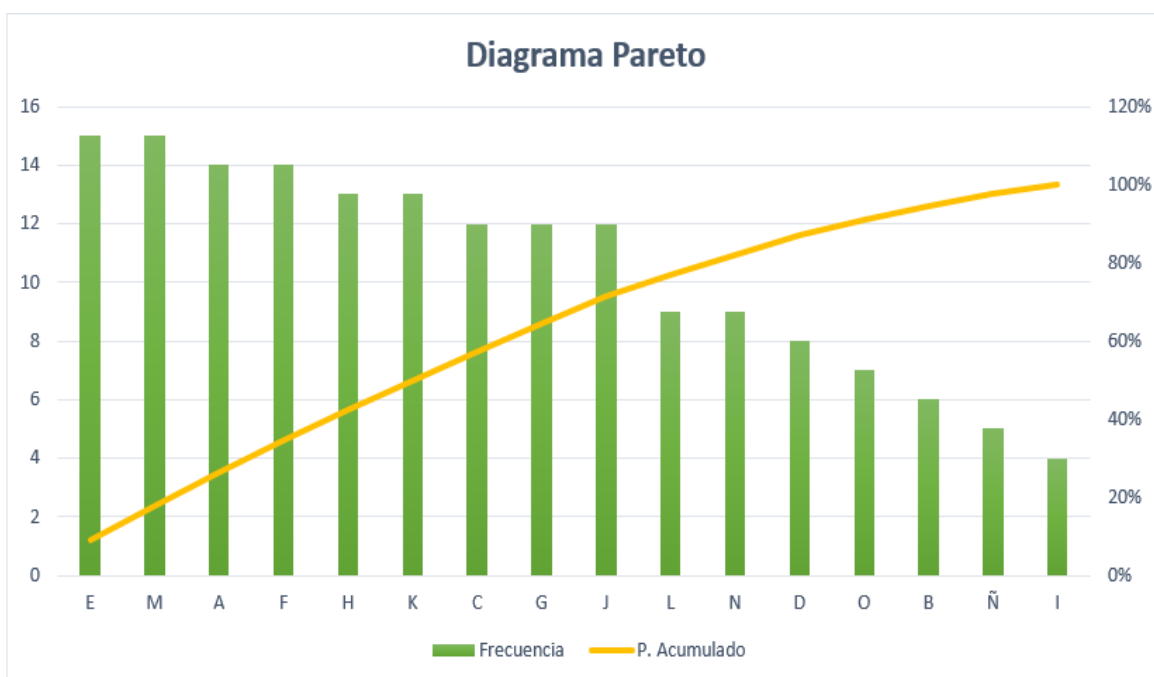
Letra	Características	Frecuencia	P. Relativo	P. Acumulado
E	Exceso de material	15	9%	9%
M	Información a base de supuestos	15	9%	18%
A	Falta de un sistema de control	14	8%	26%
F	Mercancía obsoleta	14	8%	35%
H	Falta de etiquetas de preproducción en el material	13	8%	42%
K	Falta de registros	13	8%	50%
C	Ausencia de indicadores	12	7%	57%
G	Falta de concordancia material físico vs en sistema	12	7%	64%
J	Gestión manual	12	7%	71%
L	No existen puntos de reorden	9	5%	77%
N	Falta de un sistema automatizado	9	5%	82%
D	Falta de organización de mercancías	8	5%	87%
O	Falta de organización de la información	7	4%	91%
B	Falta de registros con fecha de caducidad	6	4%	95%
Ñ	Poca comunicación entre áreas	5	3%	98%
I	Inadecuada señalización en almacén	4	2%	100%
<b>Total</b>		<b>168</b>	<b>100%</b>	

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 11 **Datos para el Pareto**, se pueden observar todas las causas obtenidas del Ishikawa con su frecuencia, porcentaje relativo y porcentaje acumulado que fueron dependientes de los datos obtenidos en la Tabla 10 **Escala de calificación de las causas**. Cada frecuencia se divide entre el total y da una suma final de un 100% en el porcentaje relativo, por otro lado, el porcentaje acumulado se va a acomodar de menor a mayor y así determinar las características con menor porcentaje que serán equivalentes a las que más provocan problemas a nivel de compra de materiales de nuevos productos.

Para mayor visualización, se realizó el diagrama Pareto en el que se puede observar cuáles son las causas que equivalen a un 20% que serían las que, principalmente, se deben atacar en este proyecto; ya que genera mayor impacto en el proceso. Dicho diagrama es representado por barras y colores para mayor comprensión de la persona que lo lea.

**Figura 48 Diagrama Pareto**



Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 48 **Diagrama Pareto**, se puede observar el Diagrama de Pareto en el que se determina que las causas más relevantes equivalen al 20% que serían las letras E, M, A, F, H, K, C, G, J y L; las cuales se pueden observar en la Tabla 11 **Datos para el Pareto** a qué corresponden. Debido a estas causas, se puede analizar cuáles son los puntos que se deben trabajar para no tener un sistema

de gestión de inventarios ineficiente y cumplir con los tiempos de entrega, así como no generar desperdicios.

Principalmente, se puede determinar que el exceso de material e información con base en supuestos encabezan el 20% que dicha información va de la mano con las consecuencias que se desarrollaron en este capítulo. Dichas causas serán analizadas para mitigar riesgos económicos y de servicio en el capítulo IV de la Propuesta.

### **Las 5 W y 2 H (5W-2H)**

*¿Quién? (Who?):* ¿a quién concierne el problema?, ¿quién lo ha señalado?, ¿quiénes son los participantes en la actividad o el proceso al que concierne el problema?

- A los compradores, principalmente, ya que deben rendir cuentas de los excesos y faltantes; los dueños del proyecto, debido a que se les aumenta la cantidad de presupuesto que se tenía proyectado y a bodega por el espacio limitado para almacenar material, causando daño de este o pérdida de material.

*¿Qué? (What?):* ¿qué problema tiene?

- Excesos de materiales en bodega que no se van a necesitar en el proyecto, materiales que expiran, las cantidades físicas no concuerdan con lo que está en sistema, material en localidades erróneas, el material que se exporta se entrega tarde causando “backorder” y posible pérdida de clientes, si no se toman acciones lo más pronto posible.

*¿Dónde? (Where?):* ¿dónde sucede?, ¿en qué sectores?

- En finanzas, especialmente en las proyecciones financieras, en las discusiones con los dueños del proyecto cuando hay que incluir información que no se tenía proyectada.
- En el almacén, debido a que no están distribuidos correctamente los materiales y no se les hacen revisiones periódicas para asegurar que el material se encuentre en buen estado, sin expirar y con las cantidades completas.

*¿Cuándo? (When?):* ¿desde cuándo existe este problema?

- Desde el 2022, cuando empezó el nuevo producto llamado Fara, se comenzaron a observar excesos de materiales al final de la implementación que se tenían que botar por vencimiento o porque el proyecto no lo necesitaba.

*¿Cuánto? (How much?):* ¿cuánta importancia tiene el problema?

- Impacto económico de \$ 475,225 en ruptura de *stock* y horas extras, más \$ 374,011 de material obsoleto, con un impacto económico de \$849,236 en el proyecto, los cuales no fueron proyectados debido a que el proyecto no contempla un presupuesto para materiales.

¿Cómo? (*How?*): ¿cómo se desarrolla el proceso en cuestión?

- Se desarrolla en el proceso de compras específicamente, pero contempla diferentes áreas, tales como almacén, *boxing* y planeamiento.
- Al proyecto se le generan gastos no contemplados o presupuestados debido a que no se calibró un presupuesto o no se contempló cuánto volumen se iba a construir.

¿Por qué? (*Why?*): ¿qué objetivo hay? (Debe relacionarse con el *cuánto* que da la situación inicial)

- Desperdicios más razonables, proyecciones con más certeza.
- Disminución de gastos.
- Propuesta de inventarios.
- Propuesta de reestructuración de procesos.

De acuerdo con el análisis de la situación, a continuación, en la Tabla 12 **Resumen de pérdidas con el sistema actual**, se muestra un resumen con todos los gastos que se tuvieron al no tener un sistema de control y gestión de inventarios adecuado en nuevos productos:

**Tabla 12 Resumen de pérdidas con el sistema actual**

Costo de Pérdidas con el Sistema Actual	
Pago de extras para reponer unidades	\$ 1,250
Pérdida al no cumplir con las unidades requeridas	\$ 473,974
Promedio del valor de inventario mensual	\$ 47,365
<b>Gasto Total</b>	<b>\$ 522,590</b>

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 12 **Resumen de pérdidas con el sistema actual**, se puede visualizar todos los gastos que se tuvieron durante el análisis de la situación. Dicha información no fue incluida en el presupuesto del proyecto, ya que no se tiene un espacio para contemplar un colchón de inventarios, por lo tanto, cada dólar representa un impacto al mismo. Como se observa, se tiene un desglose de cada uno de los gastos, desde las horas extras que se necesitaron para reponer las unidades hasta el

valor mensual de inventario en promedio. Esta información sintetiza y resume todo lo discutido durante el capítulo.

## CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dentro del capítulo V, se muestran las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada en la empresa Boston Scientific, sobre una propuesta de un sistema de gestión y control de inventarios, en el cual se observa la finalidad del proyecto con un panorama claro y conciso que muestra los puntos y áreas de mejora, para así brindar un mejor servicio al cliente y estandarizar los procesos de inventarios. Ofrece una automatización de los sistemas que proporcione registros e información acorde a las necesidades y cumpliendo con el requerimiento mensual de los dispositivos que fabrica la empresa.

### Conclusiones

De acuerdo con el proceso actual de compras, se puede determinar que la información de la demanda está basada en supuestos y no en un dato sólido, causando excesos y faltantes de inventario debido a cambios repentinos de demanda o falta de alineamiento con todo el equipo. Por ejemplo, se concluyó que, en los proyectos anteriores, se tuvieron que obsoletizar alrededor de 130 números de parte, los cuales eran equivalentes a \$374,012. Esto causará un gasto para el proyecto, si se decidiera botar por temas de espacio.

Por medio del Pareto, se pudo identificar que las principales causas del por qué se está teniendo una ineficiente gestión de inventarios son el exceso de material, información con base en supuestos, falta de un sistema de control y mercancía obsoleta. Todo esto está relacionado con los datos recolectados y analizados en el capítulo IV; por ejemplo, en un periodo de 8 semanas, se detectaron diferentes eventos por ruptura de *stock* que fueron equivalentes a \$ 473,974, los cuales se perdieron por tener a los especialistas ociosos y no estar produciendo unidades.

Durante el análisis de la situación, se pudo concluir que, para cumplir los requerimientos de unidades terminadas, se tuvieron que realizar horas extras, las cuales tampoco fueron parte de los análisis al principio del proyecto; ya que se tenía contemplado construir todas las unidades durante el turno A sin costos adicionales. El monto de horas extras de los especialistas fue de alrededor de \$ 1, 250 que fueron cargados al centro de costos del proyecto.

Se determinó en el AMFE que los dos procesos con mayor riesgo de fallo son la exportación de las unidades terminadas a los centros de costos y el proceso en el que Planeamiento se encarga de que todo el material comprometido se entregue a tiempo. Este proceso tiene sus fallos, ya que el Departamento de Planeamiento se involucra tiempo después, lo que genera que no se tenga el

recurso asignado o no conozcan del producto desde el inicio generando *backorder* y posible pérdida de clientes.

Finalmente, los procesos explicados en el SIPOC tienen sus deficiencias, ya que existen fallas de comunicación. Un ejemplo de esto fueron las rupturas de *stocks*, debido a que no existe un foro o un espacio en el que todas las áreas se reúnan y calibren cuáles son las señales que se les quiere dar a compras, tampoco se les deja saber al proyecto cuáles son los riesgos de materiales que pueden existir, si la demanda sube o baja, generando un impacto en la línea (por capacidad o tiempo de entrega del suplidor).

### **Recomendaciones**

Debido a que el Departamento de Planeamiento se involucra después de que el proyecto lleva tiempo fabricando unidades y en relación con los resultados del AMFE, se recomienda reestructurar los procedimientos de planeamiento para nuevos productos, en los cuales puedan estar involucrados desde que inicia el desarrollo del producto y no contar con atrasos a la hora de establecer la demanda con el equipo.

Se aconseja realizar ciclos de capacidad (una reunión mensual de 2 horas – 2 horas y media) en los cuales todas las áreas involucradas (compras, planeamiento, producción, entrenamiento, ingeniería, manufactura, entre otros) puedan entender cuál es la señal que se va a seguir, cuánta cantidad de material se va a necesitar mensualmente, cuánto material será necesario para entrenar personas y a qué porcentaje de *yield* van a construir unidades; a fin de que Planeamiento lo pueda mapear y así Compras pueda seguir la demanda cargada y realizar sus proyecciones.

Se recomienda ejecutar una herramienta MRP para la administración de inventarios, la cual debe contemplar el BOM (Build of Materials), el tiempo de producción de los suplidores, el plan mensual brindado por planeamiento y producción, así como el porcentaje de *scrap* (unidades que se botan), para así colocar órdenes de compra de acuerdo con lo que necesita la línea. Esto va a favorecer al reducir excesos, materiales obsoletos y rupturas de *stock* por falta de material.

Se sugiere brindar entrenamientos a los compradores sobre cómo utilizar las herramientas nuevas y procesos; también incluirlos en el currículo de procedimientos de compras, para que cada persona nueva que entre al equipo se entrene correctamente; ya que, al estar en procedimiento, es auditable, mantener todo bajo procedimiento es la forma en la que las personas puedan asegurar que conocen sus labores.

Finalmente, se recomienda realizar auditorías mensuales para revisar material físico versus sistema utilizando la metodología 5s en el almacén, para así mantener el orden de los materiales, por lo que esta recomendación debe estar en los procesos de logística para asegurar la correcta ubicación de los números de parte en cada una de las localidades, brindando mayor facilidad para su búsqueda, evitando rupturas de *stock*, materiales perdidos o inconvenientes por su localización.

## **CAPÍTULO VI PROPUESTA**

El capítulo VI está conformado por la propuesta del proyecto, el cual está formado por tres partes importantes para finalizar con este trabajo. Primeramente, se desarrolla la propuesta, donde se describen las soluciones técnicas del problema analizado en capítulos anteriores en función al objetivo general y específicos del proyecto. Después, se detalla el plan de implementación, el cual describe el periodo en el que el proyecto se desarrollará. Finalmente, el análisis económico, el cual muestra la inversión del proyecto y se considera el flujo que genere el proyecto (Ingresos, costos y gastos).

### **Propuesta**

De acuerdo con el análisis realizado en el capítulo del análisis de la situación, así como las conclusiones y recomendaciones obtenidas, se busca realizar una propuesta que brinde mejoras en el sistema de inventarios proporcionando mayor trazabilidad, facilidad de información para toma de decisiones y brindar mejor servicio al cliente. Las mejoras y desarrollo de la propuesta están relacionados con los objetivos planteados en el inicio del proyecto para la conformación de una propuesta de control y gestión de inventarios.

### **Ciclos de capacidad**

Debido a la necesidad de nuevos productos por parte de los proyectos, para alinear sus requerimientos de demanda, se sugiere implementar ciclos de capacidad mensuales, los cuales serán dirigidos por el Departamento de Planeamiento, al ser el área encargada de darle seguimiento y trazabilidad al producto final. Por lo que los pasos para incorporar este nuevo proceso son los siguientes:

De acuerdo con el calendario estándar de la empresa, mensualmente los productos comerciales tienen reuniones de capacidad de alrededor de 3 a 5 horas durante la semana del ciclo; al incorporar reuniones más cortas de 2 horas máximo durante esa semana, se pretende calibrar las señales que está teniendo producción contra la que planeamiento sugiere según el proyecto, para así determinar el dato final y definir la demanda – consumo mensual. La finalidad de este control es que todas las áreas involucradas estén al tanto de lo que se necesita mes a mes, para así apearse a esa señal, ya que compras no está teniendo un dato confiable y se compra de acuerdo con estimaciones o promedios.

A continuación, se muestra cómo se debe visualizar la información necesaria para los ciclos de capacidad en relación con los requerimientos, según la necesidad de los departamentos y el proyecto, esto con el fin de que Planeamiento pueda mapearlo y compras pueda hacer sus proyecciones.

**Figura 49 Información para el ciclo de capacidad**

Mes	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Demanda</b>	106	94	125	98	140	39	458	774	758	732	668	335	1,205	1,110	713
<b>Entrenamiento</b>	0	500	500	600	600	800	800	800	800	800	300	300	300	300	300
<b>Pruebas</b>	100	100	150	150	150	150	100	50	0	0	0	0	0	0	0
<b>Yield</b>	79%	79%	79%	80%	80%	79%	79%	80%	82%	82%	82%	82%	84%	84%	84%

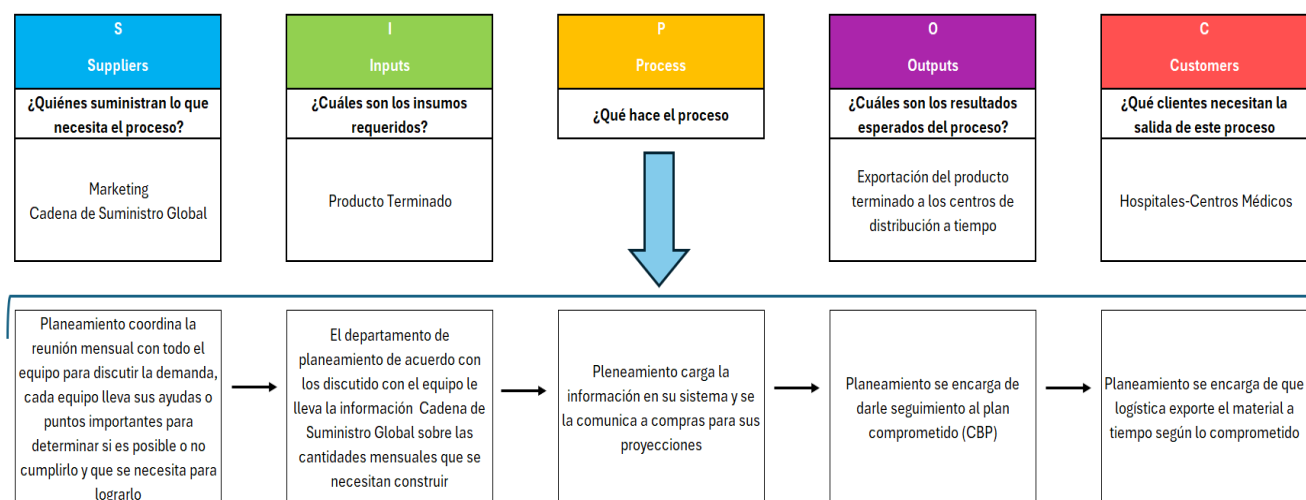
Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 49 **Información para el ciclo de capacidad**, se puede observar qué tipo de información se debe discutir en los foros, esto para que el Departamento de Compras pueda tenerlo dentro de sus requisitos y así el sistema pueda simularlo en la herramienta MRP que se va a desarrollar en esta investigación, con el fin de que solo el material que esté dentro de la tabla se contemple para producir y se aprueben la requisiciones según corresponda.

### Diagramas SIPOC – Restructuración de procesos

Debido a que en los diferentes departamentos se han encontrado ciertas fallas en sus procesos actuales, a continuación, se muestran los nuevos diagramas SIPOC con las mejoras sugeridas:

**Figura 50 Nuevo Diagrama SIPOC Proceso de Planeamiento**

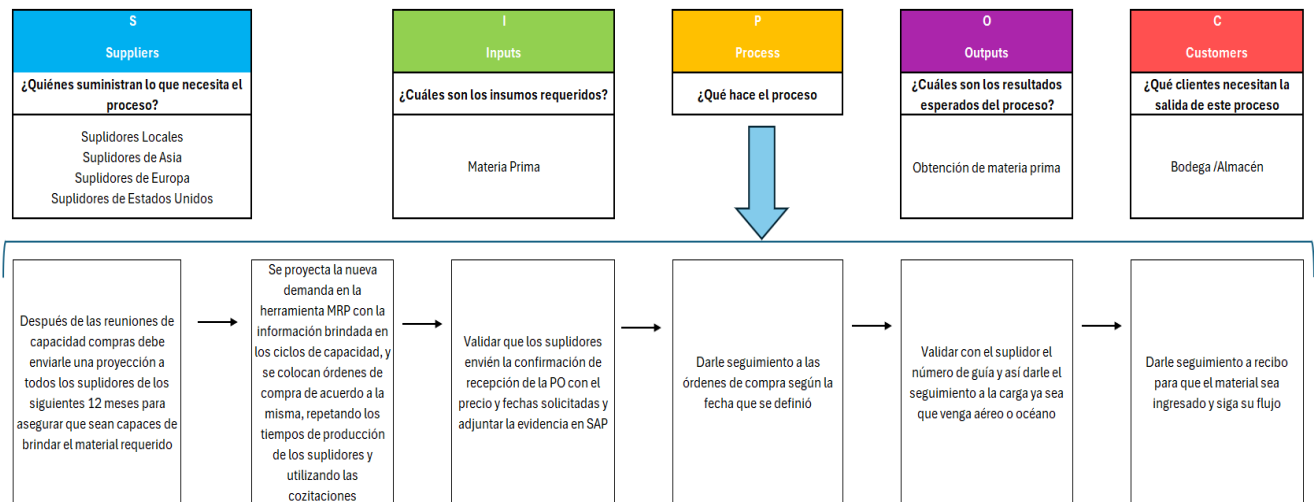


Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Figura 50 **Nuevo Diagrama SIPOC Proceso de Planeamiento**, se puede observar el nuevo cambio del proceso de planeamiento, ya que, como se mencionaba anteriormente, este equipo va a coordinar y agendar mensualmente un espacio de 1 hora y media – 2 horas para discutir las señales de demanda que se ve en los siguientes 12 meses, y así los diferentes departamentos compartan la cantidad de material que necesitan para pruebas y entrenamientos, garantizando que el Departamento de Compras tenga la señal correcta y conozca si existe algún riesgo de materiales con alguno de sus suplidores.

El Departamento cargará la información al sistema Rapid Response, en el cual los compradores pueden visualizarla. Dicho proceso se automatizará y correrá semanalmente por sí solo en la herramienta MRP, en la cual compras va a llevar el control de sus inventarios. Dicho entrenamiento lo brindará un ingeniero Sr del equipo de proyectos durante la jornada laboral, el entrenamiento va a constar de una hora por semana durante dos semanas, de 9 a.m. a 10 a.m., los jueves.

**Figura 51 Nuevo Diagrama SIPOC Proceso de Compras**



Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la **Figura 51 Nuevo Diagrama SIPOC Proceso de Compras**, se puede observar la reestructuración del proceso de compras siguiendo la señal definida en los ciclos de capacidad; al tener la información alineada con el equipo, el Departamento de Compras, como parte de su nuevo procedimiento, verá la información actualizada en Rapid Response, la cual va migrar la herramienta MRP semanalmente y así comprar de acuerdo con la necesidad del negocio, esto para que no existan excesos o compra de materiales que no se van a usar más. Dicho entrenamiento lo brindará un ingeniero Sr del equipo de proyectos a los tres compradores de nuevos productos y al

jefe de compras durante la jornada laboral de dos horas por semana durante dos semanas, de 9 a.m. a 11 a.m., los martes.

### La planeación de requerimientos de materiales – MRP

Para la planificación del requerimiento de materias por el sistema MRP, se debe considerar los diferentes tipos de información para así desarrollarla. Seguidamente, se explica cada una de ellas:

1. Programa maestro de producción (Máster production schedule MPS). En el plan maestro de producción se ve reflejada la cantidad de producto final comprometido en un periodo de tiempo, el cual toma en cuenta el tiempo de producción y de tránsito a centros de distribución o plantas hermanas. En este caso, se verá el requerimiento mes a mes de unidades terminadas que incluye todos los tiempos mencionados anteriormente. Dichas cantidades y necesidad del negocio se va a discutir en los ciclos de capacidad mencionados anteriormente.

A continuación, se muestra cómo se va a observar un Programa Maestro de Producción:

**Figura 52 Programa Maestro de Producción**

Detalle	Ene/2025	Feb/2025	Mar/2025	Abr/2025	May/2025	Jun/2025	Jul/2025	Ago/2025	Sep/2025	Oct/2025	Nov/2025	Dec/2025
Unidades Comprometidas	98	140	51	428	774	758	723	630	662	1,145	1,037	708
Yield A	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	82.0%	82.0%	82.0%	85.0%	85.0%	87.0%
Yield B	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	82.0%	82.0%	82.0%	85.0%	85.0%	87.0%
Yield C	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	82.0%	82.0%	82.0%	85.0%	85.0%	87.0%
Disponibilidad de Turno A	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	95.0%	95.0%	90.0%	90.0%	90.0%	93.0%	93.0%	93.0%
Disponibilidad de Turno B	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	95.0%	95.0%	90.0%	90.0%	90.0%	93.0%	93.0%	93.0%
Disponibilidad de Turno C	85.0%	85.0%	85.0%	85.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	90.0%	90.0%	90.0%
Unidades por hora Turno A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Unidades por hora Turno B	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Unidades por hora Turno C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3
Unidades proyectadas para hacer en horas extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 52 **Programa Maestro de Producción**, se puede ver cómo se compone el programa maestro de producción propuesto, el cual contiene las cantidades de turnos que utiliza el proyecto y su *yield*; en caso de nuevos productos, en la parte de desarrollo, solo se usa un turno. Asimismo, se puede observar las unidades comprometidas y cuánto es la capacidad de la línea, en este caso, la línea puede producir 3 unidades terminadas por hora durante el Turno A.

En el detalle se puede observar que, para enero 2025, se correrán 98 unidades, las cuales van a tener un *yield* del 85% con una disponibilidad de la línea de un 85% también; las mismas van a correr 3 unidades diarias en turno 3 de acuerdo con la capacidad instalada. Según el proyecto vaya creciendo, se necesitará más turnos como lo son el B y el C. Estos se deben considerar como acciones de los ciclos de capacidad según la necesidad del negocio.

Cuando se tengan las reuniones de capacidad, se espera alinear el requerimiento mostrado con las diferentes áreas y definir el requerimiento extra que se debe asumir, ya sea para entrenamiento, pruebas, entre otros, como se muestra en la Figura 49 **Información para el ciclo de capacidad**.

Dichos requerimientos van a ser cargados a Rapid Response como requerimientos independientes para que Compras los pueda visualizar en su demanda total mensual.

2. Lista de materiales (*Bill of materials* (BOM): en la lista del BOM, se puede observar la estructura de cada producto final, donde quedan reflejados los diferentes componentes que forman parte de este, los cuales contienen su unidad de medida, su usaje por dispositivo, entre otros. Este BOM es creado por el Departamento de Diseño, quienes son responsables de actualizarlo si algo cambiara, el mismo se encuentra en Rapid Response y va a ser exportado a la herramienta en el Excel semanalmente.

En la Tabla 27 **Lista de materiales BOM**, se muestra una Lista de Materiales en los cuales se detallan todos los materiales que se compran llamados “materia prima” y sus respectivos subensambles; en cada uno se encuentra la unidad de medida y la cantidad de unidades que se necesita por dispositivo, esto para poder explosionar los requerimientos a cada uno de los materiales y así comprar de acuerdo con su usaje y unidad de medida.

Este BOM está sujeto a cambios según el Departamento de Diseño lo vea conveniente, por lo cual se debe notificar al comprador cada vez que se incluyan o excluyan materiales del BOM en preproducción para evitar rupturas de *stock* o excesos de inventario.

3. Fichero de registro de inventarios (*Stocks*): en el registro de inventario, se tiene la información de cuánto material hay disponible para utilizar, para así no tener excesos ni faltantes del mismo. Dicha información será obtenida de dos lugares: Herramienta FAI, la cual está disponible para descargar cuantas veces sea necesario a través de un Excel, sin embargo, por medio de una macro va a automatizarse y por el sistema SAP en la transacción ZL12. La transacción ZL12 muestra cuándo ingresó el material, cantidades, lotes y fechas de expiración; esta información será automatizada y correrá semanalmente para obtener la información correspondiente y al día.

En la siguiente figura, se puede observar cómo se ve la información desde SAP de la transacción ZL12, y cómo está conformado cada uno de sus apartados. De esta forma, el sistema tomará la

información de esta y así logrará que migre al sistema Rapid Response para la generación del reporte MRP semanal:

**Figura 53 Visualización de Transacción ZL12**

Plant	Stor. Loc.	Material	Batch	UnRestricted	In Qual. I	Blocked	Total	Days Since RevLev
M420	TRAC	92961068-01	5003627664	400	0	0	400	367 05
M420	TRAC	92961068-01	5003648010	140	0	0	140	340 05
M420	TRAC	92961068-01	5003661767	26	0	0	26	322 06
M420	FAIC	92961068-01	5003661859	45	0	0	45	322 06
M420	TRAC	92961068-01	5003692876	549	0	0	549	270 06
M420	FPSB	92961068-01	5003821605	206	0	0	206	96 06
M420	TRAC	92961068-01	5003821605	40	0	0	40	96 06
M420	TRAH	92961068-01	5003821605	80	0	0	80	96 06

Nota: Boston Scientific.

En la Figura 53 **Visualización de Transacción ZL12**, se muestra cómo se visualiza la transacción ZL12, la cual indica lo siguiente:

- Planta (*Plant*): equivale al código de planta al cual el material va a ser comprado.
- Localidad en SAP (*Stor. Loc*): en el lugar físico donde debería estar almacenado el material en la bodega.
- Material: es el número de parte, el cual el Departamento de Compras le coloca la orden de compra al proveedor.
- Lote (*Batch*): es el número de lote Boston que se genera cada vez que un nuevo material se recibe de un proveedor.
- Ilimitado (*Unrestricted*): es la cantidad de material disponible para que la línea use.
- En inspección (*In Qual*): es el material que está pendiente de inspección por parte del Departamento de *incoming*.
- Bloqueado (*Blocked*): es la cantidad de material que ha sido bloqueado por parte del Departamento de Calidad por algún motivo de calidad.
- Total: es la suma de inventario total sin importar si está bloqueado, liberado o pendiente de inspección.
- Día de ingreso (*Days since*): es el día en el que el material se recibió en la planta.
- Revisión (*RevLev*): es la revisión en la que el material se construyó, en caso de nuevos productos, siempre debe ser numérico hasta que se califique.

La información mencionada antes migra diariamente al sistema Rapid Response, el cual va a alimentar la herramienta MRP.

Por otro lado, también se pueden colocar órdenes de compra indirectas, las mismas se van a manejar en la herramienta FAI, que muestra la siguiente información:

**Tabla 13 Visualización de Herramienta FAI**

ID	Número de Parte	Lote	Cantidad	Unidad de Medida	Location	PO#	Revisión
671	51456313-01	3043177-1	419	Unidad	FAIC	1403765	03
760	90962728-01	31140	1100	Unidad	FAIC	1403858	B
761	90962732-01	31141	1100	Unidad	FAIC	1403859	B
790	51534697-01	3353750	1000	Pies	TRAC	8194988	02
839	51456313-01	3514206-1	323	Unidad	TRAC	8181926	03
853	51138886-01	152657	50	Unidad	FAIC	1403771	01
854	51138886-01	152657	0	Unidad	FAIC	1403771	01
857	51567500-01	32607	6275	Unidad	FAIC	1403911	03
875	92359952-01	202302210002	50	Unidad	FAIC	1403893	02
898	51509512-01	9015308148	735	Unidad	TRAC	8197002	03
899	51509512-01	9015291260	735	Unidad	TRAC	8197002	03
903	51567500-01	32607	2250	Unidad	FAIC	1403911	02
922	92814644-01	3737235	30	Unidad	TRAH	8185498	A
944	51542608-01	32607	240	Unidad	TRAC	8182949	N/A
956	51633077-01	s202304093	2000	Unidad	TRAC	8206019	02
959	51456391-01	304777-2	131	Unidad	VALC	8181928	03
998	51456394-01	3731180-1	214	Unidad	TRAC	8181931	03
1001	51437084-01	ML22925	100	Unidad	FAIC	1403932	A
1009	51456313-01	4201634-1	127	Unidad	TRAC	8181926	03
1023	51456391-01	3607869-1	269	Unidad	TRAC	8181928	03
1025	92814645-01	P26673610501	5000	Unidad	FAIC	1403800	02
1038	51456313-01	4201634-02	341	Unidad	TRAC	8181926	03
1040	51437077-03	F008408	13990	Unidad	FAIC	1403732	01
1047	51456394-01	4025391-1	226	Unidad	TRAC	8181931	N/A
1050	51622663-01	33863	3862	Unidad	FAIC	1403967	01
1052	90962727-01	32517-A	550	Unidad	FAIC	1403895	B
1053	90962727-01	32517-B	550	Unidad	FAIC	1403895	B
1122	51349882-01	L220653	1000	Unidad	FAIC	1403962	05
1135	51456391-01	4188276-1	197	Unidad	TRAC	8181928	03
1146	51542434-01	P1-1-7-31854	120	Unidad	TRAC	8182944	04
1162	51437070-01	151600-000	78	Unidad	FAIC	1403976	A
1175	51509512-01	8548252	1000	Unidad	FAIC	1403937	04
1176	51509512-01	8548249	1000	Unidad	FAIC	1403937	02
1177	51509512-01	8308223	1000	Unidad	FAIC	1403937	04

1185	51437084-01	ML22925	100	Unidad	FAIC	1403932	A
------	-------------	---------	-----	--------	------	---------	---

Nota: Boston Scientific.

En la Tabla 27 **Lista de materiales BOM**, se puede observar la información que se obtiene de la herramienta, la cual debe estar lo más actualizada posible, ya que es parte de la propuesta de este trabajo. Dicha información migrará a la herramienta MRP para que sea utilizada en los cálculos respectivos y no se tengan excesos.

La misma cuenta con la información de un número de parte, número de lote, cantidad de material que viene por lote, su unidad de medida, la localidad física en la que se va a almacenar el material, la revisión en la que se construyó el mismo y, por último, la orden de compra que se colocó para comprar el material. Cabe aclarar que, aunque la herramienta se automatice para recibir las señales correctas, el recibo es manual, por lo que puede que exista un error humano.

Seguidamente, se muestra la visualización de lo que sería la propuesta del sistema MRP con todos los puntos necesarios mencionados anteriormente:

En la Figura 54 **Propuesta de Herramienta MRP**, se observa cómo se vería la herramienta, en un Excel se recopila toda la información ya mencionada anteriormente y se formula para que, en la página principal, se pueda ver toda la información necesaria. En esta primera parte, se visualizará el comprador, nombre de proveedor, número de parte, nombre del material que se va a comprar, el inventario que corresponde tanto a inventario disponible como inventario pendiente de inspección, algún requerimiento extra de otro proyecto que comparta el mismo material y el costo estándar (Precio en el que se tiene seteado el costo de la parte por unidad, sin embargo, se compra de acuerdo al volumen).

**Figura 54 Propuesta de Herramienta MRP Parte 1**

Comprador	Proveedor	Número de Parte	Descripción	Inventario	Inventario Disponible para usar	Requerimiento mensual de otro proyecto	Costo estándar
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Inventario Disponible	5445	150	\$ 8.77
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Inventario Pendiente de inspección	0		
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Se comparte con otro proyecto	SI		
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Unidad de medida	Unidad		
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Unidades Finales Disponibles	0		
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Unidad por dispositivo final	2		
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Órdenes de Compra Tarde	0		
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Tiempo de Fabricación del proveedor	126		

Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 54 **Propuesta de Herramienta MRP**, se pueden observar las diferentes secciones que tiene el documento, en el cual se puede apreciar el BOM que indica la unidad de medida, la cantidad de unidades por dispositivo final, que en este caso equivale a dos unidades; el tiempo de producción del suplidor y otra información importante como lo son las órdenes que están tarde por llegar según la confirmación de suplidor, entre otros.

Por otro lado, indica si existe inventario disponible, el cual sería obtenido de la Herramienta FAI y de la transacción ZL12 de SAP mostrado anteriormente, lo mismo para el material pendiente de inspeccionar, el cual tiene que ser inspeccionado y liberado por el Departamento de *incoming*.

Parte de esta herramienta contiene el plan maestro de producción, el que será definido con todas las áreas involucradas en los ciclos de capacidad. Dicho requerimiento ya contiene el porcentaje de *yield* para así asumir la cantidad de unidades que se botan por proceso y tener el suficiente inventario para suplir. Este plan maestro también será automatizado desde el sistema Rapid Response que es donde planeamiento carga lo que comprometió y el mismo se actualice en el Excel semanalmente con los sistemas actuales que tiene la empresa en este momento.

A continuación, se muestra cómo será visualizada la herramienta en el horizonte:

**Figura 55 Propuesta de Herramienta MRP Parte 2**

	Enero 2025	Febrero 2025	Marzo 2025	Abril 2025	Mayo 2025	Junio 2025	Julio 2025
Demanda Pura	98	140	51	428	774	758	723
Yield	79%	79%	79%	80%	80%	79%	79%
Demanda con Yield	124	177	65	534	967	959	916
Tipo	Enero 2025	Febrero 2025	Marzo 2025	Abril 2025	Mayo 2025	Junio 2025	Julio 2025
Demanda	248	355	129	1069	1934	1918	1831
Día de entrega del suplidor contra su tiempo de producción	2/13/2025						
Órdenes de Compra colocadas	0	0	0	0	0	0	0
FAI/TRA/ VAL Orden de Compra							
Simulación de Órdenes de Compra							
Inventario final	5197	4842	4713	3644	1710	(209)	(2040)
Meses de cobertura	4.31	3.44	2.84	1.87	0.84	(0.10)	(1.20)
Inventario de seguridad	1035	2088	3281	3789	3550	3347	3988

Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 55 **Propuesta de Herramienta MRP Parte 2**, se puede detallar la otra parte del documento, en la parte de arriba se muestra la demanda pura, la que se definió y se comprometió por mes, con su porcentaje de *yield* respectivo por mes multiplicado por la cantidad de unidades

requeridas por dispositivo. Esta información es meramente referencial, en caso de que se necesite revisar la información, pero el dato que se debe seguir es el que dice “Demanda”.

Dependiendo del día en que la información se actualice (que normalmente será todos los lunes de cada semana), el reporte tomará en cuenta los días de fabricación de cada uno de los suplidores y así brindar la fecha en la que se espera recibir el material, si se coloca una orden de compra ese día. Esto le generará una alerta al comprador para que coloque órdenes de compra. También en el mismo apartado se cuenta con un espacio para simular las órdenes de compra que se pondrían, indicando cuánta cobertura se tendrá en meses y con cuánto inventario final se terminaría cada mes.

La intención de hacer estas proyecciones es que cada comprador revise todos sus números de parte y revise el *lead time* de sus suplidores, para que las órdenes de compra se coloquen por *lead time* de suplidor y así no tener excesos de material; por ejemplo, el caso de la Figura 55. En ese momento, si el comprador colocaba una orden de compra, iba a recibir material el 13 de febrero, pero revisando la cobertura con el material *on hand*, el número de parte está cubierto hasta abril 2025, por lo tanto, no se necesita comprar más material al suplidor hasta abril.

El espacio de simulación de órdenes de compra funciona para realizar proyecciones en el horizonte y que así resulte más fácil calcular volumen, contando con la información más actualizada, sin tener que caer en suposiciones o estimaciones que afecten el inventario.

Para mayor visualización, se presenta una figura con toda la herramienta completa:

**Figura 56 Visualización de Herramienta MRP Completa**

Comprador		Suplidor		Número de Parte	Descripción	Inventario	Inventario Disponible para usar	Requerimiento mensual de gtm proyecto	Costo estándar	Tipo	Enero 2025	Febrero 2025	Marzo 2025	Abril 2025
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Inventario Disponible	5445	150	\$ 8.77	Demanda			248	355	129	1069
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Inventario Pendiente de Inspección	0					Día de entrega del suplidor contra su tiempo de producción	2/13/2025			
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Se comparte con otro proyecto	SI					Órdenes de Compra colocadas	0	0	0	0
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Unidad de medida	Unidad					FAI/TRA/ VAL Orden de Compra				
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Unidades Finales Disponibles	0					Simulación de Órdenes de Compra				
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Unidad por dispositivo final	2					Inventario final	5197	4842	4713	3544
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Órdenes de Compra Tarde	0					Meses de cobertura	4.31	3.44	2.84	1.87
XXX	Dipositivos Medicos Web	51452204-01	Jeringa	Tiempo de Fabricación del suplidor	126					Inventario de seguridad	1035	2088	3281	3789

Nota: Jimena Nieto León.

Como se puede observar en Figura 56 **Visualización de Herramienta MRP Completa**, se muestra la vista completa de cómo se ven los inventarios, esto iría para cada uno de los números de parte de nuevos productos, distribuido según su BOM. Dicho requerimiento total será cargado al número de dispositivo final, para que se explote según corresponda, para compras el MRP sería su visualización.

Al ser una herramienta que será automatizada vía SAP, todas las órdenes de compra que se coloquen directas van a aparecer en el reporte, al poner órdenes de compra indirectas, se debe llevar un seguimiento manual, por lo que el MRP cuenta con una línea llamada FAI-TRA-VAL órdenes de compras, para que así los compradores no pierdan visibilidad y tengan el sistema lo más actualizado posible. Esto generará que no se dupliquen inventarios y así no tener excesos de los mismos. Finalmente, ambos sistemas, sean directos o indirectos, deben ir al día para no causar problemas en el inventario y generar las buenas prácticas a cada uno de los compradores.

Ahora, de acuerdo con la propuesta de realizar un sistema automatizado, se va a utilizar el sistema Rapid Response, el cual se alimenta de SAP. La información migra de SAP a Rapid Response todos los días antes de las 2:30 p.m., luego de esa hora muchos cambios no se van a ver reflejados hasta el siguiente día.

Como se mencionaba, luego de que la información migra a Rapid Response, esta se conecta con todas las aplicaciones, Power BI y sistemas que se tengan. En este caso, la herramienta MRP va a estar dentro de estas actualizaciones, para que los compradores puedan descargar una copia semanalmente y realizar sus proyecciones respectivas.

Esta información podrá verse reflejada todos los lunes a las 8:00 a.m., junto con el reporte de cobertura que brinda la herramienta. De esta forma, cada comprador podrá visualizar cada uno de sus números de parte y darle seguimiento a las cargas que vienen en tránsito o a las fechas brindadas por el proveedor; así se cuida que no existan retrasos por parte de ellos y resguardar el inventario de la línea.

En Rapid Response se puede visualizar la información que el Departamento de Planeamiento va a firmar o comprometer todos los meses según lo acordado en el ciclo para que la información migre a los sistemas.

La única condición para utilizar este sistema y la herramienta automatizada es que exista un BOM ya liberado en preproducción que explote los requerimientos según corresponda, por lo que en la siguiente figura se observa cómo se ve el sistema Rapid Response:

**Figura 57 Inventario en Rapid Response**

	1-Jan-2025	1-Feb-2025	1-Mar-2025	1-Apr-2025	1-May-2025	1-Jun-2025	1-Jul-2025
Total Demand	210	300	450	630	960	960	510
Customer Demand							
Intersite Demand							
Dependent Demand	210	300	450	630	960	960	510
Filled Demand	210	300	450	630	960	960	510
Accum Unfilled Cust Demand							
Accum Unfilled Other Demand							
Accum Pushed Demand							
Total Supply	3,000			4,294			2,730
On Hand							
Firm Orders	3,000						
Planned Orders				4,294			2,730
Substitution							
Balance	2,595	2,295	1,845	5,509	4,549	3,589	5,809
Safety Stock	345	654	701	2,460	2,781	3,030	3,529

Nota: Boston Scientific Corporation.

En la Figura 57 **Inventario en Rapid Response**, se detalla cómo se ve la información que los planeadores firman su requerimiento, por lo que se explica cada uno de los apartados:

- Demanda Total (*Total Demand*): es toda la demanda que se le verá reflejada a compras ya con los requerimientos explosionados por cada número de parte.
- Demanda del cliente (*Customer Demand*): es la demanda independiente que se ve reflejada y es extraordinaria, lo que quiere decir que es demanda que no estaba comprometida, por ejemplo, cuando se necesita entrenar personas o realizar un retrabajo.
- Demanda entre plantas (*Intersite Demand*): es la demanda que se tendría en caso de que otra planta hermana de Boston necesite agregar requerimientos para producir.
- Demanda dependiente (*Dependent Demand*): es la demanda dependiente, la cual es requerida para construir las unidades según el compromiso
- Demanda llena (*Filled Demand*): es la demanda que contempla solamente los requerimientos dependientes, no los independientes.

- Demanda acumulada (*Accumm Pushed Demand, Unfilled Cust Demand y Unfilled Other Demand*): esta es demanda que queda acumulada en caso de que no se lograra producir las unidades comprometidas, el sistema las va a seguir requiriendo para asegurar el inventario.
- Total de Inventario (*Total Supply*): es la suma del inventario que se tenga en órdenes de compras, a la mano y sugerido por el sistema.
- A la mano (*On Hand*): es el inventario que se tiene disponible para producir.
- Órdenes en firme (*Firm Orders*): son las órdenes de compra directas (Vía SAP) que se tienen colocadas.
- Órdenes planeadas (*Planned Ordes*): son las órdenes que el sistema sugiere poner de acuerdo con el histórico, en caso de nuevos productos no aplica, debido a que no es un producto estable.
- Balance: es la cantidad de inventario con la que se terminaría el mes para arrancar a producir el siguiente.
- Inventario de seguridad (*Safety Stock*): son las cantidades de unidades que se necesitan tener por mes para tener un inventario de seguridad de acuerdo con los requerimientos de las demandas de los siguientes dos meses.

Toda esta información se ve representada en el sistema y alimenta la herramienta; en el caso de nuevos productos, no se utilizan las órdenes planeadas, por lo que cada comprador simula sus requerimientos de acuerdo con la necesidad.

La razón por la que no se usa el sistema Rapid Response es que no es un sistema de compra, sino de visualización; al usar el Excel, el comprador es capaz de filtrar, buscar y ordenar la información según su gusto y necesidad, brindando mayor seguridad en el proceso.

### **Diagrama de proceso Rapid Response**

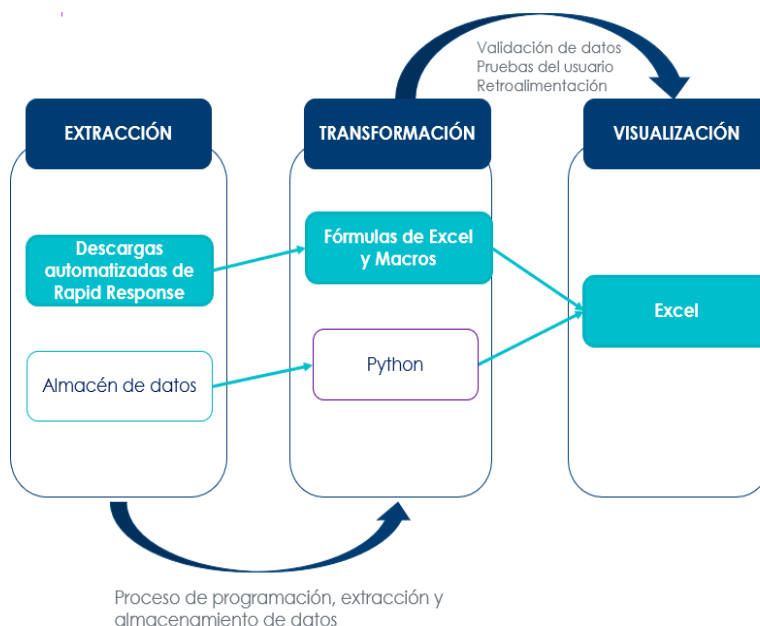
A continuación, se muestra un diagrama de procesos sobre cómo funciona la automatización con el sistema Rapid Response, el cual, como se ha mencionado en diferentes ocasiones, se alimenta de la información que se coloca en el sistema SAP. Dicho sistema se actualiza diariamente hasta las 2:30 de la tarde, todos los cambios que se hagan después de esa hora se verán reflejados hasta dos días después.

El desarrollo de la herramienta tomará alrededor de 11 horas, las cuales se van a trabajar en el transcurso de 8 días. Dicho trabajo estará a cargo de un ingeniero I y un ingeniero II, ambos van a realizar las pruebas y simulaciones correspondientes para garantizar el funcionamiento de la

herramienta; en el momento que todo quede listo, un ingeniero Sr realizará la capacitación al Departamento de Compras, para que empiecen a utilizar la herramienta. Dicha capacitación tomará alrededor de dos horas diarias durante dos semanas.

Seguidamente, se muestra el flujo de proceso sobre cómo funciona la automatización y migración de información a través de los diferentes sistemas. Este trabajo estará a cargo del grupo de proyectos:

**Figura 58 Diagrama de Proceso Sistema a MRP**



Nota: Boston Scientific.

En la Figura 58 **Diagrama de Proceso Sistema a MRP**, se puede observar cómo funciona el proceso de migración de información. La información migra del sistema SAP a Rapid Response donde se almacenan los datos, los mismos quedan guardados en una nube o en un *share point* compartido, donde cada uno de los colaboradores según su rol puede tener acceso. Cuando se crea la herramienta, se conecta con un sistema Python (lenguaje de programación) y macros, de esta forma, la información migra al Excel y se visualiza.

Cuando pasa al Excel, se visualizan los datos, se revisa que la herramienta funcione para el usuario (en este caso los compradores) y se brinda retroalimentación si fuera necesario. Todo esto se ejecuta la primera vez que se automatiza y crea la herramienta, después se aplican mejoras y soporte si es necesario.

Al implementar este tipo de automatizaciones en el reporte, se necesita lo siguiente para garantizar el funcionamiento de este:

- Eliminación de reportes manuales
- Entrenamiento
- Comunicación
- Seguimiento en foros

Si todos los pasos son ejecutados correctamente, la herramienta comenzaría a trabajar sin ningún problema, y si llegara a existir algún problema con la misma, el equipo de proyectos brindará el soporte correspondiente para su uso.

### **Stock de seguridad**

Para garantizar un inventario de seguridad, se debe entender cuánto material se quiere tener sentado en bodega, en caso de que ocurra un incidente debido a incrementos de demanda, problemas de calidad, atrasos con entregas del suplidor, etc. Por lo que se propone tener un inventario de seguridad de 2 meses para nuevos productos, ya que no se puede poner un número fijo a través del tiempo por no tener una demanda establecida como con un producto comercial, por ende, no se tienen históricos de consumo.

Por ejemplo, para uno de los proyectos de nuevos productos que tiene la empresa, se propone realizar un análisis de acuerdo con el tiempo que dura el proveedor en fabricar el material y utilizar un inventario de seguridad movable con el tiempo; lo que quiere decir que, dependiendo de la demanda mensual que se defina con planeamiento, el inventario de seguridad del mes en curso es la suma de la demanda de los siguientes dos meses o un mes dependiendo lo que se defina; para así garantizar que, cuando acabe el mes en curso, se tenga suficiente material para empezar el siguiente mes.

Cabe aclarar que el inventario de seguridad puede ser mayor a dos meses, inclusive si es un suplidor que tiene antecedentes de mover entregas, de no cumplir el plan acordado o no seguir las normas que la empresa acordó, se puede incrementar el inventario, esto dependerá de la necesidad del proyecto y el almacén.

A continuación, se muestra cómo se vería el inventario de seguridad de dos meses simulado en la herramienta MRP:

**Figura 59 Inventario de Seguridad en Herramienta MRP**

Comprador	Suplidor	Número de Parte	Descripción	Inventario	Inventario Disponible para usar	Requerimiento mensual de otro proyecto	Costo estándar	Tipo	Oct-24	Nov-24	Dec-24	Jan-25
Jimena	Empaque SA	50892699-01	Tear Tab	Inventario Disponible	2000		\$ 1.10	Demanda	895	895	895	1020
Jimena	Empaque SA	50892699-01	Tear Tab	Inventario Pendiente de inspección	0			Día de entrega del suplidor contra su tiempo de producción	12/10/2024			
Jimena	Empaque SA	50892699-01	Tear Tab	Se comparte con otro proyecto	NO			Órdenes de Compra colocada	0	2500	2000	0
Jimena	Empaque SA	50892699-01	Tear Tab	Unidad de medida	Unidad			FAI/TRAJ/ VAL Orden de Compra				
Jimena	Empaque SA	50892699-01	Tear Tab	Unidades Finales Disponibles	0			Simulación de Órdenes de Compra				
Jimena	Empaque SA	50892699-01	Tear Tab	Unidad por catéter	1			Inventario final	1105	2710	3815	2795
Jimena	Empaque SA	50892699-01	Tear Tab	Órdenes de Compra Tarde	0			Meses de cobertura	1.13	2.71	3.74	2.74
Jimena	Empaque SA	50892699-01	Tear Tab	Tiempo de Fabricación del suplidor	70			Inventario de seguridad	1790	1915	2040	2040

Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 59 **Inventario de Seguridad en Herramienta MRP**, se puede observar en la línea amarilla subrayada con el título inventario de seguridad, el cálculo del mismo, esto lo que quiere decir a nivel de compras y de inventarios, para no tener paros de línea, es que el requerimiento que va a pedir el sistema en octubre es la demanda de noviembre y diciembre sumada, ya que la expectativa es que, cuando se termine el mes, el requerimiento pueda cubrir la demanda de los siguientes dos meses, previniendo cualquier ruptura de *stock* por los motivos mencionados anteriormente. Los pasos para calcularlo son los siguientes:

1. La suma de la demanda de los siguientes 2 meses (895 unidades de noviembre + 895 unidades de diciembre = 1790 unidades).
2. Se corre la fórmula hasta el final del reporte para ver el requerimiento del inventario de seguridad durante el tiempo.

Cabe aclarar que el inventario de seguridad solo se construye una vez, ya que es inventario que se va a quedar almacenado hasta que se necesite. Igualmente, este inventario se manejará por FIFO para que no expire y se pueda aprovechar.

### Metodología 5s

Con el propósito de organizar la bodega y facilitar la búsqueda de materiales colocados en la herramienta FAI, se propone la implementación de la metodología 5S, por lo que se debe brindar al equipo el entrenamiento necesario para realizar las tareas. Dicho entrenamiento lo ofrecerá el supervisor de bodega a los 4 bodegueros y al coordinador durante la jornada laboral. La

capacitación va a tomar alrededor de dos horas y media por semana durante dos semanas, de 9 a.m. a 10:30 a.m. los martes y de 1 p.m. a 2:30 p.m. los jueves.

Al tener al personal capacitado, se comienzan a realizar los siguientes procesos:

- Seiri (Organizar)
  1. Categorizar los productos que se reciben en la herramienta FAI y ordenarlos por FIFO.
  2. Revisar que todo el material que está en sistema concuerde físicamente (etiquetas, número de lotes, revisión de construcción, cantidades, entre otros).
  3. El Departamento de Compras realiza sus proyecciones contra sistema y verifica que el material no se vaya a expirar según la fecha de expiración.
  4. Realizar un reporte y notificar a compras si hay materiales con discrepancias para que se encarguen de realizar las correcciones correspondientes.
- Seiton (Ordenar):
  1. Para las partes que se encuentran en la herramienta de FAI, en la zona de la bodega se necesita etiquetar o demarcar *racks* y tarimas con la localidad que se le asigne en ese espacio, para así encontrar la ubicación del producto según la herramienta, por ejemplo, como en la Tabla 14 **Nombre de ubicación de productos de acuerdo con la PO colocada:**

**Tabla 14 Nombre de ubicación de productos de acuerdo con la PO colocada**

Tipo de PO	Nombre de ubicación
VAL	Rack VALC Edificio C
	Rack VALH Edificio A
FAI	Rack FAIC Edificio C
	Rack FAIH Edificio A
TRA	Rack TRAC Edificio C
	Rack TRAH Edificio A

Nota: Jimena Nieto León.

Después de que los *racks* y tarimas fueron identificados correctamente en un lugar visible, según la Tabla 14 **Nombre de ubicación de productos de acuerdo con la PO colocada**, se explica que:

2. Al tener las localidades debidamente identificadas, se podrán acomodar en el *rack* o la tarima según el tipo de orden de compra y número de parte; de este modo, se actualiza la herramienta con la localidad correspondiente y se identifica si se encuentra en edificio A o C.
3. Se propone que el departamento realice revisiones semanales para asegurarse de que los materiales en la herramienta se encuentren en las localidades correspondientes tanto físicamente como en sistema, para así garantizar que no existan discrepancias y no se pierda tiempo buscando el material.

- Seiso (limpiar):

Después de realizar la clasificación de los materiales por tipos de orden de compra y haber ordenado los *racks*, se realiza limpieza de esta para evitar polvo, comején, insectos, etc. Por lo que se propone realizar rutinas de limpieza, en la cual es personal va a tener un horario y zona en la cual limpiar, también fomentar una cultura de la misma en la que mantener el área limpia sea algo que todos los colaboradores adapten en su día a día. Por último, para asegurar la efectividad de Seiso y 5s, se deben realizar auditorías de limpieza periódicamente, las mismas permiten evaluar si se están cumpliendo los estándares de limpieza y si se requieren ajustes o mejoras en la implementación de 5s.

- Seiketsu (estandarizar):

1. Incentivar a todos los colaboradores la limpieza y el orden de la bodega, especialmente del área donde se almacenan los nuevos productos, ya que es el lugar donde no se está llevando el control de este.
2. Asignar responsabilidades al personal para verificar que el inventario esté cumpliendo con trazabilidad, orden y limpieza, y así cumplir con los requerimientos necesarios de la metodología.
3. Demarcar basureros y señalización para que se mantenga el orden en cada uno de los espacios del almacén y tener prioridad en la seguridad de cada colaborador.
4. Incentivar con imágenes, colores y herramientas que fomenten el orden y limpieza del almacén.

- Shitsuke (mantener):

1. Fomentar constantemente de manera verbal y alrededor del edificio a los colaboradores que tienen contacto directo con los pacientes, los cuales dependen el servicio que les brinden y cómo se salvan vidas.
2. Elaborar auditorías de 5s con el mismo personal para promocionar la colaboración de la empresa, por ejemplo, el almacén audita 5s de administrativos y administrativos audita almacén registrando que la bodega se encuentre en las condiciones necesarias y llevar las ayudas – mejoras a los foros. Dichas auditorías van a ser programadas una vez al mes.
3. Compartir dentro de la empresa en diferentes foros con la alta Gerencia y colaboradores, los resultados obtenidos de la implementación, antes de que se comenzaran a aplicar las acciones para observar las mejoras.

## AMFE final

De acuerdo con el desarrollo de la propuesta, en el capítulo IV se realizó un AMFE para determinar los potenciales riesgos que podían surgir con el sistema de inventarios actual, por lo que, en el capítulo de propuesta, se muestra la expectativa en relación con todo lo que se ha ido desarrollando en el capítulo.

**Figura 60 AMFE final**

Sistema de Control y Gestión de Inventarios Actual	Función	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Implementadas	SEV	OCU	DET	NPR
¿Cuál es el proceso o producto?	¿Cuál es la función del proceso o producto?	¿De qué maneras puede fallar?	¿Cuál es el impacto cuando hay un fallo (cliente o funcionamiento)?	¿Qué tan severo es el efecto para el cliente o funcionamiento?	¿Qué causa que falle?	¿Qué tan seguido ocurre la causa o modo de Falla?	¿Cuáles son los controles existentes y procedimientos preventivos?	¿Qué también pueden detectar la Causa o Modo de Falla?	SEV - OCU - DET	¿Cuáles son las acciones para reducir la Ocurrencia de la Causa o mejorar la Detección?	¿Quién es responsable de las acciones recomendadas?	Anotar las acciones implementadas. Incluye fecha de finalización.				
Colocar órdenes de compra de acuerdo a un dato de demanda basada en supuestos	Garantizar que haya material disponible para producir	Al poner la orden de compra y que esté fuera de tiempo del suplidor y el material no llegue a tiempo	Llegada tardía del material a la planta	5	Falta de planificación del requerimiento mensual del proyecto	8	Ninguno	3	120	Calibrar la demanda mensual en los ciclos de capacidad	Planeamiento y producción	No se va a realizar una implementación en este proyecto	5	3	2	30
Los suplidores envían la confirmación de la orden de compra con fechas y cantidades	Actualizar el sistema con la información más actualizada	Los suplidores nos envían el material en la fecha comprometida	Existen atrasos en las entregas de material	6	No hay alineación ni educación con los suplidores y sus entregas	3	Ninguno	8	144	Evaluación anual del rendimiento del suplidor	Departamento Comercial y Compras	No se va a realizar una implementación en este proyecto	6	3	6	108
Almacén recibe la carga y la ingresa en SAP o la aplicación FAI	Ingresar el material a sistema para que haya trazabilidad	Almacén comete un typo a la hora de ingresar la información al sistema al ser un proceso manual	El material no se encuentra físicamente o toma mucho tiempo encontrarlo	8	Procedimientos manuales	9	Herramienta manual FAI y SAP	4	288	Reestructuración del almacenamiento de nuevos productos en el almacén	Almacén	No se va a realizar una implementación en este proyecto	7	4	4	112
Producción solicita la requisición con los componentes y cantidades necesarias	Compras aprueba el material para que producción construya el dispositivo	Las requisiciones duran más de 24 horas para que sean completadas	Paros de línea por ausencia de material	10	Las requisiciones no se hacen con tiempo y el material se atrasa	7	Ninguno	2	140	Realizar requisiciones con la cantidad de material acordada en los ciclos de capacidad	Planeamiento Producción Compras	No se va a realizar una implementación en este proyecto	7	5	3	105
Producción fabrica el dispositivo y lo empaqueta	Tener el producto terminado a tiempo	Producción no cumple con su requisito	Creación de backorder	8	El Core Team no alinea un consumo mensual	9	Reunión semanal con el Core Team	2	144	Realizar reuniones mensuales de capacidad para definir volumen	Todos los departamentos involucrados	No se va a realizar una implementación en este proyecto	8	2	7	112
Planeamiento contacta a shipping para la exportación	Planeamiento se encarga de que todo el material se entregue a tiempo	Planeamiento no cuenta con toda la información y existen atrasos	Atrasos en las entregas	7	Planeamiento es incluido hasta el final de la implementación	7	Ninguno	7	343	Incluir a planeamiento desde el inicio del proyecto, cambiar su procedimiento	Departamento de proyecto y planeamiento	No se va a realizar una implementación en este proyecto	7	2	8	112
Shipping exporta el material a los centros de distribución	Exportar el material a los centros de distribución y plantas hermanas	El material no se exporta a tiempo	El cliente tiene que esperar el producto	10	El Core Team no alinea un consumo mensual ni en prevenir causas	6	Reunión semanal con el Core Team	8	480	Realizar reuniones mensuales de capacidad para definir volumen y evitar atrasos	Todos los departamentos involucrados	No se va a realizar una implementación en este proyecto	6	3	6	108

Nota: Jimena Nieto León.

En la Figura 60 **AMFE final**, se pueden observar las últimas dos columnas con las acciones recomendadas y los responsables de cada una de las acciones; en la parte de acciones implementadas, no se llena, ya que en este proyecto no se va a desarrollar la implementación, solo se brindará la propuesta.

Debido a que no se implementa, en las columnas de SEV, OCU y DET fueron realizadas de acuerdo con una expectativa, ya que, si se fueran a implementar, se espera cambios en los procedimientos tanto de compras como planeamiento y almacén, junto con la reestructuración del almacén y el alineamiento de demanda y requerimientos mensuales. Por lo que se espera un NPR en todos sus procesos con riesgo de fallo bajo (entre 1-124), ya que siempre existe un riesgo de que algo se llegue a atrasar, pero, al tener controles, se espera que exista calibración con todas las áreas y requerimientos formales.

### **KPI indicadores de gestión en inventarios**

Se propone la implementación de métricas de evaluación de inventario mediante indicadores de control, los cuales se van a evaluar de manera semanal o mensual; los mismos serán registrados durante el tiempo con el fin de visibilizar el comportamiento de la gestión y control de inventarios de nuevos productos de Boston Scientific.

A continuación, se muestran los indicadores propuestos para el control de suministros de inventarios en el área de nuevos productos:

- Tasa de cobertura =  $\text{Stock promedio} / \text{Demanda promedio}$
- Confiabilidad del inventario =  $(\text{Inventario físico} / \text{Inventario en sistema}) * 100$
- Obsolescencia:  $\text{Número de entregas al proveedor} / \text{Rotación}$
- Rotación de inventario =  $(\text{Aprovisionamiento} / \text{Existencias}) * 100$
- Cantidad óptima de inventario =  $EOQ = \sqrt{2DS HC}$
- Valor de inventario:  $\text{Valor de inventario físico} / \text{Costo de venta de mercancía}$
- Costo de inventario =  $(\text{Costos totales} / \text{Valor promedio del inventario}) * 100$
- Tasa de pedidos atrasados =  $(\text{Número total de pedidos atrasados} / \text{número total de pedidos}) * 100$

Se recomiendan ocho indicadores que midan tanto almacén como compras, los responsables de mantener los indicadores de control al día y actualizados son los compradores de nuevos productos y su jefe de compras. De esta forma, se lleva un control y mayor seguridad de que los inventarios

estén en óptimas condiciones y brindando resultados positivos. Estos datos deben ser incluidos en los KPI del área de materiales y se deben revisar semanalmente con todo el equipo incluyendo jefes y directores del área, así se podrá brindar visibilidad de la gestión y control de los inventarios.

### Análisis económico

En el siguiente apartado, se utilizan herramientas para calcular la inversión, beneficios y costos que sugiere la implementación de la propuesta de un sistema de control y gestión de inventarios en nuevos productos, para así brindar la información correspondiente para la toma de decisiones. Dicha información facilita la toma de decisiones al proyecto y a los miembros que lo conforman.

### Costos de capacitaciones – entrenamientos

A continuación, se muestran los salarios ya con los rebajos de las cargas sociales de los diferentes puestos tomando en consideración los rangos salariales de la empresa y de los salarios mínimos mostrados en el Ministerio de Trabajo. Esta información se toma como base para todos los entrenamientos que se necesiten realizar para la ejecución de la propuesta y la incorporación de los nuevos sistemas y metodologías.

**Tabla 15 Salario con cargas sociales**

Puesto	Salario Con Cargas Sociales	Salario Con Cargas Sociales \$	Costo x hora	Costo x hora en \$
Bodeguero	₡ 468,131	\$ 900.25	₡ 2,648	\$ 5.09
Coordinador de Bodega	₡ 785,252	\$ 1,510.10	₡ 4,441	\$ 8.54
Supervisor de Bodega	₡ 1,026,868	\$ 1,974.75	₡ 5,808	\$ 11.17
Jefe de Bodega	₡ 1,306,237	\$ 2,511.99	₡ 7,388	\$ 14.21
Ingeniero - Comprador – Planner I	₡ 1,434,595	\$ 2,758.84	₡ 8,114	\$ 15.60
Ingeniero - Comprador – Planner II	₡ 1,691,312	\$ 3,252.52	₡ 9,566	\$ 18.40
Ingeniero – Comprador – Planner Sr	₡ 1,978,231	\$ 3,804.29	₡ 11,189	\$ 21.52
Jefe de Compras - Planeamiento	₡ 2,189,645	\$ 4,210.86	₡ 12,385	\$ 23.82

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 15 **Salario con cargas sociales**, se pueden observar los diferentes puestos que van a dar la capacitación o recibirla, para calcular el salario con cargas sociales, se toma el porcentaje del 51.01% que incluye todo lo que a la empresa le cuesta en dinero tener cada uno de sus empleados. Dichos datos se pasaron a dólares con el tipo de cambio de ₡ 520 y se tomaron los días laborales

que, en este caso, son 5 días, los cuales se laboran 8 horas, en total equivale a 176.8 horas al mes, con estos datos se puede calcular el costo en dólares por hora, el cual se ve representado en la tabla.

De acuerdo con la propuesta, se debe mapear el costo de los entrenamientos y capacitaciones que se necesitan debido a los cambios de los procesos actuales, lo que genera tiempo y trabajo de los diferentes colaboradores, para luego agregar estas nuevas prácticas a sus roles y adoptarlo al currículo de entrenamientos, por lo que se debe considerar todo el tiempo que será invertido para dichas mejoras.

De esta forma, se requiere entender cuánto es el costo de entrenar y capacitar a los colaboradores en los nuevos procesos, los cuales van a durar alrededor de cuatro semanas, debido a que, cuando se termina el entrenamiento a cada persona, se le debe actualizar su currículo de entrenamientos en la plataforma, y esta toma un periodo de una semana aproximadamente.

Por lo que, en la siguiente tabla, se puede analizar el detalle de cada uno de los entrenamientos que necesita cada área involucrada en la propuesta:

**Tabla 16 Costo de entrenamientos**

Tarea	Persona que brinda el entrenamiento	Costo x hora	Personas a capacitar	Puesto de personas a capacitar	Costo x hora	Duración en Horas	Días	Costo total
Capacitación al Departamento de Compras del MRP y nuevo proceso	(1) Ingeniero Sr	\$ 21.52	2	Comprador I	\$ 15.60	2	2	\$ 210.88
			1	Comprador II	\$ 18.40	2	2	\$ 73.60
			1	Jefe de Compras	\$ 23.82	2	2	\$ 95.28
Capacitación y entrenamiento del Departamento de Planeamiento	(1) Ingeniero II	\$ 20.83	1	Planner II	\$ 18.40	1	2	\$ 78.46
			1	Jefe de Planeamiento	\$ 23.82	1	2	\$ 47.64
Capacitación y entrenamiento del Departamento de Bodega	(1) Supervisor de Bodega	\$ 11.17	4	Bodeguero	\$ 5.09	3	2	\$ 189.18
			1	Coordinador de Bodega	\$ 8.54	3	2	\$ 51.24
<b>Total</b>		<b>\$ 53.52</b>	<b>11</b>		<b>\$ 113.67</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>\$ 746.28</b>

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 16 **Costo de entrenamientos**, se muestran los tres tipos de entrenamientos que la empresa debe brindar a sus empleados para poder ejecutar la propuesta del sistema de gestión y control de inventarios; por lo que se toma en cuenta tanto el salario por hora de la persona que brinda la capacitación como la de las personas que van a ser entrenadas; por ejemplo, en el entrenamiento de compras, las personas que están en el equipo de nuevos productos son tres compradores y un jefe de compras, se multiplican sus salarios por hora en la cantidad de horas y días que requieren los entrenamientos para así obtener el costo y horas finales por departamento.

### Costo de Herramienta MRP y Automatización

Según el costo de la herramienta y automatización de esta, se va a considerar solamente el tiempo que le toma al equipo de procesos crear la herramienta desde cero y automatizarla con los sistemas de la empresa, ya que la compañía, independientemente realice la herramienta MRP o no, paga sus licencias y sus permisos.

Dicho esto, a continuación, se muestra una tabla con las tareas y su duración en horas que se necesitan para realizar la herramienta, incluyendo el costo de las cargas sociales mencionadas en la Tabla 15 **Salario con cargas sociales**.

**Tabla 17 Costo de Herramienta MRP y Automatización**

Tarea	Puesto	Costo x hora	Personas	Duración en Horas	Días	Costo total
Elaborar la herramienta MRP según la necesidad de compras	Ingeniero I	\$ 15.60	1	4	3	\$ 187.20
Extraer información de Rapid Response y almacenar datos	Ingeniero I	\$ 15.60	1	2	1	\$ 31.20
Transformar la información en fórmulas de Excel y macros	Ingeniero II	\$ 20.83	1	2	2	\$ 83.32
Consolidar toda la información que necesita la herramienta MRP para visualizar la data	Ingeniero I	\$ 15.60	1	2	1	\$ 31.20

Realizar pruebas para comprobar que los sistemas y herramientas funciones correctamente	Ingeniero I	\$ 15.60	1	1	1	\$ 15.60
		<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>\$ 348.52</b>

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 17 **Costo de Herramienta MRP y Automatización**, se muestra cuánto tiempo y dinero equivale elaborar la herramienta MRP y cómo automatizarla para eliminar el error humano al hacer el refrescamiento de la información manual.

Por lo que, al disponer del tiempo de un ingeniero I y II, para la elaboración de la automatización y construir y formular toda la herramienta MRP que se mostró en la propuesta, dicho trabajo costará alrededor de \$348.52; los cuales equivalen al tiempo que les tomó a los ingenieros realizar el sistema con los puntos importantes mencionados en la propuesta.

#### **Costo de reestructuración de inventarios en el almacén**

Los colaboradores de almacén van a invertir tiempo para ordenar, limpiar y organizar el almacén en la parte de nuevos productos, a fin de tener el área lista para comenzar a darle los seguimientos correspondientes y tener el proceso estandarizado para cuando se incorpore las 5s en la bodega.

Dicha inversión para realizar el acomodo y reestructuración de nuevos productos en la bodega se ve reflejada en la Tabla 18 **Inversión de reestructuración de inventarios**:

**Tabla 18 Inversión de reestructuración de inventarios en el almacén**

Tarea	Puesto	Costo x hora	Personas	Duración en Horas	Días	Costo total
Revisar que todo el material que está en sistema concuerde físicamente	Bodeguero	\$ 5.09	3	5	2	\$ 152.70
Etiquetar o demarcar racks y tarimas con la localidad que se le asigne y acomodarla en el	Bodeguero	\$ 5.09	3	5	2	\$ 152.70

edificio que corresponda						
Verificar que el inventario esté cumpliendo con trazabilidad, orden y limpieza	Bodeguero	\$ 5.09	1	2	1	\$ 10.18
	Coordinador de Bodega	\$ 8.54	1	2	1	\$ 17.08
Auditorías de Limpieza	Coordinador de Bodega	\$ 8.54	1	1	1	\$ 8.54
Auditorías de 5s	Bodeguero	\$ 5.09	1	2	1	\$ 10.18
	Coordinador de Bodega	\$ 8.54	1	2	1	\$ 17.08
	Jefe de Bodega	\$ 14.21	4	2	1	\$ 113.68
		<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>\$ 482</b>

Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Tabla 18 **Inversión de restructuración de inventarios**, para realizar una limpieza, restructuración y acomodo de los materiales, se necesita alrededor de 21 horas que equivalen en dinero \$ 482 tomando en cuenta su salario por hora, cantidad de días y horas requeridas para realizar el trabajo. Durante 2 días, los bodegueros se van a encargar de ordenar y asegurar que la herramienta contenga toda la información físicamente, de este modo, se asegura que compras tiene material almacenado debidamente rotulado y en buen estado.

Después de estandarizar el proceso mensualmente, se van a realizar auditorías internas de 5s y de limpieza para mantener las acciones y no volver a caer en malas prácticas. Dicho monto se encuentra reflejado en la Tabla 18 que equivale a \$149,48 mensual contando el costo por hora de los bodegueros, coordinador y jefe de almacén.

### **Costo de stock de seguridad**

Para poder suplir la demanda del proyecto y mantener el inventario suficiente ante cualquier eventualidad, ya sea de calidad, incrementos de demanda o atrasos del suplidor, se debe definir cuánto inventario se necesita tener sentado en bodega y qué implicaciones tiene. Por ejemplo, cuánto equivale en dinero tener una política de inventario de 2 meses, ya que, al ser un nuevo producto, no se puede definir un número fijo a través del tiempo. También va de la mano si el almacén permite tener el inventario en los edificios cumpliendo con el espacio y seguridad de todos los trabajadores.

Por lo que, a continuación, se puede observar una tabla con la opción de política de inventario de seguridad y proponerlo al proyecto para evitar gastos extraordinarios dependiendo de sus necesidades:

**Tabla 19 Costo de inventario de seguridad**

Número de parte	Costo estándar	Promedio de requerimientos para 2025	Promedio Anual de requerimientos para el 2025	Promedio de requerimientos para 2025 (2 meses)	Promedio Anual de requerimientos para el 2025
51706079-01	\$ 90.15	882	\$ 79,546	1,765	\$ 159,092
51767594-03	\$ 35.15	882	\$ 31,015	1,765	\$ 62,031
92961068-01	\$ 40.15	882	\$ 35,427	1,765	\$ 70,855
50427152-01	\$ 20.00	1,765	\$ 35,295	3,530	\$ 70,590
51452204-01	\$ 3.69	1,765	\$ 6,512	3,530	\$ 13,024
51371995-01	\$ 3.72	877	\$ 3,264	1,755	\$ 6,528
51524816-01	\$ 1.77	1,765	\$ 3,124	3,530	\$ 6,247
51077608-02	\$ 1.65	1,765	\$ 2,912	3,530	\$ 5,824
51371996-01	\$ 2.38	877	\$ 2,088	1,755	\$ 4,177
51455037-01	\$ 1.96	877	\$ 1,720	1,755	\$ 3,439
51543335-01	\$ 1.50	882	\$ 1,324	1,765	\$ 2,647
51496633-01	\$ 1.50	882	\$ 1,324	1,765	\$ 2,647
51524733-01	\$ 1.08	882	\$ 953	1,765	\$ 1,906
51988779-01	\$ 0.90	877	\$ 790	1,755	\$ 1,579
50892699-01	\$ 1.10	693	\$ 762	1,385	\$ 1,524
92088725-02	\$ 0.68	300	\$ 204	599	\$ 407
51424319-01	\$ 0.48	693	\$ 332	1,385	\$ 665
	<b>Total</b>	<b>17,547</b>	<b>\$ 206,591</b>	<b>35,095</b>	<b>\$ 413,182</b>

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 19 **Costo de inventario de seguridad**, se puede observar cuál es el promedio de unidades que el proyecto tiene estimadas para el 2025 junto con el costo estándar del material, para calcular cuánto inventario de seguridad equivale a dos meses, se multiplica el requerimiento por su costo estándar. En este caso, se debe tomar cada uno de los números de parte que forman parte de un BOM que no sean subensambles y sean compartidos con otras familias de productos ya comerciales.

Como referencia se tomó un proyecto que está en curso, considerando su volumen y demanda se puede observar que tener 2 meses de inventario de seguridad equivale alrededor de \$413,182, al tener esta visualización, se puede considerar si es rentable o no para el proyecto según el nuevo

presupuesto que vayan a generar. El monto de inventario es el doble, ya que se estaría duplicando los requerimientos. Esta política les aplica solamente a nuevos productos, ya que, cuando pase a comercial, se rige por los procedimientos establecidos para dichos productos.

### Costo de valor de inventario

Como parte de la implementación, se sugiere que el indicador de valor de inventario sea menor a un 85% para nuevos productos. Esta elección va de la mano con el inventario físico contra el costo de venta, al sobrepasar el 85%, se estaría poniendo en riesgo no recibir ninguna ganancia o inclusive tener pérdidas, por lo tanto, para llegar al 85%, en promedio, se deberían contemplar en materiales mensualmente como máximo un monto de \$21,200. Para mayor visualización, ver la Tabla 20 **Propuesta de valor de inventario**:

**Tabla 20 Propuesta de valor de inventario**

Mes	Valor Inventario Físico	Valor de Costo de Venta	Valor Indicador
Promedio Mensual	\$ 21,200	\$ 25,000	85%

Nota: Jimena Nieto León.

Esta propuesta va de la mano con la cantidad de material que se tiene físicamente en la bodega listo para consumir, cuanto menos sea el indicador, mayor serán las ganancias. El tener el indicador a un 85% ayuda a que no se estén teniendo pérdidas, al implementar todas las mejoras descritas, se espera tener el indicador lo más bajo posible en relación con el valor de venta. Esto es un dato promedio, ya que la demanda de un nuevo producto cambia constantemente.

En la Tabla 21 **Costo final de la propuesta**, se desglosan y resumen los costos correspondientes a la inversión propuesta y anteriormente descritos:

**Tabla 21 Costo final de la propuesta**

Costos de Inversión Propuesta	
Capacitación al departamento de Compras del MRP y nuevo proceso	\$ 380
Capacitación y entrenamiento del departamento de planeamiento	\$ 126
Capacitación y entrenamiento del departamento de bodega	\$ 240
Elaboración y automatización de Herramienta MRP	\$ 348
Reestructuración de Inventarios en el Almacén	\$ 482
Propuesta de valor de inventario mensual	\$ 21,200
Propuesta de 2 meses de inventario de seguridad	\$ 413,182
<b>Inversión Total</b>	<b>\$ 435,958</b>

Nota: Jimena Nieto León.

Como se puede observar, en la Tabla 21 **Costo final de la propuesta**, se encuentra cada uno de los gastos que se tendrían que incurrir para implementar la propuesta, por lo que se sugiere un inventario de dos meses de seguridad, contemplando que existan incrementos de demanda o atrasos con el proveedor, la ejecución de la herramienta MRP para compras que va de la mano junto con la reestructuración de los inventarios de nuevos productos en el almacén, para que toda la información esté alineada y migre correctamente a la herramienta, y, por último las capacitaciones y entrenamientos que son la forma de que todos los empleados involucrados conozcan los procedimientos y realicen los procesos correctamente. Todo esto genera una inversión de \$435,958 al proyecto.

El inventario de seguridad se construye solamente una vez, ya que es inventario que estará almacenado en caso de emergencias; mensualmente se deben colocar órdenes de compra para siempre estar al 100% de inventario de seguridad y así tener el suficiente material para construir. Este inventario de seguridad bodega lo trabajará por FIFO.

Por lo que, si se toma la diferencia entre los gastos que se incurrieron en los últimos meses antes de plantear una propuesta, se puede observar lo siguiente:

**Tabla 22 Ahorro en manejo de inventario**

Ahorros de Inventarios			
Actividad	Gastos	Actual	Diferencia
Valor de inventario mensual	\$ 25,000	\$ 21,200	\$ 3,800
Auditorías internas de limpieza y 5s	\$ -	\$ 149	\$ (149)
Inventario de seguridad	\$ -	\$ 413,182	\$ (413,182)
Horas Extras por materiales	\$ 1,250	\$ -	\$ 1,250
Pérdida al no cumplir con las unidades requeridas	\$ 473,974	\$ -	\$ 473,974
<b>Gasto Total</b>	<b>\$ 500,224</b>	<b>\$ 434,531</b>	<b>\$ 65,693</b>

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 22 **Ahorro en manejo de inventario**, se puede observar la diferencia que se tiene en dólares al implementar la propuesta con relación a los gastos incurridos durante dos meses, por no tener un presupuesto en materiales y no contemplar gastos como las horas extras o pérdidas por no cumplir unidades.

Por lo que se puede observar que, en relación con los gastos incurridos y el implementar la propuesta, se tiene una diferencia de \$65,963 y esta va a generar ganancias mensuales y a través del tiempo, ya que el primer mes no se verán mejoras debido a que se está haciendo una inversión grande.

A continuación, se muestra la inversión mensual y anual con la propuesta:

**Tabla 23 Mantenimiento de la propuesta**

<b>Mantenimiento de la Propuesta</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Monto Mensual</b>	<b>Monto Anual</b>
Valor de inventario mensual	\$ 21,200	\$ 254,400
Auditorías internas de limpieza y 5s	\$ 149	\$ 1,794
<b>Gasto Total</b>	<b>\$ 21,349</b>	<b>\$ 256,194</b>

Nota: Jimena Nieto León.

La Tabla 23 **Mantenimiento de la propuesta** detalla que la metodología 5S necesita revisiones y auditorías, las cuales van a costar alrededor de \$149 mensuales; las mismas se toman de la cantidad de horas y personas que las van a realizar. Por otro lado, se considera tener un valor de inventario en promedio de \$21,200 mensual como se proponía, dando una inversión mensual de \$21,349 y anual de \$256,194. El inventario de seguridad no se toma en cuenta, ya que se espera construirlo solo una vez y mantenerlo durante el tiempo con el valor de inventario mensual.

### **Tasa de retorno de inversión (ROI)**

Para analizar si la propuesta es rentable o no, se realizó un ROI con los montos mensuales para determinar la rentabilidad. Cabe destacar que el primer mes se ve un monto desfavorable, debido a que se va a realizar un esfuerzo para reestructurar los procesos, por lo que las ganancias se verán reflejadas a partir del mes dos.

Para la propuesta, se utiliza la fórmula tasa de retorno de inversión, la cual se ve evidenciada a continuación:

$$\text{ROI} = (\text{Ingresos} - \text{inversión}) / \text{inversión} \times 100$$

De acuerdo con la teoría, si se llega a obtener un porcentaje positivo, quiere decir que se genera más dinero del que se gasta. Por otro lado, un resultado negativo significa que se está perdiendo dinero.

Se toma en consideración para este cálculo, un ingreso mensual de \$25,000, dicho monto equivale a un promedio de las ventas. Por otro lado, se considera como inversión mensual de los \$21,349 dólares explicados en la Figura 61 **ROI (Tasa de retorno de inversión)**.

Seguidamente, con los datos ya mencionados, se evidencia el cálculo del ROI:

**Figura 61 ROI (Tasa de retorno de inversión)**

$$ROI: \left( \frac{25,000 - 21,349}{21,349} \right) * 100 = 17.10$$

Nota: Jimena Nieto León.

Según la Figura 61 **ROI (Tasa de retorno de inversión)**, con la tasa de retorno de inversión se puede interpretar que se tiene un ingreso de \$1.17 por cada dólar que se invierte. El resultado final dice que da 17.10, al redondearlo se obtiene un 17%; esto quiere decir que se va a tener un 17% de retorno con esta propuesta de inventario mensual.

### **Análisis financiero (VAN y TIR)**

Para asegurar que la propuesta es rentable y generará ingresos y ganancias a la empresa, se realiza un valor actual neto (VAN) y una tasa interna de retorno (TIR) para así entender mejor todo el análisis realizado en el proyecto, tomando en cuenta el flujo de caja de la compañía con base en aproximaciones debido a temas de confiabilidad.

**Figura 62 VAN y TIR**

<b>Inversión Inicial</b>	<b>\$</b>	<b>435,958.14</b>	<b>Tasa Inversión</b>	<b>10%</b>
Flujo de Ingreso Anual				
Año 0	\$	(435,958.14)		
Año 1	\$	300,000		
Año 2	\$	324,000		
Año 3	\$	348,000		
			<b>VAN</b>	<b>\$ 365,995</b>
			<b>TIR</b>	<b>52.15%</b>

Nota: Jimena Nieto León.

De acuerdo con la Figura 62 **VAN y TIR**, se tomó de inversión inicial \$ 435,958 que equivalen al total de la inversión de la propuesta. Los flujos de caja fueron tomados de rangos y aproximaciones de la empresa que, para efectos del proyecto, es protegida.

Se considera rentable la propuesta de un sistema de control y gestión de inventarios, debido a que la tasa interna de retorno es de 52.15%, lo que significa que es rentable al tener un valor positivo. El dato se toma de la inversión inicial y los flujos de ingreso anuales mostrados anteriormente.

Ahora, con un rendimiento del mercado de 10% (que fue el dato sugerido por parte de la empresa) y los flujos de caja, se obtiene un valor actual neto de \$365,995, lo que significa que el flujo de fondos proyectados cubre la inversión inicial; ya que la inversión es más baja con respecto al capital que tiene la empresa, se puede costear sin necesidad de bajar el presupuesto de otro producto o incurrir a préstamos, debido a que, según la teoría la inversión, se considera rentable cuando el valor actual neto (VAN) es mayor que cero.

Ahora, como se había mencionado en la Tabla 25 **Material obsoleto de nuevos productos** de materiales obsoletos, se tiene un valor de alrededor de \$ 374,011, los cuales se propone darlos al centro de costos de entrenamiento. Al pasar el material a entrenamiento, finanzas debe reclasificar el monto visto al centro de costos de entrenamiento, esto para que no se vea afectación dentro del proyecto y poder darle utilidad al material que en estos momentos está comprometiendo espacio al almacén.

Como parte de las acciones de la implementación, se encuentra calibrar con finanzas y el supervisor de entrenamiento, el cambio al centro de costos y no recibir esos excesos a la cuenta de nuevos productos.

### **Plan de Implementación**

El plan de implementación de la propuesta establecida se abordará en 22 semanas, inicia en enero 2025 y finaliza aproximadamente en el mes de mayo del 2025, estimando el cumplimiento del 100% de cada actividad relacionada para la misma.

### **Ciclo PHVA**

Para implementar un sistema de control y gestión de inventarios, se deben integrar nuevos procesos y mejoras en el sistema actual y así brindar satisfacción a los clientes y optimizar el trabajo de los colaboradores en sus tareas diarias. En los diferentes puntos de la propuesta, se atraviesa por las etapas de planear, hacer, verificar y actuar; dichas etapas brindan un diagnóstico de la situación y acciones para que los nuevos procesos funcionen de la mejor manera.

Además, a fin de trabajar en la propuesta, se define que el grupo de proyectos va a liderar la implementación de la herramienta MRP y capacitar a los compradores. Seguidamente, los jefes de

bodega se encargarán de entrenar a sus colaboradores con 5s brindándoles la información y el conocimiento necesarios para cumplir con los nuevos procesos.

Dichos entrenamientos tomarán alrededor de 5 semanas (una semana de sesiones con la explicación de 5s y herramienta MRP con las personas capacitadas para brindar la capacitación y 4 semanas para que el procedimiento quede cargado en la plataforma y las personas puedan terminar de entrenarse), al tener estos procesos en procedimiento, se vuelve auditable, lo que genera que las personas sigan las instrucciones y disminuyan inconformidades.

En la siguiente tabla, se muestra el ciclo PHVA con las actividades, objetivos y responsables.

**Tabla 24 Ciclo PHVA para el plan de implementación**

Ciclo PHVA	Acciones	Objetivos	Responsables
Planear	Presentación de la propuesta del sistema de control de inventario.	Presentar cuáles serían las mejoras de la implementación	Departamento de Proyectos
	Planificación de acciones e ideas de mejora	Delegar las responsabilidades a las diferentes áreas involucradas y definir una línea de tiempo	Departamento de Proyectos
Hacer	Realizar análisis económico de la propuesta	Analizar la rentabilidad de la inversión	Departamento de Proyectos
	Definir el flujo de los nuevos procesos	Crear un plan para los cambios de procedimientos	Departamento de Proyectos
	Definir el nuevo sistema de inventarios	Crear el Sistema de Control de Inventario	Departamento de Proyectos
	Realizar la automatización de los nuevos sistemas	Crear la herramienta MRP para compras	Departamento de Proyectos
	Capacitar al personal	Definir la cantidad de personas y tiempo de capacitación	Departamento de Proyectos y Jefaturas de Materiales

Verificar	Realizar pruebas de la herramienta y recibir retroalimentación - mejoras si fuera necesario	Confirmar que la herramienta funciona y contenga la información que los departamentos necesitan	Departamento de Proyectos
	Implementar controles de los inventarios con la nueva propuesta	Establecer controles para los nuevos procesos	Departamento de Proyectos y Jefaturas de Materiales
Actuar	Definir los planes de auditorías y planes de control	Establecer los periodos de revisión del sistema	Departamento de Proyectos y Jefaturas de Materiales
	Establecer indicadores y KPI	Analizar las métricas de cumplimiento con los equipos	Departamento de Proyectos y Jefaturas de Materiales

Nota: Jimena Nieto León.

En la Tabla 24 **Ciclo PHVA para el plan de implementación**, se pueden observar las cuatro diferentes etapas del Ciclo de Deming implementadas en la propuesta del proyecto, tomando en cuenta todos los puntos explicados durante la investigación del proyecto. Al tener las acciones, objetivos y responsables, es más sencillo darle el seguimiento necesario a la propuesta, por lo que identificar a las personas que llevarían las acciones es importante.

Parte de esta propuesta consiste en determinar los objetivos y acciones, para así seguir el plan lo más apegado posible. En este caso, parte de las acciones han sido completadas en esta investigación, al determinar si la empresa quiere seguir con el plan, el ciclo seguiría su curso a partir de las capacitaciones y análisis económico.

Seguidamente, las personas responsables son el Departamento de Proyectos, ya que, como se mencionaba anteriormente, ellos son los encargados de gestionar todo tipo de mejora en el Departamento de Materiales y trabajar de la mano con las personas involucradas. En este caso, serían los compradores y las personas de almacén, definiendo el personal y el objetivo principal de cada acción, se construye un cronograma para darle seguimiento a cada uno de los puntos.

### Diagrama Gantt

En la siguiente Figura 59 **Inventario de Seguridad en Herramienta MRP**, se muestra un diagrama Gantt donde se visualiza las cantidades de semanas de acuerdo con el plan de la propuesta

a seguir, contemplando el desarrollo de la herramienta, capacitaciones y entrenamientos, planes de auditorías e indicadores que se quieren medir en las reuniones con todo el equipo.

**Figura 63 Diagrama Gantt**

Ciclo PHVA	Actividades	Semanas																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Planear	Planear un sistema de control y gestion de inventarios	■																					
	Presentar la propuesta		■																				
Hacer	Realizar analisis economico de la propuesta			■	■																		
	Definir el fujo de los nuevos procesos					■	■																
	Coordinar las tareas de cada departamento							■	■														
	Realizar la automatizacion de los sistemas									■	■												
	Capacitar al personal											■	■	■	■	■							
	Realizar pruebas de la herramienta y recibir retroalimentacion - mejoras si fuera necesario															■	■						
Verificar	Implementar controles de los inventarios con la nueva propuesta																■	■					
	Realizar auditorias y revisiones de control																			■	■		
Actuar	Realizar auditorias y revisiones de control																				■	■	
	Establecer indicadores																					■	■

Nota: Jimena Nieto León.

Como se puede observar en la Figura 59 **Inventario de Seguridad en Herramienta MRP**, se pretende utilizar también el sistema PHVA, tomando en cuenta que la parte de la planificación estaría a cargo de los departamentos de proyectos para que brinden soporte y ayudas al equipo.

En la parte de Hacer, se debe realizar toda la parte de análisis económico y coordinación de tareas por parte de diferentes departamentos. Esto quiere decir que tengan los procedimientos al día, la estructura de la capacitación, las personas que van a brindarla y las que van a recibirla, entre otras. Esta etapa implica alrededor de 14 semanas, para someter nuevos procedimientos y que las personas sean entrenadas tanto por una persona como dentro de la plataforma de entrenamientos de la empresa, los cuales son auditables.

En Verificar se realizan pruebas de la herramienta, se toman ciertas personas para que la utilicen y den retroalimentación, si fuera necesario, se prueba que tenga el flujo correspondiente y la información migre de mejor manera. También se hacen revisiones de los planes para asegurar que los procesos se cumplan de acuerdo con el plan.

Y, por último, en Actuar, se toma toda la parte de evaluación e indicadores, los cuales permiten que las personas puedan medir sus labores y dar a conocer a los rangos superiores el trabajo y áreas de mejoras que puedan existir. En este caso, se dura alrededor de cuatro semanas en definir todo lo que serían KPI y auditorías, sin embargo, es algo que se va a realizar durante el tiempo.

## APÉNDICES

Tabla 25 Material obsoleto de nuevos productos

Número de Parte	Familia	Cantidad	Costo estándar	Costo total	Tiempo sentado en bodega	Aging
51197162-01	1.0	2,346	\$ 43.11	\$ 101,128.79	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437077-03	1.0 & 2.0	13,990	\$ 2.13	\$ 29,798.70	8/22/2023	+ 1 año
51706079-01	Farapoint	165	\$ 133.89	\$ 22,091.85	Sin fecha	Sin registro de fecha
92890157-01	1.0	17,000	\$ 0.87	\$ 14,739.00	8/22/2023	+ 1 año
90379274-02	Farapoint	5,232	\$ 2.54	\$ 13,313.35	Sin fecha	Sin registro de fecha
90379274-03	Farapoint	4,930	\$ 2.54	\$ 12,544.88	Sin fecha	Sin registro de fecha
90379274-01	Farapoint	4,771	\$ 2.60	\$ 12,385.99	Sin fecha	Sin registro de fecha
90379274-04	Farapoint	4,795	\$ 2.54	\$ 12,201.36	Sin fecha	Sin registro de fecha
92890158-01	1.0	8,350	\$ 1.14	\$ 9,539.04	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437084-01	1.0	100	\$ 93.00	\$ 9,300.00	1/2/2024	+ de 6 meses
51437084-01	1.0	100	\$ 93.00	\$ 9,300.00	1/2/2024	+ de 6 meses
90937919-02	Farapoint	317	\$ 28.11	\$ 8,909.60	Sin fecha	Sin registro de fecha
90422603-01	Farapoint	1,016	\$ 8.50	\$ 8,640.57	Sin fecha	Sin registro de fecha
51458904-01	2.0	2,000	\$ 3.70	\$ 7,400.00	1/0/1900	Sin registro de fecha
92890157-01	1.0	8,000	\$ 0.87	\$ 6,936.00	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	10,000	\$ 0.65	\$ 6,500.00	8/22/2023	+ 1 año
51437075-01	2.0	5,000	\$ 1.30	\$ 6,500.00	Sin fecha	Sin registro de fecha
51509512-01	2.0	1,000	\$ 6.42	\$ 6,420.00	12/12/2023	+ 1 año
51509512-01	2.0	1,000	\$ 6.42	\$ 6,420.00	12/12/2023	+ 1 año
51509512-01	2.0	1,000	\$ 6.42	\$ 6,420.00	12/12/2023	+ 1 año

90408399-04	Farapoint	460	\$ 10.77	\$ 4,953.33	Sin fecha	Sin registro de fecha
51509512-01	2.0	735	\$ 6.42	\$ 4,718.70	12/12/2023	+ 1 año
51509512-01	2.0	735	\$ 6.42	\$ 4,718.70	12/12/2023	+ 1 año
90937919-01	Farapoint	163	\$ 28.11	\$ 4,581.28	Sin fecha	Sin registro de fecha
51456391-01	1.0 & 2.0	269	\$ 14.95	\$ 4,021.55	5/19/2024	- de 6 meses
90117344-02	Farapoint	276	\$ 13.22	\$ 3,648.20	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437072-01	1.0	4,955	\$ 0.65	\$ 3,220.75	8/22/2023	+ 1 año
51532429-03	2.0	2,000	\$ 1.53	\$ 3,060.00	1/0/1900	Sin registro de fecha
51456391-01	1.0 & 2.0	197	\$ 14.95	\$ 2,945.15	5/19/2024	- de 6 meses
90422603-02	Farapoint	308	\$ 8.50	\$ 2,619.39	Sin fecha	Sin registro de fecha
51456394-01	1.0	226	\$ 10.86	\$ 2,454.36	5/19/2024	- de 6 meses
90408399-03	Farapoint	218	\$ 10.77	\$ 2,347.45	Sin fecha	Sin registro de fecha
51456394-01	1.0	214	\$ 10.86	\$ 2,324.04	5/19/2024	- de 6 meses
51456391-01	1.0 & 2.0	131	\$ 14.95	\$ 1,958.45	5/19/2024	- de 6 meses
51437092-01	1.0 & 2.0	600	\$ 2.84	\$ 1,705.56	5/22/2024	- de 6 meses
90147832-02	Farapoint	112	\$ 14.43	\$ 1,615.84	Sin fecha	Sin registro de fecha
51736027-02	2.0	4,975	\$ 0.30	\$ 1,490.01	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437090-01	1.0	500	\$ 2.04	\$ 1,020.00	5/19/2024	- de 6 meses
51437090-01	1.0	500	\$ 2.04	\$ 1,020.00	5/19/2024	- de 6 meses
51349882-01	2.0	1,000	\$ 0.98	\$ 980.00	10/13/2023	+ 1 año
51437070-01	1.0 & 2.0	50	\$ 19.00	\$ 950.00	1/12/2024	+ de 6 meses
51542608-01	2.0	240	\$ 3.13	\$ 751.44	10/28/2023	+ 1 año
51530554-01	Farapoint	650	\$ 1.06	\$ 689.00	Sin fecha	Sin registro de fecha
51534697-01	2.0	1,000	\$ 0.46	\$ 460.00	8/22/2023	+ 1 año
92814645-01	1.0 & 2.0	5,000	\$ 0.08	\$ 403.50	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437072-01	1.0	500	\$ 0.65	\$ 325.00	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	500	\$ 0.65	\$ 325.00	8/22/2023	+ 1 año

51437072-01	1.0	455	\$ 0.65	\$ 295.75	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	455	\$ 0.65	\$ 295.75	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	455	\$ 0.65	\$ 295.75	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	455	\$ 0.65	\$ 295.75	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	455	\$ 0.65	\$ 295.75	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	455	\$ 0.65	\$ 295.75	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	455	\$ 0.65	\$ 295.75	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	455	\$ 0.65	\$ 295.75	8/22/2023	+ 1 año
51437072-01	1.0	455	\$ 0.65	\$ 295.75	8/22/2023	+ 1 año
90147834-02	Farapoint	18	\$ 13.22	\$ 237.93	Sin fecha	Sin registro de fecha
90147833-02	Farapoint	20	\$ 11.55	\$ 230.94	Sin fecha	Sin registro de fecha
92814644-01	1.0	30	\$ 6.23	\$ 186.90	Sin fecha	Sin registro de fecha
51538230-02	2.0	1,000	\$ 0.12	\$ 122.00	10/28/2023	+ 1 año
51601170-01	2.0	6,983	\$ 0.01	\$ 69.83	Sin fecha	Sin registro de fecha
51601305-01	2.0	6,705	\$ 0.01	\$ 67.05	Sin fecha	Sin registro de fecha
51567500-01	1.0	6,275	\$ 0.01	\$ 62.75	8/22/2023	+ 1 año
51601158-01	2.0	5,300	\$ 0.01	\$ 53.00	Sin fecha	Sin registro de fecha
51596766-03	1.0	3,000	\$ 0.01	\$ 30.00	Sin fecha	Sin registro de fecha
51567500-01	1.0	2,250	\$ 0.01	\$ 22.50	8/22/2023	+ 1 año
51607681-01	2.0	2,002	\$ 0.01	\$ 20.02	1/0/1900	Sin registro de fecha
51600383-01	2.0	2,000	\$ 0.01	\$ 20.00	Sin fecha	Sin registro de fecha
51601162-01	2.0	2,000	\$ 0.01	\$ 20.00	Sin fecha	Sin registro de fecha
51597415-01	1.0	1,850	\$ 0.01	\$ 18.50	Sin fecha	Sin registro de fecha
51597407-01	1.0	1,849	\$ 0.01	\$ 18.49	Sin fecha	Sin registro de fecha
51538230-01	2.0	1,000	\$ 0.01	\$ 10.00	Sin fecha	Sin registro de fecha

51563231-01	2.0	1,000	\$ 0.01	\$ 10.00	Sin fecha	Sin registro de fecha
51607681-01	2.0	998	\$ 0.01	\$ 9.98	1/0/1900	Sin registro de fecha
51680184-01	2.0	975	\$ 0.01	\$ 9.75	1/0/1900	Sin registro de fecha
51680183-01	2.0	779	\$ 0.01	\$ 7.79	1/0/1900	Sin registro de fecha
51680183-01	1.0	479	\$ 0.01	\$ 4.79	1/0/1900	Sin registro de fecha
51456313-01	2.0	419	\$ 0.01	\$ 4.19	5/19/2024	- de 6 meses
51456313-01	2.0	341	\$ 0.01	\$ 3.41	5/19/2024	- de 6 meses
91121129-01	Farapoint	340	\$ 0.01	\$ 3.40	Sin fecha	Sin registro de fecha
51456313-01	2.0	323	\$ 0.01	\$ 3.23	5/19/2024	- de 6 meses
51607681-01	2.0	283	\$ 0.01	\$ 2.83	1/0/1900	Sin registro de fecha
51607681-01	2.0	217	\$ 0.01	\$ 2.17	1/0/1900	Sin registro de fecha
51607681-01	2.0	167	\$ 0.01	\$ 1.67	1/0/1900	Sin registro de fecha
51456313-01	2.0	127	\$ 0.01	\$ 1.27	5/19/2024	- de 6 meses
51542434-01	1.0	120	\$ 0.01	\$ 1.20	10/28/2023	+ 1 año
51607681-01	2.0	112	\$ 0.01	\$ 1.12	1/0/1900	Sin registro de fecha
51607681-01	2.0	98	\$ 0.01	\$ 0.98	1/0/1900	Sin registro de fecha
51607681-01	2.0	35	\$ 0.01	\$ 0.35	1/0/1900	Sin registro de fecha
51680184-01	1.0	30	\$ 0.01	\$ 0.30	1/0/1900	Sin registro de fecha
51767594-03	Farapoint	11	\$ 0.01	\$ 0.11	Sin fecha	Sin registro de fecha
51083755-01	1.0	-	\$ 1.29	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51102744-02	2.0	-	\$ 2.10	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51207300-04	2.0	-	\$ 148.95	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51368295-01	1.0	-	\$ 0.70	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha

51376096-01	2.0	-	\$ 112.84	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51401812-01	1.0	-	\$ 2.72	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51412283-01	1.0	-	\$ 2.10	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51415998-01	1.0	-	\$ 2.68	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437075-01	1.0	-	\$ 1.30	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437076-01	1.0	-	\$ 1.83	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437080-01	1.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437085-01	1.0	-	\$ 1.33	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437086-01	1.0	-	\$ 4.77	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437087-01	2.0	-	\$ 4.88	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437088-01	2.0	-	\$ 1.33	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51437090-01	2.0	-	\$ 2.04	\$ -	5/19/2024	- de 6 meses
51456313-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	5/19/2024	- de 6 meses
51456394-01	2.0	-	\$ 10.86	\$ -	5/19/2024	- de 6 meses
51469277-02	1.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51498176-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51532429-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51533851-04	2	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51538184-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51538184-02	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51542434-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	10/28/2023	+ 1 año
51542546-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha

51543388-01	Farapoint	-	\$ 1.72	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51567500-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	8/22/2023	+ 1 año
51596722-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51596766-02	1.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
51605767-02	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
90954697-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
92473873-01	Farapoint	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
92511456-01	Farapoint	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
92511457-01	Farapoint	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
92803516-01	Farapoint	-	\$ 135.31	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
92814647-01	2.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
92935293-01	1.0	-	\$ 0.01	\$ -	Sin fecha	Sin registro de fecha
			<b>Costo Total</b>	<b>\$ 374,011.75</b>		

Nota: Jimena Nieto León.

**Tabla 26 Cortos de materiales**

Semana	Número de Parte	Inicio	Finalización	Tipo	Horas del evento	Causa Raíz	Dueño	Comentarios de que sucedió
27	51437077-03	7/1/2024	7/3/2024	Line Down	50	Señal de la demanda e incremento de consumo	Compras	Se manejaba baja cantidad de inventario, ya que se incluyó recientemente en el BOM, por lo que no se contaba con el material suficiente para correr unidades, ya que se consumió más

								de lo que se les dijo a compras.
28	51706079-01	7/10/2024	7/11/2024	Line Down	20	No había espacio disponible para empacar unidades en Boxing	Producción y Boxing	Compras no colocó la guía en prioridades, lo que causó que no se recibiera de una vez, también la requisición fue creada ya cuando la línea se detuvo y fue cancelada ya que el material nunca llegó a Torre A, sino que se quedó en Torre C.
29	51437070-01	7/16/2024	7/16/2024	Line Down	8	Material no fue recibido y la requisición no se aprobó por compras	Compras y Almacén	La requisición fue creada ya cuando la línea se detuvo y fue cancelada al no tener material en Torre A, compras no hizo la solicitud de subir el material de Torre C a Torre A.
30	92814649-01	7/25/2024	7/25/2024	Line Down	2	Problema de calidad	Compras	El lote en la línea traía manchas que parecían ser tierra, se pidió otro lote para reactivar la línea.
31	51767594-03	7/31/2024	7/31/2024	Line Down	2	Faltante de material en la línea	Compras	El material estaba recibido, pero no se envió a Torre A.
32	51077608-02	8/8/2024	8/8/2024	Line Down	5	Faltante de material en la línea	Compras y Almacén	El Departamento de Almacén no

								encontraba el material, ya que físicamente la aplicación indicaba Torre C, pero el material estaba físicamente en una bodega en San Joaquín.
33	51371996-01	8/12/2024	8/12/2024	Line Down	6	Señal de la demanda e incremento de consumo	Compras y Almacén	La línea consumía un componente cuyo consumo era de 40 ea por mes y consumió más, al día siguiente llegó una carga y se reactivó la línea.
34	51437070-01	8/21/2024	8/23/2024	Line Down	40	Problema de calidad	Compras	El material no viene construido con las especificaciones del plano, por lo que se debe devolver al suplidor.

Nota: Jimena Nieto León.

**Tabla 27 Lista de materiales BOM**

Número de Parte	Estado	Tipo de componente	Cantidad	Unidad de Medida	Fuente
M004PF81M310	Preproducción	Producto Final			Subensamble
51705146-03	Preproducción	Material	1	Unidad	Subensamble
50892699-01	Producción	Etiquetas	1	Unidad	Materia Prima
51065614-01	Producción	Material	1	Unidad	Materia Prima
51083753-01	Producción	Etiquetas	1	Unidad	Materia Prima
51083755-05	En Revisión	Etiquetas	1	Unidad	Materia Prima
51184891-01	Producción	Etiquetas	1	Unidad	Materia Prima
51221142-01	Producción	Etiquetas	1	Unidad	Materia Prima
51424319-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Materia Prima
51657658-01	Producción	Etiquetas	1	Unidad	Materia Prima
51702761-03	Preproducción	Material	1	Unidad	Subensamble
50427152-01	Preproducción	Material	2	Unidad	Materia Prima

51077608-02	Preproducción	Material	2	Unidad	Materia Prima
51452204-01	Preproducción	Material	2	Unidad	Materia Prima
51455037-01	Preproducción	Material	2	Unidad	Materia Prima
51496633-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Materia Prima
51524733-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Materia Prima
51524816-01	Preproducción	Material	2	Unidad	Materia Prima
51543335-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Materia Prima
51702794-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Subensamble
51371995-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Materia Prima
92088725-02	Producción	Material	0.1	Mililitro	Materia Prima
AQ-CC100-141	Producción	Material	2	Unidad	Materia Prima
51702829-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Subensamble
51371996-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Materia Prima
51988779-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Materia Prima
742494	Producción	Material	0.006	Onza	Materia Prima
AQ-CC100-135	Producción	Material	1	Unidad	Materia Prima
AQ-CC100-137	Producción	Material	1	Unidad	Materia Prima
51706079-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Subensamble
51717363-03	Preproducción	Material	1	Unidad	Subensamble
51767594-03	En Revisión	Material	1	Unidad	Subensamble
740012	Producción	Material	0.004	Onza	Materia Prima
740012	Producción	Material	0.005	Onza	Materia Prima
740012	Producción	Material	0.002	Onza	Materia Prima
742494	Producción	Material	0.007	Onza	Materia Prima
746341	En Revisión	Material	0.003	Onza	Materia Prima
90891508-01	Producción	Material	0.001	Libra	Materia Prima
92088725-02	Producción	Material	0.04	Mililitro	Materia Prima
92088725-02	Producción	Material	0.2	Mililitro	Materia Prima
92961068-01	Preproducción	Material	1	Unidad	Materia Prima
AQ-CC100-152	Producción	Material	1	Unidad	Materia Prima
AQ-CC100-154	Producción	Material	1	Unidad	Materia Prima
AQ-CC100-157	Producción	Material	1	Unidad	Materia Prima
AQ-CC100-183	Producción	Material	1	Unidad	Materia Prima
AQ-CC100-200-01	Producción	Material	0.003	Onza	Materia Prima
BDRM4000085	En Revisión	Material	0.001	Onza	Materia Prima
BDRM4000085	En Revisión	Material	0.001	Onza	Materia Prima
90437610-01	Producción	Etiquetas	1	Unidad	Materia Prima
AQ-CC100-222	Producción	Material	1	Unidad	Materia Prima
AQ-CC100-236	Producción	Material	1	Unidad	Materia Prima

Nota: Jimena Nieto León.

## REFERENCIAS

### Libros

- Álvarez, L. F., “Y” Parada, S. (2020). *Gestión de inventarios: cartilla para el aula* (Primera ed.). Corporación Universitaria Minuto de Dios. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/198393>
- Arenal, C. (2020). *Gestión de inventarios: UF0476* (Primera ed.). Editorial Tutor Formación. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/126745?page=2>
- Chu Rubio, M. (2016). *Finanzas para no financieros* (Quinta ed.). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/41266>
- Cruz, A. (2017). *Gestión de inventarios. UF0476* (Primera ed.). IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/59186>
- Cruz, A. (2018). *Planificación y gestión de la demanda. COML021* (Primera ed.). IC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/129549>
- Collier, D. (2016). *Administración de operaciones* (Quinta ed.). Cengage Learning. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/93241>
- Gillet, F. (2015). *La caja de herramientas: control de calidad* (Primera ed.). Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/39347>
- Hernández, R., Fernández, C., "Y" Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. [https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
- López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas* (Primera ed.). FC Editorial. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/114213>
- Mejía, J. (2023). *Fundamentos de la cadena de suministro: teoría y aplicaciones* (Primera ed.). Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI). <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/227743>

Miranda, F., Chamorro, A., & Rubio, S. (2016). *Calidad y Excelencia* (Primera ed.). Delta publicaciones. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/bibliouia/227378?page=18>

Pardo, M. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional* (Primera ed.). AENOR. <https://elibro.net/es/lc/bibliouia/titulos/53618>

### **Tesis**

Aragón, J. (2021). Propuesta del Sistema de Control de Inventario en la Empresa Sirtel Costa Rica. [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]. [www.uia.ac.cr](http://www.uia.ac.cr)

Muñoz, L., Sandí, A., "Y" Zeledón, D. (2023). Rediseño del sistema de gestión de compras de Tico Electronics. [Licenciatura en Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica, Costa Rica]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/18835>

Pérez, J. (2021). Rediseño del sistema de gestión de inventario e información en la empresa Ticotek. [Licenciatura en Ingeniería industrial, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]. [www.uia.ac.cr](http://www.uia.ac.cr)

Rafaile, F. (2019). Mejora en el control de inventarios en una empresa sintética para optimizar la gestión de compras. [Licenciatura en Ingeniería Industrial y Comercio, Universidad San Ignacio de Loyola, Perú]. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c71a4dce-6a23-464d-a20f-6f5dba392f2e/content>

Torres, M. (2020). Rediseño del Sistema de Gestión de Inventarios de la Empresa HSP. [Licenciatura en Ingeniería, Universidad Internacional de las Américas, Costa Rica]. [www.uia.ac.cr](http://www.uia.ac.cr)

Vindas, A., "Y" Valverde, C. (2021). Optimización en la gestión de inventarios como medida de control en la empresa Distribuidora Fama de Alajuela, durante el primer cuatrimestre de 2021 y propuesta de mejora. [Licenciatura en Administración de Negocios, Universidad Latina, Costa Rica]. [https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1380/1/TFG\\_Ulatina\\_Alexandra\\_Vindas\\_Vega\\_20170210314.pdf](https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1380/1/TFG_Ulatina_Alexandra_Vindas_Vega_20170210314.pdf)

### **Artículo Científico**

- Asencio, L., González, E., "Y" Lozano, M. (2017). El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 7(13), págs. 2-14. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=504551272009>
- Guzmán, M., Reyes, S., "Y" Chan Yu, R. (2021). Control eficiente de inventarios. *RECIAMUC*, 1(1), págs. 121-130. <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/653>
- Miño, G., Saumell, E., Toledo, A., Roldan, A., "Y" Moreno, R. (2015). Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba. *Tecnología Química*, XXXV(2), págs. 248-260. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543787008>
- Tamayo, M., Traba, Y., & Soria, G. (2018). EL MARKETING ROI EN LA PERSPECTIVA DE DESARROLLO EMPRESARIAL. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), págs. 42-52. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721778096007>
- Veloz Navarrete, C., "Y" Parada Gutiérrez, O. (2017). Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Revista Ciencia UNEMI*, 10(22), págs. 29-38. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263003/html/>
- Willmer Escobar, J., Linfati, R., "Y" Adarme Jaimes, W. (2017). Gestión de Inventarios para distribuidores de productos perecederos. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(1), págs. 219-239. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85248898012>

### **Página Web**

- Across Logistics. (20 de mayo 2024). *Rotura de Stock. Qué es y qué consecuencias puede tener*. Across Logistics: <https://acrosslogistics.com/blog/rotura-de-stock>
- Boston Scientific. (2024). *Boston Scientific advising science for life*. Boston Scientific Corporation. <https://www.bostonscientific.com/es-ar/acerca-de.html>
- Boston Scientific. (2024). *Boston Scientific Advancing Science for life*. Boston Scientific Corporation: [https://news.bostonscientific.com/cardiac-ablation-for-afib?\\_gl=1\\*139ivps\\*\\_gcl\\_au\\*MjA0MTAxNTMwNi4xNzEyNzU5NDMw\\*\\_ga\\*MTM2MDAyMTk5LjE3MTI3NTk0MzE.\\*\\_ga\\_759NN7RMMK\\*MTcxODQ3MDQ2Ni45LjEuMT](https://news.bostonscientific.com/cardiac-ablation-for-afib?_gl=1*139ivps*_gcl_au*MjA0MTAxNTMwNi4xNzEyNzU5NDMw*_ga*MTM2MDAyMTk5LjE3MTI3NTk0MzE.*_ga_759NN7RMMK*MTcxODQ3MDQ2Ni45LjEuMT)

cxODQ3MDgzNC4wLjAuMA..&\_ga=2.244693826.615430129.1718470467-  
136002199.1712

Next Cloud. (19 de Junio 2018). *Cálculo de mínimos y máximos en inventario*. Next Cloud:  
<https://blog.next-cloud.mx/2018/06/19/calculo-minimos-maximos-inventario/>

SimpliRoute. (26 de Junio 2023). *Indicadores de Inventarios: Cuáles Debes Medir*. SimpliRoute.  
<https://simpliroute.com/es/blog/indicadores-de-inventarios>

Irigaray, J. (31 de enero 2022). *Cómo gestionar un backorder para satisfacer al cliente*. Retos en  
Supply Chain: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/como-gestionar-un-backorder/>