



# ESCUELA DE POSGRADO Y ESTUDIOS CONTINUOS

TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA COSTOS DE LA CADENA  
DE SUMINISTRO DE UNA EMPRESA DE ALIMENTOS  
BALANCEADOS DEL SECTOR ACUÍCOLA - TRUJILLO, 2020.

Tesis para optar el grado de **MAESTRO** en:

DIRECCIÓN DE OPERACIONES Y GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO

**Autor:**

Manuel David Galvez Suarez

**Asesora:**

Maestro. Ana Teresa La Rosa Gonzales Otoyá

Perú

2022

## Resumen

El presente trabajo de investigación denominado “Teoría de Restricciones para costos de la cadena de suministro de una empresa de alimentos balanceados del sector acuícola- Trujillo, 2020”, pretende optimizar los costos de la empresa.

Para la realización de la investigación, se elaboraron instrumentos de recopilación y análisis de causas y diagnóstico para mejorar el flujo logístico de la empresa.

Inicialmente se había identificado una pérdida de 3,099,673 USD pues se detectaron problemas en Planeamiento, Compras, Almacenes y Distribución; después de la implementación de la Teoría de las Restricciones se logró de una reducción en 1,399,259 USD (54.86% vs. El primer análisis).

**Palabras Clave:** logística, cadena de suministro, costos, Teoría de Restricciones, alimento balanceado, industria

## **Abstract**

The present research work called "Theory of Restrictions for costs of the supply chain of a balanced feed company in the aquaculture sector - Trujillo, 2020", aims to optimize the costs of the company.

To carry out the investigation, collection instruments and analysis of causes and diagnosis were developed to improve the logistics flow of the company.

Initially, a loss of USD 3,099,673 had been identified as problems were detected in Planning, Purchasing, Warehouses and Distribution; after the implementation of the Theory of Constraints, a reduction of 1,399,259 USD was achieved (54.86% vs. the first analysis).

**Keywords:** logistics, supply chain, costs, Theory of Constraints, balanced feed, industry

## Dedicatoria y Agradecimientos

A Dios, porque en el camino me ha enseñado que confiar en

Él es el primer paso para cumplir nuestros sueños.

A mis padres, pues gracias a su esfuerzo hoy se hace posible

el sueño de culminar un nuevo grado académico.

Agradezco a nuestro Padre Celestial, ya que estoy más que convencido que sin su ayuda no habría sido posible obtener este grado académico; y a mis padres, porque me enseñaron que sin fe, sacrificio y dedicación no se logran mejores resultados.

## Tabla de contenidos (índice)

Resumen .....	ii
Abstract.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento .....	iv
Índice de figuras .....	viii
Índice de tablas .....	ix
Índice de ecuaciones .....	x
Índice de anexos.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. Realidad problemática.....	1
I.2. Pregunta de la Investigación.....	8
I.3. Objetivos de la Investigación .....	8
Objetivo General .....	8
Objetivo Específicos .....	8
I.4. Justificación de la Investigación.....	9
I.4.1. Justificación teórica .....	9
I.4.2. Justificación práctica .....	9
I.4.3. Justificación valorativa .....	9
I.4.3. Justificación académica .....	9

---

I.5.	Alcance de la Investigación.....	10
II.	MARCO TEORICO .....	11
II.1.	Antecedentes .....	11
II.2.1.	Antecedentes internacionales .....	11
II.2.2.	Antecedentes nacionales.....	12
II.2.2.	Antecedentes locales.....	13
II.2.	Bases Teóricas .....	14
II.2.1.	Teoría de Restricciones.....	14
II.2.2.	Cadena de suministro.....	27
II.3.	Descripción de terminología técnica, definición conceptual o marco conceptual, definición de terminos básicos.....	39
III.	HIPÓTESIS .....	41
III.1.	Declaración de hipótesis.....	41
III.2.	Operacionalización de variables .....	42
IV.	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS .....	44
IV.1.	Tipo de investigación.....	44
IV.2.	Diseño de la investigación .....	44
IV.2.1.	Población, muestra y muestreo.....	44
IV.2.2.	Método. ....	46
IV.2.3.	Técnicas e instrumentos.....	47
IV.2.4.	Procedimiento para la recolección de datos. ....	48

IV.2.5. Análisis estadístico e interpretación de datos .....	49
V. RESULTADOS .....	50
VI. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS.....	80

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Crecimiento del sector .....	1
<b>Figura 2.</b> Producción acuícola mundial de animales acuáticos y algas, 1990-2018 .....	3
<b>Figura 3.</b> Producción acuícola total en Perú (toneladas) .....	5
<b>Figura 4.</b> Metas del Plan Nacional de desarrollo acuícola 2010-2021 .....	6
<b>Figura 5.</b> Producción acuícola en el Perú .....	7
<b>Figura 6.</b> Implementación de la TOC.....	17
<b>Figura 7.</b> Funcionamiento del sistema DBR.....	22
<b>Figura 8.</b> Buffer Management .....	23
<b>Figura 9.</b> Funcionamiento del sistema S DBR .....	25
<b>Figura 10.</b> Interacción de indicadores.....	26
<b>Figura 11.</b> Modelo de una cadena de suministros.....	27
<b>Figura 12.</b> Ciclos de los procesos de una cadena de suministro.....	29
<b>Figura 13.</b> Enfoque de empuje/tirón de la cadena de suministro .....	30
<b>Figura 14.</b> Diagrama del Sistema de Planificación y Control de la Producción .....	33
<b>Figura 15.</b> Flujo de información del MRP .....	34
<b>Figura 16.</b> Clasificación ABC .....	38



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Producción de alimento balanceado por especie .....	2
<b>Tabla 2.</b> Distribución de actividad acuícola nacional .....	4
<b>Tabla 3.</b> Funcionalidad del inventario .....	31
<b>Tabla 4.</b> Diseños de red de distribución .....	36

### Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1.</b> Trúput .....	26
<b>Ecuación 2.</b> Coste de adquisición .....	32
<b>Ecuación 3.</b> Coste de gestión de pedido.....	32
<b>Ecuación 4.</b> Coste de posesión o almacenamiento .....	32
<b>Ecuación 5.</b> Costo total de pedido.....	32

### Índice de Anexos

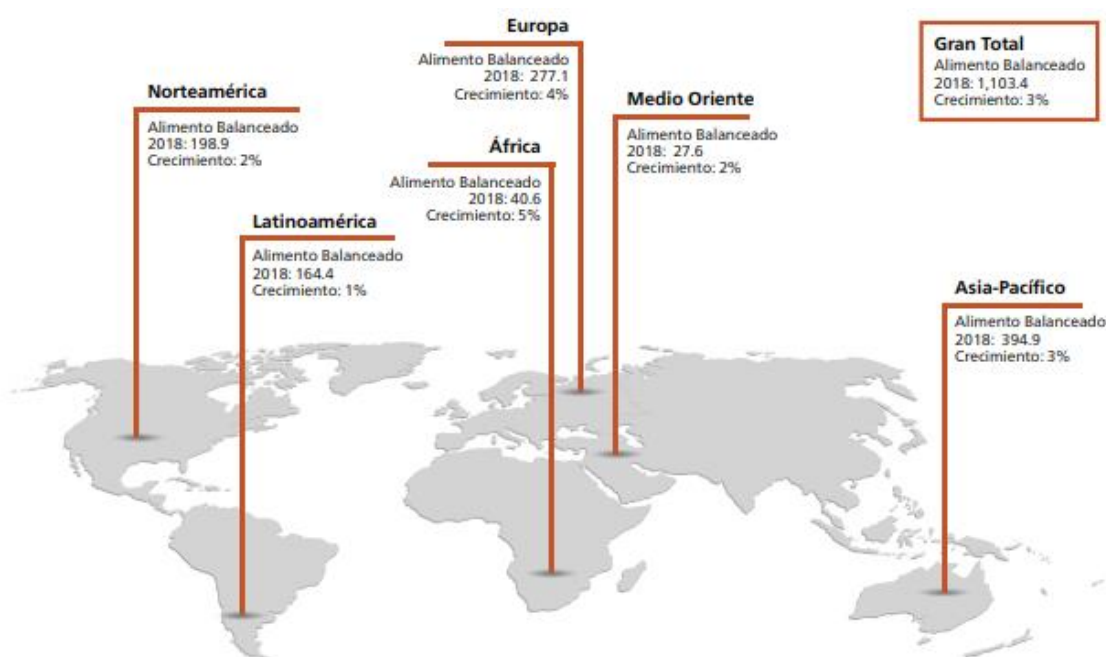
<b>Anexo 1.</b> Almacén de producto terminado de la empresa de alimentos balanceados ..	80
<b>Anexo 2.</b> Materia prima apilada .....	81
<b>Anexo 3.</b> Guía de entrevista .....	82
<b>Anexo 4.</b> Cuestionario .....	83

## I. INTRODUCCIÓN

### I.1. Realidad problemática

De acuerdo con la Encuesta Global Anual sobre Alimento Balanceado (Alltech, 2019) que incluye información de casi 30,000 fábricas de alimento balanceado en un total de 144 países, se evidenció un crecimiento del 3% en el año 2018, el cual se vio distribuido alrededor de todo el mundo como se muestra en la Figura 1, donde las cifras corresponden a millones de toneladas métricas.

**Figura 1.** Crecimiento del sector



Fuente: Alltech (2019)

Sin embargo, la encuesta realizada el presente año muestra que, tras nueve años de continuo crecimiento, el tonelaje internacional de alimento balanceado disminuyó en 1.07% con una producción de 1126 millones de toneladas métricas (Alltech, 2020).

Además, esta última encuesta permite determinar la producción de alimento balanceado por especie tal como se muestra a continuación:

Especie	Porcentaje
Pollos de engorde	28%
Cerdos	24%
Ponedoras	14%
Ganado lechero	12%
Ganado de carne	10%
Otras especies	6%
Acuicultura	4%
Mascotas	2%

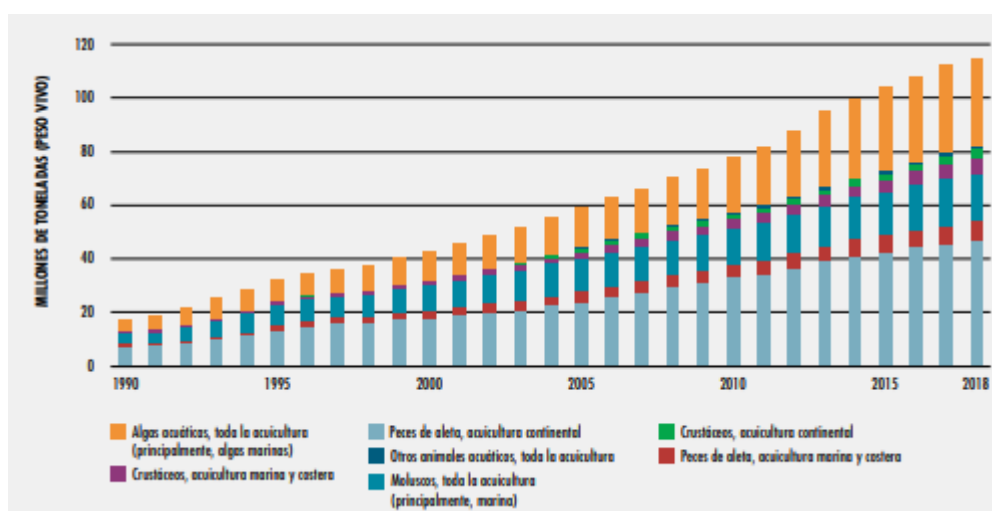
**Tabla 1.** Producción de alimento balanceado por especie

Fuente: Adaptado de Alltech (2020)

De esta encuesta también cabe resaltar que Estados Unidos se convirtió en el mayor productor de alimento balanceado, superando a China, puesto que tuvo una producción estimada en 214 millones de toneladas métricas (Periódico Motivar, 2020). En América Latina, Brasil continuó liderando y su ubica tercero a nivel mundial. Europa mostró un ligero estancamiento en su crecimiento. Mientras que el sector más afectado fue el de los rumiantes, la industria acuícola y de ponedoras mostró un fuerte crecimiento. En África, la producción de alimento balanceado tuvo un fuerte aumento (7.5%) y está centralizado en Sudáfrica, Egipto, Nigeria, Marruecos y Argelia (Alltech, 2020).

En tanto, en el sector acuícola la producción mundial de animales acuáticos cultivados creció, en un 5,3% anual en el período 2001-2018, como se evidencia en la Figura 2. El bajo nivel de crecimiento reciente se debe a la desaceleración del mayor productor: China (FAO, 2020).

**Figura 2.** Producción acuícola mundial de animales acuáticos y algas, 1990-2018.



Fuente: FAO, 2020

El crecimiento de la actividad pesquera y de la industria de la harina de pescado en el Perú, provocó el despegue de la producción de alimentos balanceados durante la década de 1960 (MINAGRI, s.f.). La actividad acuícola en el país se distribuye a lo largo del territorio nacional (FAO, 2014) como se muestra en la tabla 2. Se detallan las especies más cultivadas y el departamento en el que predomina su cultivo.

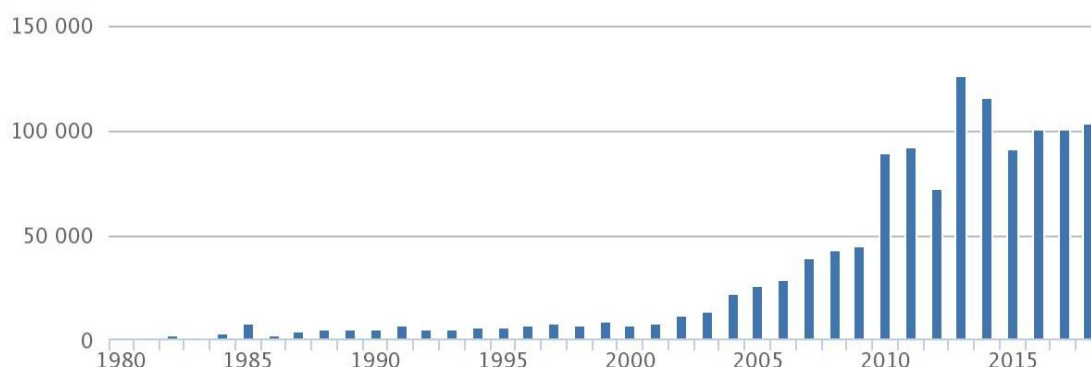
**Tabla 2.** Distribución de actividad acuícola nacional.

Región	Especie	Departamento	Participación
Costa	Langostinos	Tumbes	93.4%
		Piura	6.6%
	Conchas de abanico	Áncash	79.12%
		Lima	19.13%
Sierra	Trucha	Junín	40.93%
		Puno	45.18%
Selva	Peces amazónicos	Ucayali	42.39%
		San Martín	30.13%
		Loreto	21.18%
	Tilapia	San Martín	99.47%

Fuente: Adaptado de FAO, 2014.

Al año 2018, la FAO determinó que la producción acuícola en el Perú fue de 103,597 toneladas, mostrando un crecimiento sostenido en los últimos años, como se detalla en la figura.

**Figura 3.** Producción acuícola total en Perú (toneladas).



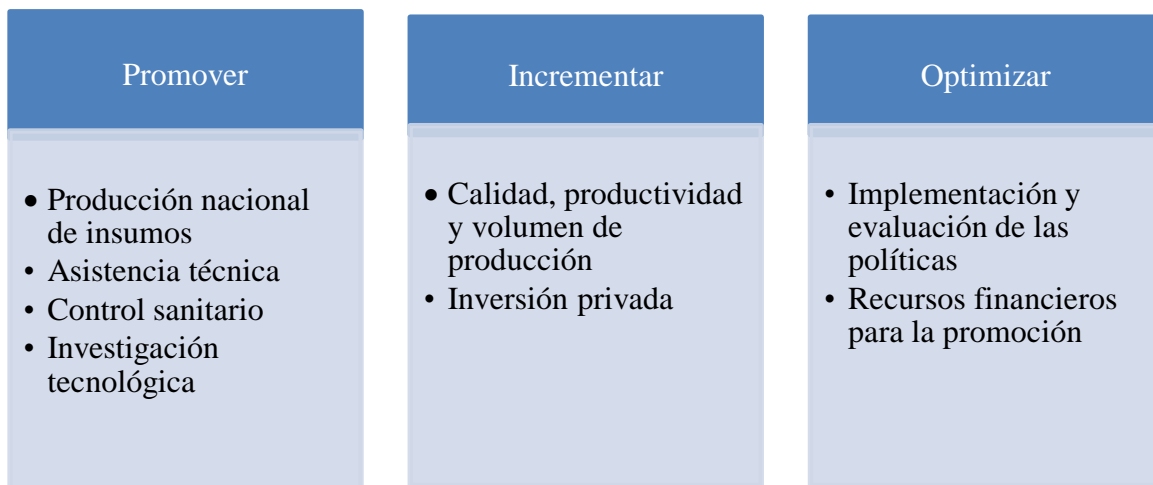
Fuente: FAO (s.f.)

El Ministerio de la Producción (2010) ha expuesto un plan nacional de desarrollo acuícola 2010 – 2021 (Ver Figura 4) que busca promover la generación de recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros pertinentes, para facilitar la inversión privada en la producción acuícola y comercialización de productos de la acuicultura en el mercado nacional e internacional. De acuerdo con el Plan, Saldarriaga & Regalado (2017) afirman que las condiciones en casi todo el litoral son propicias para la maricultura de macroalgas o conchas de abanicos, mientras que en diversas regiones del país es factible realizar acuicultura continental mediante el cultivo de tilapia, trucha o peces amazónicos (Ver Figura 5).

Más allá de los avances y crecimiento del sector, no es posible aumentar la competitividad a un nivel muy superior debido a la poca organización de los pequeños productores y a la informalidad (Saldarriaga & Regalado, 2017). Frente a ello es posible que la capacitación y asistencia técnica sea una solución viable.

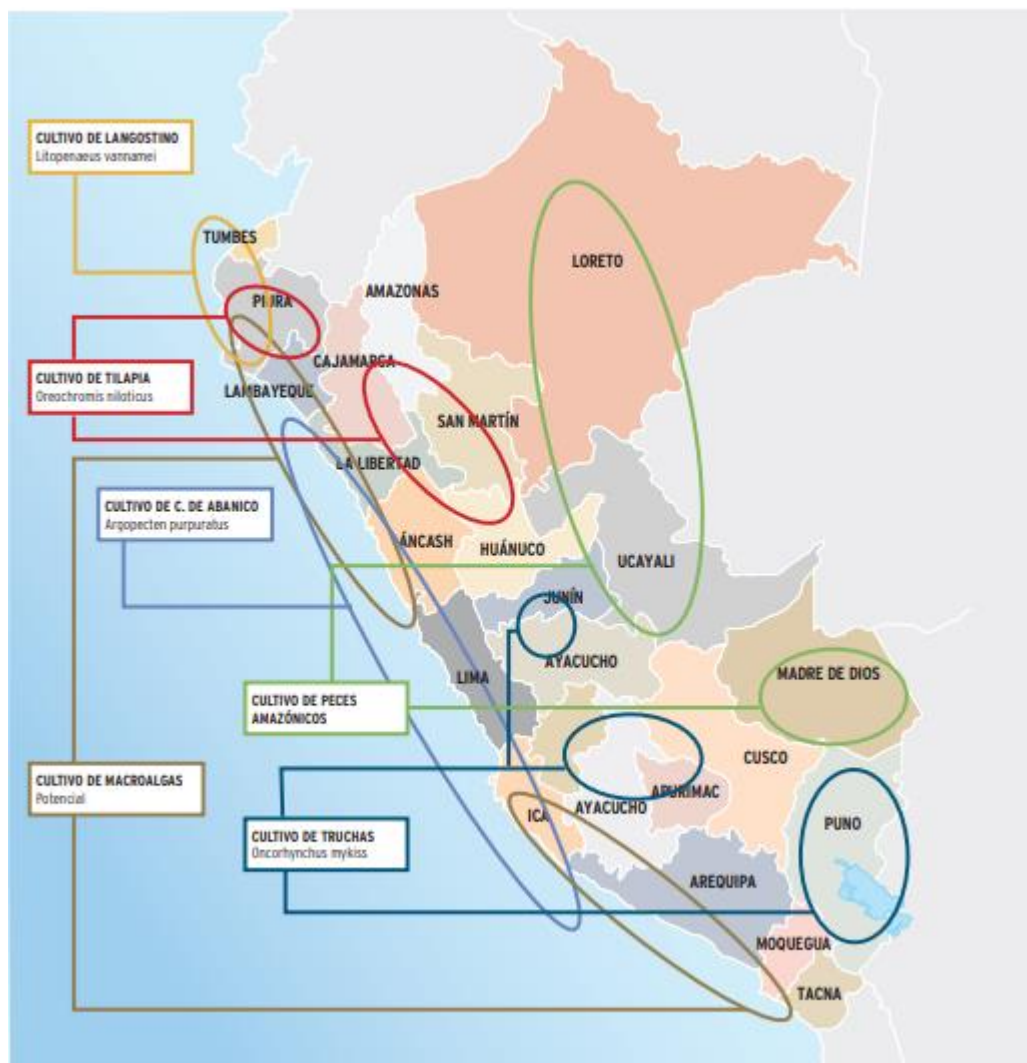


**Figura 4.** Metas del Plan Nacional de desarrollo acuícola 2010-2021.



Fuente: Adaptado de Saldarriaga & Regalado, 2017

**Figura 5.** Producción acuícola en el Perú



Fuente: Saldarriaga & Regalado, 2017

La empresa de alimentos balanceados motivo de la presente investigación, cuenta con una planta en la ciudad de Trujillo. Tras el diagnóstico de su situación actual, se ha determinado que el mayor problema son los elevados costos en la cadena de suministros. Esto se debe a que se mantienen conceptos de producción tradicionales y no hay una integración en la cadena hacia la meta organizacional.

Si bien es cierto que cada área hace el mejor trabajo para optimizar sus recursos y elevar el nivel de producción, este afán es contraproducente por la cantidad de inventario de

productos en proceso entre las operaciones. Además, el escaso control de la implementación del programa de mantenimiento preventivo ha generado paradas en la línea de producción, retrasos en las entregas de productos terminados a los clientes y sobrecostos de mano de obra por trabajar horas extras.

## **I.2. Pregunta de la Investigación**

¿En qué medida la implementación de la Teoría de Restricciones puede reducir los costos de la Cadena de Suministro en una empresa de alimentos balanceados – Trujillo 2020?

## **I.3. Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo General**

Determinar si la implementación de la Teoría de las Restricciones de la cadena de suministro reduce los costos de la Cadena de Suministro en una empresa de alimentos balanceados del sector acuícola de la ciudad de Trujillo, 2020

### **Objetivo Específicos**

1. Evaluar los costos de la cadena de suministro en la empresa de alimentos balanceados del sector acuícola antes de la implementación de Restricciones.
2. Implementar la Teoría de Restricciones en la Cadena de Suministro de la empresa de Alimentos Balanceados del sector acuícola.
3. Evaluar los costos de la cadena de suministro en la empresa de alimentos balanceados del sector acuícola después de la implementación de Restricciones.

## **I.4. Justificación de la Investigación**

### **I.4.1. Justificación teórica**

La presente investigación busca contribuir a las fuentes teóricas que sostienen que el mejoramiento de la cadena de suministro de una organización se debe al análisis diagnóstico y propuesta de solución considerando la vanguardia tecnológica y las técnicas de mejora continua dadas en el ámbito de la ingeniería industrial.

### **I.4.2. Justificación práctica**

La presente investigación tiene como fin el hallar soluciones a problemas empresariales, como el elevado nivel de costos operativos en la cadena de suministro, mediante la aplicación de herramientas y métodos de la ingeniería industrial con los que se obtenga una reducción.

### **I.4.3. Justificación valorativa**

La presente investigación busca reducir el alto nivel de costos en la cadena de suministro en una empresa de alimentos balanceados en Trujillo. Lo planteado como solución tiene valor positivo en la empresa como el aumento de la eficiencia logística a través de un mejor uso de los recursos y procedimientos adecuados.

### **I.4.3. Justificación académica**

Con la presente investigación se desea contribuir al ámbito académico, a los estudiantes y profesionales interesados en la logística para que tengan a mano una fuente de

información y consulta respecto a la relación de las variables planteadas, y se propicie una mayor investigación de estos temas.

#### **I.4.4. Justificación ética:**

Se ha tomado las medidas necesarias para evitar algún plagio tomando en cuenta que se ha pasado el software antiplagio Urkund

### **I.5. Alcance de la Investigación**

La presente investigación relacionará dos variables: la Teoría de las Restricciones en la Optimización de la Cadena de Suministro y los costos de la cadena de suministro. Este puede ser aplicado en próximas investigaciones en empresas de cualquier rubro.

## II. MARCO TEORICO

### II.1. Antecedentes

#### II.2.1. Antecedentes internacionales

Carrión, Javier (2020). Ecuador. Esta investigación se da en una empresa de conversión gráfica, que cuenta con procesos complejos y cambiantes. Su objetivo se basó en diseñar y desarrollar una estrategia con las tácticas necesaria para optimizar los costos de la empresa. Esta investigación es cuantitativa y de corte experimental. La conclusión de esta investigación Los resultados obtenidos en el área productiva en cuatro meses, permitieron comprobar un incremento del índice de confiabilidad del cumplimiento de ofrecimientos de entrega de pedidos a clientes, desde un valor base del 51.64 por ciento hasta llegar a un valor del 80.80 por ciento.

Campo, Jorge & Bernal, Jhony (2018). Colombia. Esta investigación se da en una empresa cuyo objetivo es mejorar la Cadena de Suministro a través de la conceptualización de la teoría de Restricciones, de hecho, comenta que debe haber un modelo de optimización y simulación con ayuda de programas como ProModel que promuevan el flujo eficiente de Supply Chain. Dicho estudio es de tipo cuantitativo y corte experimental, en el cual se realizó la medición de capacidad de cada una de las operaciones del proceso para lo que se hizo uso del método de la observación. El aplicar la Teoría de Restricciones en el proceso de almacenaje de una empresa de alimentos ayuda a optimizar en 100% el almacenaje por lo que deberá haber un aumento en la producción.

## II.2.2. Antecedentes nacionales

Pillaca (2018). Perú. Esta investigación se da en el sector construcción, donde se han identificado deficiencias recurrentes en la fase de planeamiento del proyecto. Se requiere que toda estimación tenga gran exactitud, puesto que de estas inversiones estimadas depende: la planeación, ejecución, y finalización del proyecto, dentro de los parámetros de tiempo y costo establecido. El objetivo de la presente investigación es aplicar la Teoría de Restricciones en la estimación de costos en obras de ampliación y mejoramiento del sistema de red de agua potable. Dicha investigación es de tipo pre experimental. Su conclusión es que la metodología en este caso en particular, incrementa el presupuesto en 10% comparado con la metodología convencional, y tiene un posible sobre costo de S/320,053 por diversas situaciones adversas. Esto es mucho mayor comparado con la oportunidad de reducir costos.

Miranda (2017). Perú. La presente investigación se desarrolla en una empresa líder en el rubro de fabricación y comercialización de pintura para decoración y recubrimiento de interiores y exteriores. Tiene como objetivo mejorar los procesos en el área de planificación de pintura. Dicha investigación es de tipo pre experimental. Concluye en que la mejora en la gestión de inventario y el lead time de producción, y la reducción de los quiebres de stock es consecuencia de una estandarización de procesos en la cadena de suministro. Esta se logró gracias a la clasificación del surtido identificando los productos como make to stock (MTS), make to orden (MTO) y estratégicos; y a la segmentación de los productos de acuerdo con la matriz de rentabilidad como AA, A, B, C.

## II.2.2. Antecedentes locales

Juro & Yovera (2017). Perú. Esta investigación se lleva a cabo en una empresa trujillana y tiene como objetivo determinar y disminuir los costos totales en las actividades del proceso de producción mediante la teoría de restricciones. Dicha investigación es de tipo cuantitativa y pre experimental, puesto que se busca manipular la variable independiente de teoría de restricción y observar su efecto en la variable dependiente disminuyendo los costos totales. Se concluye que la teoría de restricciones tiene un impacto positivo en la reducción de los costos de producción, puesto que se enfoca en identificar la restricción en el proceso. Esto se demuestra con la disminución del 11% en los costos de producción del proceso de cocción de Materia Prima como consecuencia de reducir de 16 a 10 las actividades del proceso que implica una reducción del tiempo de 172 a 113 minutos.

Asmat, M. & Lopez, D. (2020). Perú. En esta investigación se observan y analizan los procesos que no generan valor y que representan altos costos operacionales en el proceso de mantenimiento de vehículos de carga pesada. Su objetivo es reducir los costos operacionales fundamentándose en la Teoría de Restricciones. Esta investigación es cuantitativa y pre experimental. Dicha investigación concluye en que la teoría de restricciones tiene un impacto positivo en la reducción de los costos operacionales, lo cual se demuestra con la reducción de costos operacionales en S/63,017.42 como promedio mensual en el periodo Enero - Junio 2019 tras el análisis y enfoque en las restricciones identificadas que fueron los subprocesos de mecánica y llantería.



## II.2. Bases Teóricas

### II.2.1. Teoría de Restricciones.

La Teoría de las Restricciones, o TOC por sus iniciales en inglés *Theory of Constraints* es una metodología planteada por Eliyahu Goldratt. Su principal objetivo es reducir el flujo de "setups" en los recursos restrictivos para obtener de beneficios en el proceso productivo (Aguilera, 2000). Tiene su origen en programas basados en programación lineal, y en su concepción, era utilizada netamente en el ámbito fabril.

El modelo TOC con la ayuda de herramientas de Supply permite obtener resultados en la eficiencia global de la organización. Para ello, se necesita identificar las restricciones y programar el flujo de producción bajo estos cuellos de botella (Birrel, 2004). Además, este programa es el que debe tenerse en cuenta para la liberación de la materia prima.

#### II.2.1.1. Principios básicos de la TOC.

De acuerdo con Aguilera (2000), estos son ocho:

1. El Balance del flujo.

Este principio implica tomar como punto de partida los cuellos de botella, es decir, las operaciones del proceso donde los recursos limitan el flujo del sistema de producción como una unidad.

2. La activación y el uso de un recurso no son lo mismo.

A partir de este principio, se afirma que la activación es el uso de recursos no restrictivos sin considerar como límite el nivel requerido por los recursos restrictivos. En cambio, la utilización es el uso de recursos no restrictivos considerando como límite a la capacidad del principal recurso restrictivo dentro del

sistema de producción. Además, es muy probable que la primera genere ineficiencias o pérdidas económicas.

3. Las restricciones en el sistema determinan el nivel de utilización de un recurso no restrictivo.

Bajo este principio se afirma que las operaciones deben darse en un flujo que permita atender la demanda del mercado y que optimice los cuellos de botella internos.

4. El tiempo perdido en un recurso restrictivo es tiempo perdido en todo el sistema.

Según la TOC, se debe priorizar la optimización de los recursos restrictivos, puesto que limitan la eficacia de la empresa. Esto se puede lograr evitando defectos en la producción, fabricando productos cuya demanda esté garantizada y evitando perder tiempo preparando las máquinas.

Se debe partir bajo la premisa de que todo tiempo perdido en un cuello de botella impacta sobre el "lead time" de la organización, ya que impide entregas *just in time*, y afecta el nivel de satisfacción en el servicio al cliente (Aguilera, 2000).

Algunas recomendaciones para evitar detener el flujo del proceso productivo, según Goldratt & Fox (1989), son las siguientes:

- Considerar un stock de seguridad de los recursos con capacidad restrictiva para asegurar la continuidad del proceso productivo.
- Colocar inventarios en lugares adecuados para no afectar negativamente al flujo productivo.
- Proveer materia prima en cantidad mínima como para mantener ocupados a los operarios.

- Considerar las restricciones de la planta para implementar un programa que será guía para procesar y liberar el material.

5. El tiempo ahorrado en un recurso no restrictivo no es una mejora prioritaria.

Este principio afirma que la optimización de recursos no restrictivos, no implica un incremento en la eficiencia total; puesto que estos recursos deben trabajar sincronizadamente con los cuellos de botella para mantener el flujo continuo sin acumulación de inventarios.

6. Las ganancias y el nivel de inventarios son influenciados directamente por los cuellos de botella

El flujo productivo no muestra una mejora si se incrementa el nivel de inventario de productos en proceso. Este inventario destacará en las áreas u operaciones consideradas como cuellos de botella del flujo productivo, generando un impacto negativo en el cumplimiento de entregas justo a tiempo, el abastecimiento en cada eslabón de la cadena de suministro, y finalmente en los resultados de toda la organización y sus utilidades.

Es pertinente considerar que, de acuerdo con la Teoría de Restricciones, es vital contar con un inventario mínimo antes del recurso restrictivo. Esto se conoce como *buffer* o “pulmón” y se requiere para evitar demoras o interrupciones en el flujo productivo debidas a fluctuaciones estadísticas, problemas de capacidad u otros eventos aleatorios.

7. El lote de producción debe ser variable.

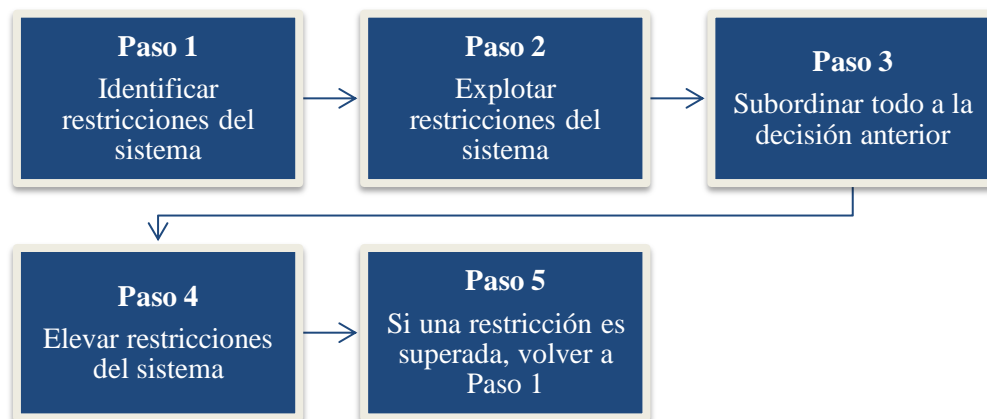
Este principio promueve mantener la variabilidad en el tamaño de los lotes entre las operaciones del proceso productivo.

8. Deben analizarse las restricciones de manera simultánea.

Este principio busca optimizar el *lead time* y los resultados, considerando que las restricciones pueden identificarse en el ámbito del proveedor, del comprador o cliente, y en los procesos internos.

### II.2.1.2. Implementación de la TOC

En cada organización la implementación puede implicar distintos retos. Aguilera (2000) propone el siguiente proceso:



**Figura 6.** Implementación de la TOC

Fuente: Adaptado de Aguilera (2000).

Para el primer paso, las buenas prácticas de manufactura y la política de orden y limpieza en empresas industriales son de gran apoyo para identificar fácilmente las restricciones, puesto que estas serían los puntos del proceso productivo en los cuales se observa el producto en proceso o los productos terminados acumulados (Aguilera,

2000). Es el propio personal de la empresa el que conoce el o los cuellos de botella, y como recomienda Techt (2016), la clave es formular las preguntas correctas para reconocer lo esencial.

El segundo paso tiene como base el máximo aprovechamiento de los recursos críticos en la determinación del resultado global de la organización (Aguilera, 2000). Mientras no se ataque la causa de los problemas, se observarán mejoras muy limitadas y temporales (Birrel, 2004).

Algunas pautas para tener en cuenta en este paso, según Aguilera (2000), son:

- Aislar del proceso a las unidades defectuosas, antes de su paso por el recurso restrictivo o cuello de botella.
- Evitar paradas por cambio de turno, hora de almuerzo o reuniones internas de trabajo en los recursos restrictivos que afectan el flujo productivo.

Por otro lado, Techt (2016) afirma que tras encontrar un cuello de botella no es conveniente eliminarlo inmediatamente y sin análisis. Él recomienda que, inicialmente, se debe comprobar si se está aprovechando al máximo la capacidad de producción en el cuello de botella. Si se está considerando una planta productiva, una manera práctica de saberlo es midiendo los tiempos de espera relacionados con la planificación. Acto seguido, recomienda determinar cómo puede ser aprovechado dicho cuello de botella para obtener el mayor beneficio.

El tercer paso, según Aguilera (2000), se focaliza en la toma de decisiones priorizando la meta de conseguir una utilidad superior sobre la de mejorar el costo. Para Techt

(2016), este es el paso más difícil. A menudo es necesario replantear reglas, indicadores claves y mecanismos de control en todo el proceso.

El cuarto paso consiste en incrementar la capacidad del sistema en los puntos críticos (Aguilera, 2000). En este paso es posible que se requieran inversiones, ya sea para adquirir nuevas instalaciones o equipos o para contratar personal (Techt, 2016). Es crucial que los pasos dos y tres sean estrictamente analizados para evitar realizar inversiones innecesarias.

Tras elevar la restricción, surgirá una nueva. Por tanto, Aguilera (2000) recomienda gastar como mínimo el 80% del tiempo en la identificación y búsqueda de solución de nuevos cuellos de botella de manera eficaz. Es posible que el cuello de botella se mueva mientras llevamos a cabo el proceso y, si no se toma alguna medida, puede conllevar a que el tróput no se incremente (Techt, 2016).

### ***II.2.1.3. Beneficios de la TOC.***

De acuerdo con Aguilera (2000), la TOC nos brinda los siguientes beneficios:

- Mejora los niveles de inventario de materias primas, de productos en proceso y de productos terminados, los cuales tienen un efecto directo las utilidades de la empresa.
- Minimiza los inventarios a lo largo del proceso productivo, lo cual contribuye en la mejora del flujo de recursos.

Techt (2016) añade estos beneficios:

- Obtención de mayores beneficios utilizando los mismos recursos.

- Planificación de inversiones focalizadas y estrictamente necesarias.
- Aplicación de métodos intensivos y altamente eficaces como *Six Sigma*, *Total Quality Management*, *Calidad Total*, *Lean Management* o *Just in Time*.
- Seguridad de que los cambios no produzcan efectos no previstos.
- Focalización del personal en actividades estrictamente necesarias.
- Valorización de los productos acorde al mercado.
- Aprovechamiento máximo de la capacidad instalada.
- Obtención de una ventaja competitiva por la rapidez en la actuación frente a los problemas más urgentes internos y de los clientes.
- Mejorar la eficiencia de la línea.
- Reducción de tiempos de rotación de inventario.
- Reducción de los plazos de entrega sin costo extra ni penalización de la calidad.
- Aceleración del lanzamiento de productos.

#### **II.2.1.4. Aplicaciones y Herramientas de TOC**

Según Birrel (2004), la teoría de restricciones tiene dos componentes fundamentales:

Componente	Detalle
Los procesos de pensamiento efectivos de Goldratt (PPEG): Son una herramienta de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaporación de la Nube</li> <li>• Árbol de Realidad Actual</li> <li>• Árbol de Realidad Futura y Reserva de Rama Negativa</li> <li>• Árbol de Prerrequisitos</li> </ul>

investigación, análisis y solución de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árbol de Transición</li> </ul>
Las soluciones genéricas TOC: Son soluciones enfocadas para cada área de una empresa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operaciones: Tambor – Amortiguador – Cuerda (DBR: drum, buffer, rope). Ahora existe el DBR simplificado (S-DBR).</li> <li>• Finanzas: Contabilidad del Trúput.</li> <li>• Administración de Proyectos: Cadena Crítica</li> <li>• Distribución: Reposición activada por consumo</li> <li>• Marketing: Diseño de ofertas no rechazables</li> <li>• Ventas: Superación de las capas de resistencia al cambio</li> <li>• Recursos humanos: Comunicación efectiva, basada en los PPEG</li> </ul>

Fuente: Adaptado de Birrel (2004)

Se muestran, a continuación algunas soluciones TOC.

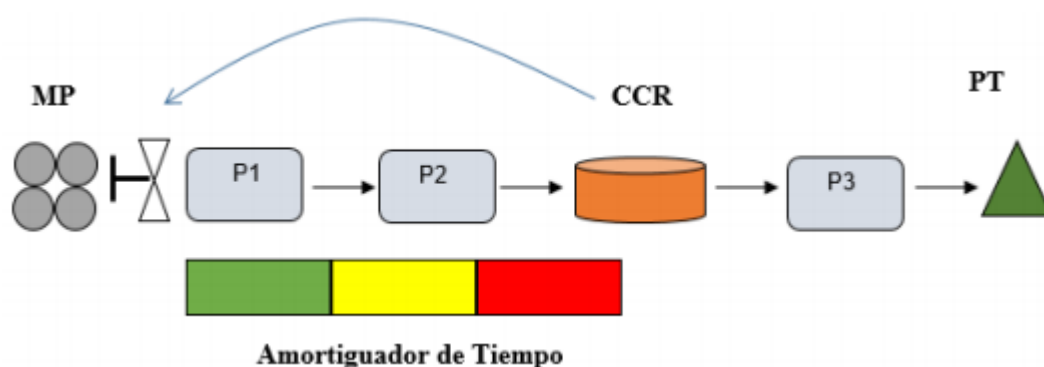
#### *II.2.1.1.1 Sistema DBR (drum, buffer, rope / tambor, amortiguador, cuerda)*

De acuerdo con Carrión (2020), este sistema es el método TOC para la programación y administración de las operaciones, que permite balancear el flujo de un sistema. Este controla el flujo de materiales en las operaciones del proceso productivo y las regula acorde con la demanda del mercado, obteniendo el mínimo tiempo de entrega, inventario y gastos de operación. Esta metodología es el resultado de estudios previos y el desarrollo del software de planificación de la producción conocido como OPT por sus siglas del inglés *Optimized Production Technology* (Rodríguez et al., 2005).



Los recursos restrictivos son escasos y son los que controlan la tasa de producción del sistema. Se denominan *drum* o “tambor”, pues marcan el ritmo del resto de recursos. Para determinar el tambor, se parte de los datos de la utilización de cada una de las máquinas involucradas en el proceso productivo (Pérez & Ramírez, 2010).

Una condición para maximizar la salida del sistema, es la planificación. Además, en la ejecución se debe cuidar especialmente al recurso restrictivo ante interrupciones mediante el uso de *time buffers* o “amortiguadores de tiempo”.



**Figura 7.** Funcionamiento del sistema DBR

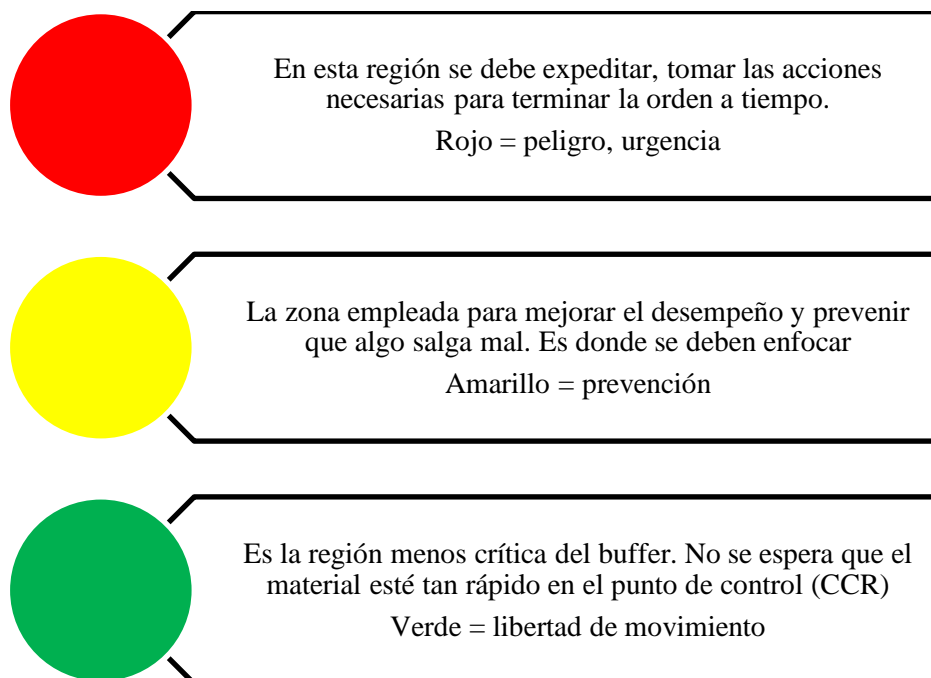
Fuente: Carrión (2020)

Según Schragenheim y Dettmer (2000), el sistema DBR tiene como objetivos: la optimización de los programas de producción, considerando la capacidad de los cuellos de botella; y programar la entrega de productos a los clientes y el abastecimiento de las materias primas y componentes en cada eslabón de la cadena de suministro.

#### II.2.1.1.2 Gerenciamiento del Amortiguador (Buffer Management)

Este mecanismo de control, como afirma Carrión (2020), es usado durante la fase de ejecución de la administración de operaciones, distribución y proyectos, complementando al uso de DBR, ya que permite regular las causas de variabilidad que puedan alterar la realidad. Es conveniente tener en cuenta lo sostenido por Sullivan et al. (2007), quien afirma que buffer es el intervalo de tiempo en el que el trabajo es liberado al sistema de producción en una línea, antes de su procesamiento programado en la restricción.

Se recomienda dividir al amortiguador en tres partes para su análisis, usando los colores rojo, amarillo y verde, a manera de semáforo.



**Figura 8.** Buffer Management

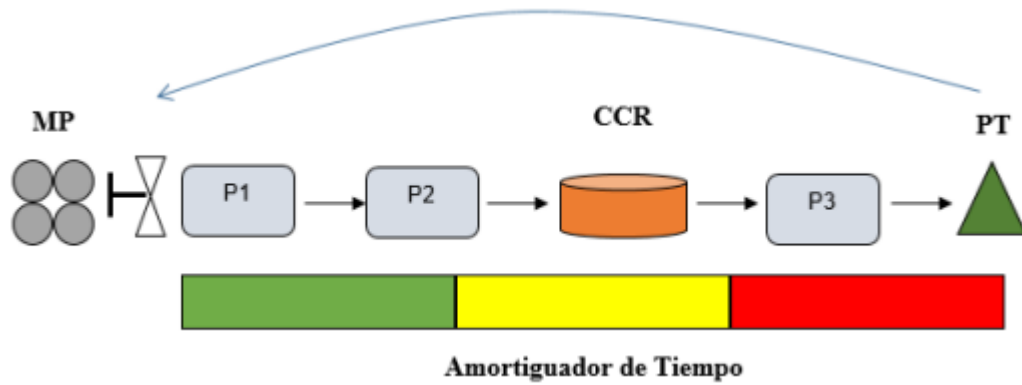
Fuente: Adaptado Estrategia Focalizada.com (2019), citado por Carrión (2020)

### II.2.1.1.3 Sistema S - DBR (*drum, buffer, rope simplified*)

Para Carrión (2020), el sistema tambor, amortiguador, cuerda simplificado está basado en los mismos conceptos del DBR, es decir, mantiene armonía con TOC y los cinco pasos de focalización. Su mayor distinción, de acuerdo con Schragenheim & Dettmer (2000), es que este sistema simplificado se da bajo el supuesto de que la mayor restricción del flujo productivo es la demanda del mercado, aun cuando una restricción interna pueda emerger temporalmente.

Como no es posible procesar todas las órdenes de producción a la vez, ya que las empresas tienen capacidad finita, se hace inevitable la identificación de el o los recursos con menor capacidad o cuellos de botella (Guamán & Perugachi, 2015). En un entorno de fabricación bajo pedido, se asigna un amortiguador de tiempo para cada uno de los pedidos de los clientes, que es el tiempo que se da a los pedidos para moverse desde la liberación del material hasta que quede terminado el producto (Carrión, 2020). En el tiempo de espera se incluyen todas las causas de incertidumbre, como problemas de calidad, tiempos muertos, errores humanos y ausentismo (Zarruk y Fernández, 2008).

Mientras que DBR se daba bajo el supuesto de que el área de producción haría todo lo necesario para cumplir las fechas de entrega de los pedidos que el área de ventas ingresaba, S-DBR descarta esta situación y brinda fechas de entrega seguras de acuerdo con lo planificado. Con la aplicación de S-DBR los CCR, o recursos con capacidad restringida, son de fácil ubicación (Carrión, 2020).



**Figura 9.** Funcionamiento del sistema S DBR

Fuente: Carrión (2020)

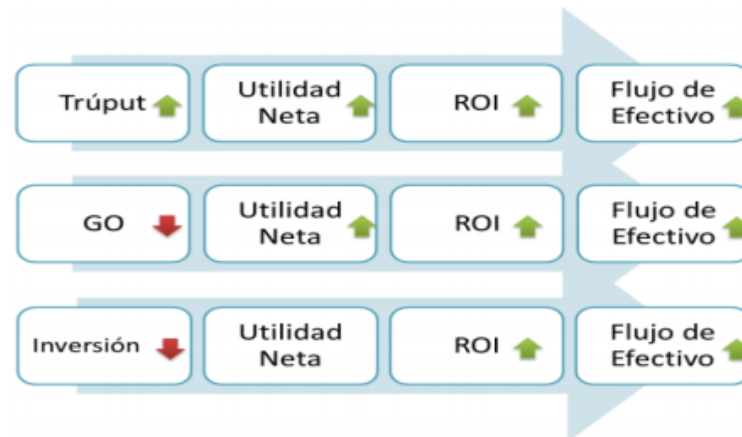
### **II.2.1.5. Indicadores Operativos Globales**

Permiten conocer y calcular el rendimiento de Indicadores Financieros. Entre ellos, la utilidad neta, el flujo de efectivo y el retorno a la inversión (Goldratt, 2009). Como afirma Goldratt (2004), es necesario conocer el nivel de ingresos que genera la empresa, el nivel de utilidades que genera su actividad productiva y los egresos necesarios para que empresa opere con normalidad; para determinar si la dirección de la organización es correcta en términos financieros.

La Teoría de Restricciones propone analizar paralelamente los datos contables con un método sencillo y eficaz, distinto al tradicional de la contabilidad financiera. Este consiste en centrarse en tres cuentas: *Throughput* o tróput (T), que es la velocidad en la que el sistema genera dinero; Gastos Operacionales (GO), que es el dinero destinado para el proceso de transformación de inversión a tróput; y la Inversión (I) o inventario, que es el dinero invertido en insumos y bienes que el sistema espera vender.

Es necesario conocer la interacción entre estos indicadores, para lo cual Goldratt plantea lo siguiente:

**Figura 10.** Interacción de indicadores



Fuente: Eliyahu, M., & Goldratt, C. (2009)

Para hallar el tróput (T) es necesario hacer uso de la siguiente ecuación (Techt, 2016).

**Ecuación 1.** Tróput

$$\text{Tróput } (T) = \text{Ventas } (V) - \text{Costo Variables reales de las Ventas } (CVV)$$

Donde:

Ventas (V) = dinero que los clientes pagan para obtener sus productos

Costo Variables reales de las Ventas (CVV) = dinero que paga a terceros por los productos directamente relacionados con los productos que se venden.

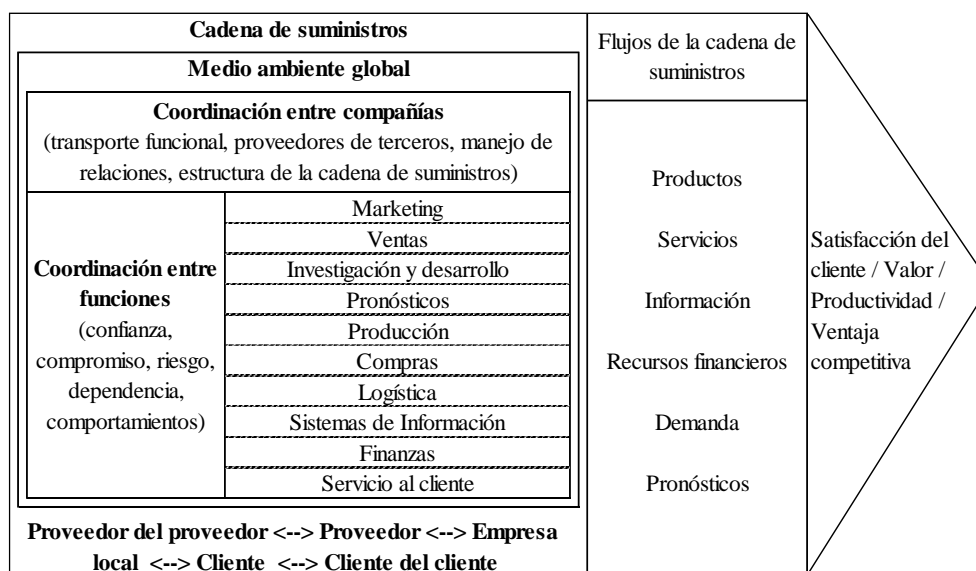
Para Techt (2016), los Gastos Operacionales responden a la siguiente fórmula:

$$\text{Gastos Operacionales } (GO) = \text{Sueldos} + \text{Gastos de fabricación}$$

## II.2.2. Cadena de suministro.

La cadena de suministro engloba a cada una de las partes involucradas en la satisfacción de la demanda de los clientes ya sea de forma directa o indirecta; por tanto, abarca también todas sus funciones, como la recepción y el cumplimiento de pedidos de los clientes internos y externos, el desarrollo de nuevos productos, el marketing, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente (Chopra & Meindl, 2008).

**Figura 11.** Modelo de una cadena de suministros



Fuente: Mentzer et al. (2001)

Este modelo es general, y muestra los eslabones de la cadena y la manera como interactúan entre sí y su relación jerárquica.

Para Chopra & Meindl (2008), maximizar el valor total generado debe ser considerado como el fin primordial de una cadena de suministro. Este valor total resulta de la diferencia entre el valor del producto final para el cliente y los costos incurridos en la cadena de suministro para cumplir su demanda.

La gestión de la cadena de suministro se considera exitosa si demuestra buenos resultados tras ser medida en términos de rentabilidad y no solo considerando las

ganancias particulares de cada parte del proceso o eslabón. Mientras que la única fuente de ingresos son los clientes, los costos están presentes en todos los flujos de información, productos o fondos de la cadena; es por ello que se afirma que administrar adecuadamente estos flujos es una de las claves del éxito de una cadena de suministro.

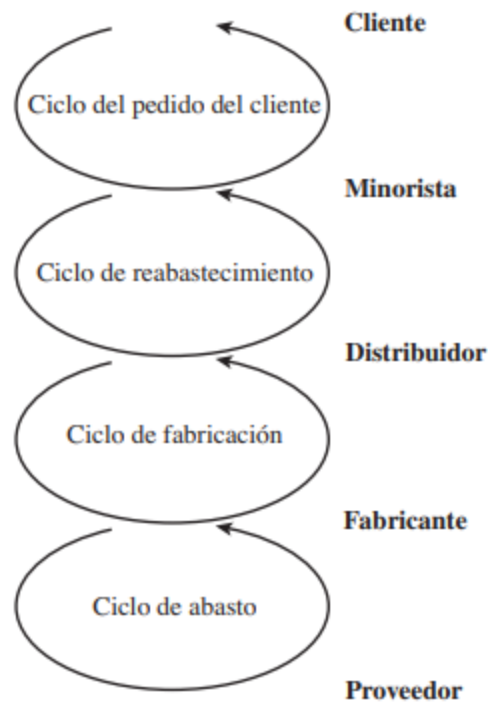
### ***II.2.2.1. Enfoque de los procesos de una cadena de suministro***

En una cadena de suministro, los procesos pueden ser realizados desde dos enfoques (Chopra & Meindl, 2008).

#### ***II.2.2.1.1 Enfoque de ciclo***

Bajo este enfoque, los procesos se dividen en series de ciclos, cada uno realizado en la interfase entre dos etapas sucesivas de una cadena de suministro, tal como se muestra en la Figura 7. De esta manera es posible definir con claridad los procesos que comprende y los propietarios de cada proceso con sus respectivas funciones, responsabilidades y resultados deseados. Se debe tener en cuenta que, dentro de cada ciclo, la meta del cliente es disponer del producto con total seguridad y lograr economías de escala con el pedido; mientras que el proveedor intenta pronosticar los pedidos del cliente y reducir el costo de recibirlos para surtir el pedido a tiempo y mejorar la eficiencia y la precisión del proceso de abastecimiento de pedidos.

**Figura 12.** Ciclos de los procesos de una cadena de suministro



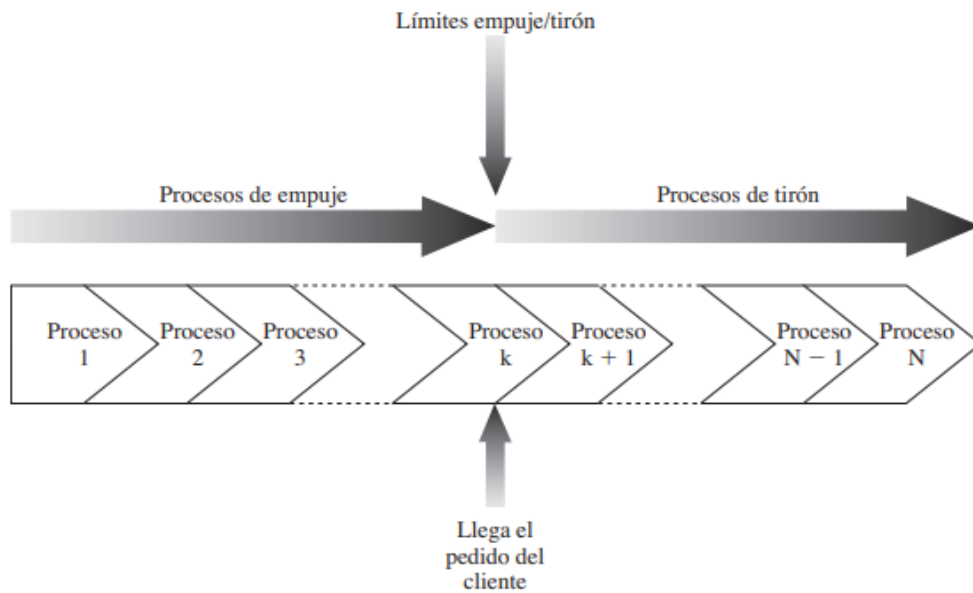
Fuente: Chopra & Meindl, 2008

#### 11.2.2.1.2 Enfoque de empuje o tirón

Este enfoque clasifica los procesos de acuerdo con su inicio. Es de tirón o *pull* si se da en respuesta al pedido del cliente; y es de empuje o *push* si se anticipan a ella, tal como se muestra en la Figura 7. En adición Chopra & Meindl (2008) afirman que otra manera de identificarlos es por su principal característica, considerando que los procesos de tirón son reactivos, pues reaccionan a la demanda del cliente; y que los procesos de empuje son especulativos, puesto que responden a la demanda pronosticada y no a la real.



**Figura 13.** Enfoque de empuje/tirón de la cadena de suministro



Fuente: Chopra & Meindl, 2008.

Una diferencia entre los procesos de tirón y de empuje consiste en que al momento de la ejecución, la demanda se conoce con certidumbre en los primeros; mientras que en los últimos, no se conoce y se debe pronosticar. Sin embargo, los procesos de tirón pueden verse restringidos por las decisiones sobre el inventario.

### **II.2.2.2. Operaciones de la logística de la cadena de suministro**

#### **II.2.2.2.1 Inventario**

Gestionar el inventario es clave para optimizar las cadenas de suministro. Se debe tener en cuenta que estos pueden tener distintas funciones a lo largo de los procesos, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 3.** Funcionalidad del inventario

Función	Detalle
Especialización geográfica	Permite un posicionamiento geográfico a través de diversas unidades de fabricación y de distribución de una empresa.
Desacoplamiento	Permite una economía de escala dentro de una sola planta y que cada proceso opere a su máxima eficiencia.
Equilibrio suministro/demanda	Atiende el tiempo transcurrido entre la disponibilidad del inventario y el consumo.
Disminución de la incertidumbre	Atiende la incertidumbre relacionada con la demanda en exceso predicha o los retrasos inesperados, y se suele considerar como las existencias de seguridad

Fuente: Adaptado de Bowersox, Closs &amp; Cooper (2007)

Chopra (2008) afirma que el inventario de ciclo es el inventario promedio en una cadena debido a que las diferentes etapas explotan las economías de escala para disminuir el costo total. Se considera en los costos considerados al costo de material, el costo fijo de ordenar y el costo de mantener inventario. Mientras tanto, Bowersox, Closs & Cooper (2007) indican que componentes del costo por mantener inventarios son: costo de capital, impuestos, seguro, obsolescencia y almacenamiento.

Se recomienda contar con un inventario de seguridad, pues asegura la satisfacción de la demanda en caso de que esta exceda a la cantidad pronosticada para un determinado periodo. Como la demanda es incierta, es pertinente mantener el inventario de seguridad puesto que no se desea que el producto escasee bajo ninguna circunstancia (Chopra, 2008).

Gestionar inventarios es la administrar adecuadamente el registro del movimiento, la adquisición y la salida de inventario en una organización (Miranda, 2018). El exceso de inventario puede conducir al deterioro y pérdida de lo almacenado, incluso incrementar el riesgo de robo. Por el otro extremo, la falta de inventarios puede ocasionar pérdidas de ventas debida a incumplimiento con lo pactado por el cliente externo o pérdidas de recursos si se trata de clientes internos.

A continuación, se muestran ecuaciones para cálculos referentes a los inventarios de acuerdo con Vizcarra (2018).

**Ecuación 2.** Coste de adquisición

$$\text{Coste de adquisición} = \text{Precio de compra (P)} \times \text{demanda actual (D)}$$

**Ecuación 3.** Coste de gestión de pedido

$$\text{Coste de gestión de pedido} = \frac{\text{Coste de pedido (Cpe)} \times \text{demanda (D)}}{\text{Volumen de pedido (Q)}_i}$$

**Ecuación 4.** Coste de posesión o almacenamiento

$$C_p = \text{Costo de mantenimiento por und de producto} \times \text{Stock medio} \frac{Q}{2}$$

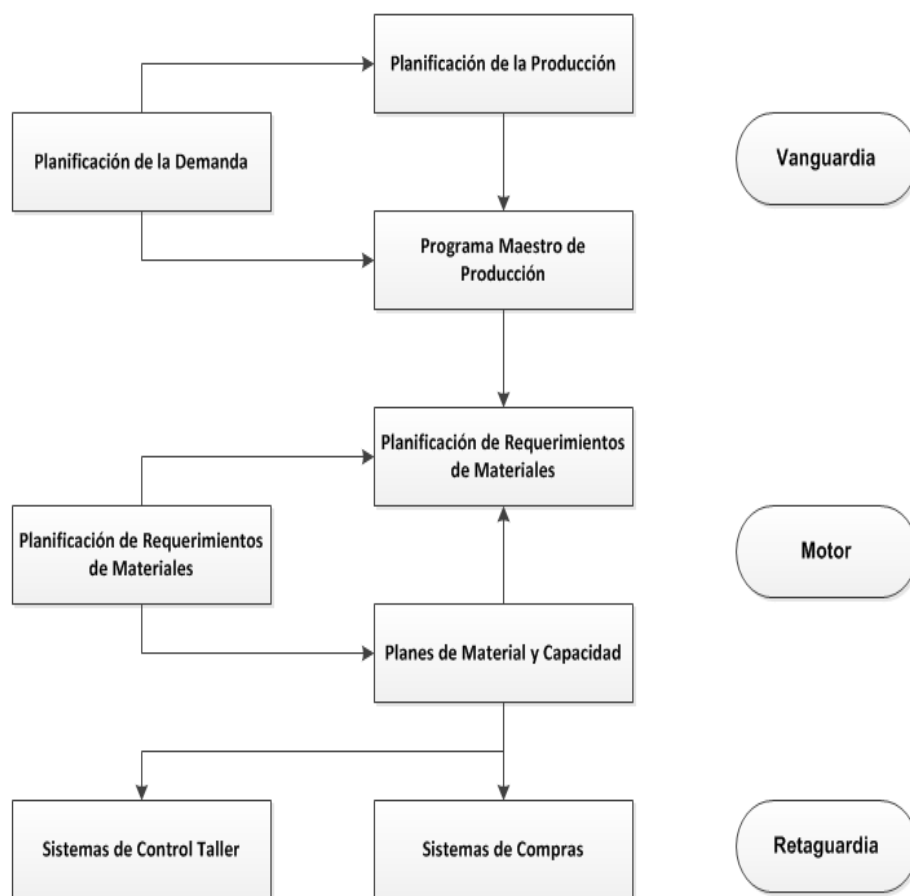
Para conocer el costo total del pedido, es necesario aplicar la siguiente ecuación:

**Ecuación 5.** Costo total de pedido

$$CT = P \times D + C_{pe} \frac{Q}{2} + C_g \frac{D}{Q}$$

Debido a las complicaciones que puede generar una mala gestión de inventarios, es muy conveniente incluir en la empresa procesos de planificación y control de la producción debe seguir un enfoque jerárquico, logrando integrar los objetivos estratégicos, tácticos y operativos (Slipper & Bulfin, 1998). Este proceso está compuesto por cinco fases.

**Figura 14.** Diagrama del Sistema de Planificación y Control de la Producción



Fuente: Slipper & Bulfin, 1998

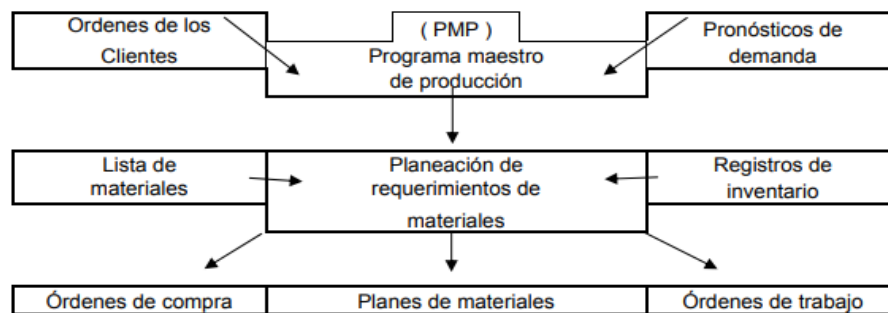
Con el fin de mantener la planificación, Guardiet (1999) expone al plan de aprovisionamiento, que es el conjunto de pedidos de compras para un cierto periodo futuro, que siempre es requerido para que el área de compras, realice los pedidos a

los proveedores externos en las cantidades, fechas y condiciones que fueron estipulados por la “función de planeamiento”.

Para planificar los requerimientos de materiales se puede hacer uso del MRP (Material Requirements Planning). Esta técnica tiene como objetivos al aseguramiento de la disponibilidad de los materiales para la producción y de los productos para su entrega a los clientes.

Existe un flujo de información requerida para la elaboración del MRP y para los productos tras su aplicación, el cual se muestra a continuación:

**Figura 15.** Flujo de información del MRP



Fuente: UDLAP (s.f.)

Una de las entradas más importantes del MRP es la lista de materiales. Para Padilla (2015) esta lista detalla materiales, componentes y subconjuntos necesarios para la fabricación de cada producto con el fin de crear la estructura de materiales de un producto. Mientras tanto, una de las salidas más importantes del MRP es el Plan Maestro de Producción, que contiene a detalle todas las cantidades y fechas en las que los productos de demanda externa deben estar disponibles (SENATI, 2016).

Entre los mayores beneficios de contar con un adecuado plan de abastecimiento, se encuentra una mejor comunicación, menos compras reactivas, un mejor uso de

recursos y capital de trabajo, una mayor flexibilidad de la cadena de suministros a variaciones y un mejor servicio al cliente interno y externo (López, 2015).

#### *11.2.2.2.2 Distribución*

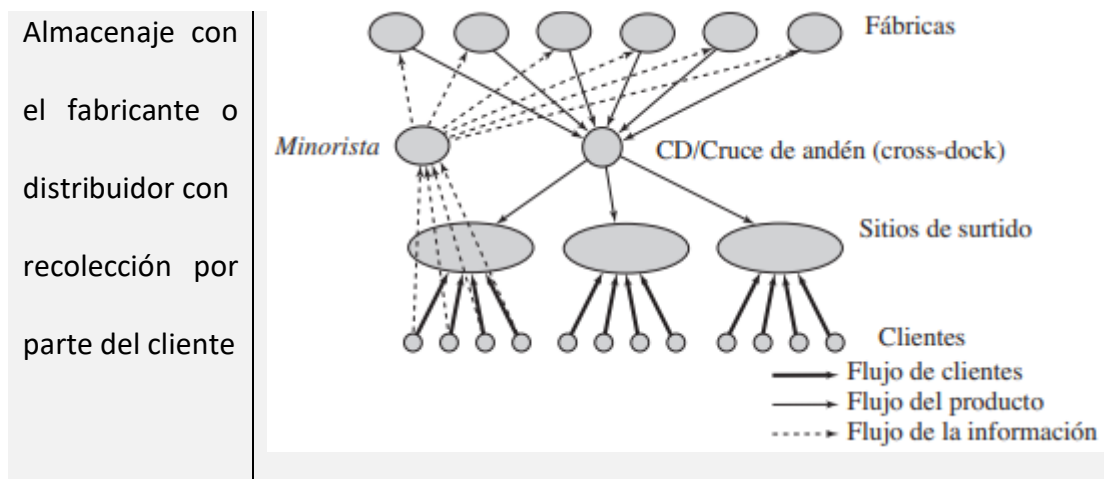
Hace referencia al procedimiento que se debe realizar para transportar y almacenar un producto desde el proveedor hasta la del cliente en la cadena de suministro y ocurre entre cada par de etapas de la cadena de suministro (Chopra, 2008). Años atrás el proceso de distribución estaba diseñado para superar retos y alcanzar beneficios (Bowersox, Closs & Cooper, 2007); sin embargo, el mundo industrializado ya no se caracteriza por la escasez y los procesos se llevan a cabo en un mercado abarrotado de clientes y proveedores. La capacidad de transportación y el desempeño operativo, se han vuelto cada vez más rentables y confiables. La tecnología es actualmente un pilar para el transporte actual que le garantiza información predecible y precisa para toda entrega.

Un cambio en el diseño de la red de distribución afecta los costos de la cadena de suministro, en especial los costos de inventarios, transporte, instalaciones y manejo e información.

Para diseñar una red de distribución, Bowersox, Closs & Cooper (2007) plantea los siguientes modelos:

**Tabla 4.** Diseños de red de distribución

Modelo	Representación gráfica
Almacenaje con el fabricante con envío directo	<p>Diagrama de un modelo de distribución con envío directo desde el fabricante. Muestra un fabricante (6 círculos) conectado directamente a clientes (3 óvalos). Un minorista (1 círculo) también está conectado a los clientes. Las flechas sólidas indican el flujo del producto, y las flechas punteadas indican el flujo de la información.</p>
Red de consolidación en tránsito	<p>Diagrama de un modelo de red de consolidación en tránsito. Muestra fábricas (6 círculos) conectadas a un minorista (1 círculo) y a un punto de consolidación en tránsito (1 círculo). El minorista y el punto de consolidación están conectados a los clientes (3 óvalos). Las flechas sólidas indican el flujo del producto, y las flechas punteadas indican el flujo de la información.</p>
Almacenaje con el distribuidor con entrega del transportista	<p>Diagrama de un modelo de almacenamiento con el distribuidor. Muestra fábricas (6 círculos) conectadas a un punto de almacenamiento con el distribuidor/minorista (1 círculo). Este punto está conectado a los clientes (3 óvalos). Las flechas sólidas indican el flujo del producto, y las flechas punteadas indican el flujo de la información.</p>
Almacenaje con el distribuidor con entrega a domicilio	<p>Diagrama de un modelo de almacenamiento con el distribuidor y entrega a domicilio. Muestra fábricas (6 círculos) conectadas a dos almacenes del distribuidor/minorista (2 círculos). Estos almacenes están conectados a los clientes (6 óvalos). Las flechas sólidas indican el flujo del producto, y las flechas punteadas indican el flujo de la información.</p>



Fuente: Adaptado de Bowersox, Closs & Cooper (2007)

El transporte es una actividad clave en la logística porque es la encargada de desplazar los productos por las diferentes etapas de producción y, por último, a los clientes. Como afirman Bowersox, Closs & Cooper (2007) la tendencia actual es el uso de servicio multimodal que combina los cinco principales modos: ferroviario, carretero, acuático, ductos y aéreo.

#### 11.2.2.2.3 Almacenamiento

Para Bowersox, Closs & Cooper (2007), en la actualidad el almacenamiento debe ser concebido como un lugar para combinar el surtido del inventario con el fin de cumplir con la demanda de los clientes.

Uno de los criterios más utilizados para gestionar de manera adecuada los almacenes es el método ABC. Este clasifica los productos de acuerdo con el porcentaje de inversión inmovilizada que cada uno representa sobre el total de las existencias (Parra, 2005). Es así que se puede dividir los stocks en tres grupos:



**Figura 16.** Clasificación ABC

#### Grupo A

- Representan el 10-20% de las unidades físicas y el 80-90% del valor total del stock.
- Recomendaciones para su gestión: revisión continua, recuentos periódicos, actualización diaria de stocks, recálculo periódico de stock de seguridad, vigilancia permanente de plazos de entrega.

#### Grupo B

- Representan el 30% de las unidades físicas y el 10-15% del valor total del stock.
- Recomendaciones para su gestión: seguimiento intermedio entre los grupos a con menor frecuencia de revisión.

#### Grupo C

- Representan el 50-60% de las unidades físicas y el 5-10% del valor total del stock.
- Recomendaciones para su gestión: controles sencillos, actualización de stocks de seguridad

Fuente: Adaptado de Parra (2005)

La clave, como afirman Díaz & Aguilar (2016), es centrar la gestión en los grupos A y B, dando preferencia al primero; puesto que de esta manera es posible mantener controlada casi la totalidad de la inversión en este reducido grupo de recursos. Se consideran los siguientes pasos para clasificar los productos según este sistema:

1. Ordenar los productos en orden descendente considerando su valor total.
2. Calcular el valor porcentual que cada artículo representa sobre el total de unidades y sobre el valor total del inventario.

3. Hallar el valor porcentual acumulado sobre las unidades y sobre la inversión.
4. Clasificar en los grupos.

### **II.3. Descripción de terminología técnica, definición conceptual o marco conceptual, definición de terminos básicos**

**Búfer.** Espacio de tiempo entre la entrega de material y el proceso a ejecutarse en el cuello de botella (Techt,2016). Además, es un mecanismo de protección contra la incertidumbre o Murphy puesto que asegura el funcionamiento total del cuello de botella protegiéndole de perturbaciones (Sullivan, Reid y Cartier 2007).

**Cuello de botella.** Es un recurso cuya capacidad no le permite satisfacer la demanda del mercado en un periodo de tiempo determinado, ya que es igual o menor que la demanda del mismo (Goldratt y Cox 2004, 166). Para Espinoza y Jiménez (2007), es todo elemento que limite al flujo productivo en el cumplimiento del objetivo para el que fue instituido.

**Gasto operacional.** Hace referencia al dinero que gasta la empresa para poder transformar la materia prima en ventas (Techt, 2016). Se pagan generalmente de forma continua, aunque la producción o la venta tuviera que detenerse por un tiempo determinado (Herrera, 2003).

**Inventario.** Es toda la inversión en el flujo productivo que tiene el fin de ser vendida, mas puede estar almacenada o retenida en cualquier etapa del sistema de producción (Krajewski et al. 2008). Otro nombre que se le da a estos inventarios es el de inversiones operativas (Iglesias, 2000).

**Recursos con capacidad restringida (CCR).** Son los recursos cuya capacidad es menor o igual a la demanda que hay de él (Aguilera, 2000). Si no se programa adecuadamente puede convertirse en una limitación del sistema (Goldratt y Cox 2004).

**Recursos no restrictivos.** Son recursos que no constituyen cuellos de botella o no considerados como recursos con capacidad restringida, debido a que su capacidad es mayor que su demanda (Aguilera, 2000).

**Restricción.** Cuello de botella.

**Rope.** O cuerda, es el dispositivo de comunicación entre el tambor y el cronograma de liberación de materia prima, de tal manera que la restricción esté siempre cubierta con la cantidad necesaria de trabajo (Sullivan, Reid y Cartier 2007).

**Tambor.** O *drum*, es el recurso de capacidad restringida que limita la producción total del sistema (Sullivan, Reid y Cartier 2007). Este marca el ritmo de todos los demás departamentos productivos y los departamentos relacionados (Techt,2016).

**Trúput.** Es la velocidad a la que el sistema de producción genera dinero mediante las ventas. Se calcula como las ventas menos todos los gastos que varían uno a uno con cada producto que se venta. Básicamente es la materia prima, las comisiones de ventas y servicios externos unitarios (Birrel, 2004).

### **III. HIPÓTESIS**

#### **III.1. Declaración de hipótesis**

La implementación de la Teoría de las Restricciones en la cadena de suministro incidiría significativamente en la reducción de los costos de una empresa de alimentos balanceados del sector acuícola de la ciudad de Trujillo, 2020.

### III.2. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de la variable costos de Cadena de Suministro.

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Categorías o Dimensiones	Definición	Indicador
Costos de Cadena de Suministro	Son precios relacionados a la Cadena de Suministro especialmente los de Planeamiento, Compras, Almacenes y Distribución	Los costos de la Cadena de Suministro serán medidos a través de diferentes indicadores la cual harán referencia al estatus de la empresa.	El costo de Suministro se mide a través de los indicadores de Planeamiento, Compras, Almacenes y Distribución	Costos de Almacenes	% de Materias Primas Compactadas
				Costos de Almacenes	% de Uso de Almacenes Externos
				Costos de Almacenes	% de Mercadería Dañada
				Costos de Distriución	% de Mercadería Robada
				Costos de Oportunidad de Compras	% de Proveedores de Transportes

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 2. Matriz de Consistencia**

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TÍTULO: Teoría de Restricciones para costos de la cadena de suministro de una empresa de alimentos balanceados del sector acuícola - Trujillo, 2020				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
1. Problema General:	1. Objetivo General:	1. Hipótesis General:	V. Independiente	
¿En qué medida la implementación de la Teoría de Restricciones reduce los costos de la cadena de suministro en una empresa de alimentos balanceados del sector acuícola de la ciudad de Trujillo, 2020?	Determinar si la implementación de la Teoría de las Restricciones de la cadena de suministro reduce los costos de la Cadena de Suministro en una empresa de alimentos balanceados del sector acuícola de la ciudad de Trujillo, 2020	La implementación de la Teoría de las Restricciones en la cadena de suministro incidiría significativa en la reducción de los costos de la empresa de alimentos balanceados de la ciudad de Trujillo, 2020	Implementación de la Teoría de las Restricciones en la Optimización de la Cadena de Suministro.	<p>1. Tipo de Investigación: <b>Cuantitativa.</b></p> <p>2. Nivel de Investigación: <b>Causal.</b></p> <p>3. Método: <b>Inductivo / Deductivo.</b></p> <p>4. Diseño de la Investigación: <b>Experimental.</b></p> <p>5. Marco Muestral: -</p> <p>6. Población: <b>Cadena de Suministro de la empresa de alimentos balanceados de la ciudad de Trujillo.</b></p> <p>6. Muestra: <b>Cadena de Suministro de la empresa de alimentos balanceados de la ciudad de Trujillo.</b></p> <p>7. Técnicas: <b>Análisis Financiero y Contable.</b></p> <p>8. Instrumentos: <b>Instrumentos Financieros – Contables.</b></p>
2. Problemas Específicos:	2. Objetivos Específicos	2. Hipótesis Específicas (opcional):	V. Dependiente:	
1) ¿Cuáles son los costos de la cadena de suministro en la empresa de alimentos balanceados antes de la implementación de la Teoría de Restricciones?	1). Evaluar los costos de la cadena de suministro en la empresa de alimentos balanceados del sector acuícola antes de la implementación de Restricciones.	-	Los costos de la cadena de suministro en la empresa	
2) ¿Cuál es el proceso de implementación para optimiza la cadena de suministro en una empresa de alimentos balanceados?	2) Implementar la Teoría de Restricciones en la Cadena de Suministro de la empresa de Alimentos Balanceados del sector acuícola	-	<b>V. Intervenientes:</b>	
1) ¿Cuáles son los costos de la cadena de suministro en la empresa de alimentos balanceados después de la implementación de la Teoría de Restricciones?	3). Evaluar los costos de la cadena de suministro en la empresa de alimentos balanceados del sector acuícola después de la implementación de Restricciones	-	-	

Fuente. Elaboración propia

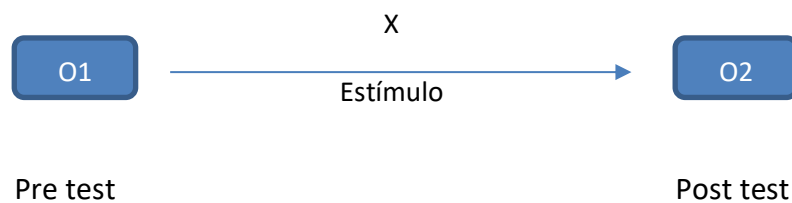
## IV. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS

### IV.1. Tipo de investigación

Cuantitativa

### IV.2. Diseño de la investigación

Experimental, siguiendo este esquema:



Donde:

O1: Costos de la empresa de alimentos balanceados de la ciudad de Trujillo antes de la implementación de la Teoría de Restricciones.

X: Teoría de Restricciones en cadena de suministro.

O2: Costos de la empresa de alimentos balanceados de la ciudad de Trujillo después de la implementación de la Teoría de Restricciones.

#### IV.2.1. Población, muestra y muestreo.

##### Población.

Cadena de Suministro de la empresa de alimentos balanceados de la ciudad de Trujillo.

### **Criterios de Inclusión.**

- a) Procesos de Planeamiento
- b) Procesos de Compras
- c) Procesos de Almacenes
- d) Procesos de Distribución

### **Criterios de Exclusión.**

- a) Proceso de Operación
- b) Proceso de Venta
- c) Proceso de Atención al cliente
- d) Proceso de transporte
- e) Procesos administrativos

### **Muestreo.**

Se determinó por conveniencia considerar al total de la población como muestra para la investigación.

### **Muestra.**

Cadena de Suministro de la empresa de alimentos balanceados de la ciudad de Trujillo.



#### IV.2.2. Método.

El método empleado en la investigación fue inductivo, puesto que conlleva a acumular conocimientos e informaciones aisladas (Dávila, 2006) y analítico puesto que este permite aplicar posteriormente el método comparativo, dando la posibilidad de establecer las principales relaciones de causalidad que existen entre las variables o factores de la realidad estudiada (Abreu, 2014).

Número	Causas	Sub - Causas	Área	Costo USD	T M 01	T M 02	Indicador	T M 01	T M 02	Indicador	Valorizado
1	Ineficiente procedimiento en la rotación de los productos	Materias Primas Compactadas	Almacenes	540,722	13	90	14%	5	90	6%	207,970
2	Ineficiente procedimiento en el traslado del producto	Mercadería Robada	Distribución	532,306	16	97	16%	2	97	2%	66,538
3	Ineficiencias en la distribución de la capacidad de los almacenes	Exceso de Almacenes Externos	Almacenes	404,209	15	87	17%	8	87	9%	215,578
4	Falta gestionar cartera de proveedores de transportes	Tarifa de Compañía	Compras	875,696	3	10	30%	8	10	80%	625,926
5	Falta de entrenamiento en el manipuleo del producto en el interno de la empresa	Mercadería Dañada	Almacenes	746,740	29	100	29%	11	100	11%	283,246
<b>TOTAL</b>				3,099,673							1,399,259

#### **IV.2.3. Técnicas e instrumentos.**

Las técnicas e instrumentos utilizados se detallan a continuación:

**Observación directa:** Se utilizó como instrumento una ficha de observación para recolectar información de interés para la investigación.

**Entrevistas:** Se utilizó como instrumento una guía para formular preguntas puntuales a los jefes de las áreas de la cadena de suministro que se seleccionaron para el análisis en esta investigación.

**Encuesta:** Se utilizó como instrumento un cuestionario para formular preguntas al personal de las áreas de la cadena de suministro que se seleccionaron para el análisis en esta investigación.

**Análisis documental:** Se uso esta técnica para recopilar datos generales de la empresa y su funcionamiento, así como reportes y otros documentos que permitan desarrollar la implementación de la Teoría de Restricciones y medir su impacto en los costos de la cadena de suministro.

**Análisis financiero:** Se analizan los estados financieros de la empresa, en especial el Estado de Resultados y el Flujo de Caja para conocer los costos de la cadena de suministros en los periodos anteriores y poder hacer comparaciones tras la implementación de la Teoría de Restricciones.

#### **IV.2.4. Procedimiento para la recolección de datos.**

La recolección de datos se inició usando la técnica de observación directa. En las instalaciones de la empresa se identificaron los procesos de la cadena de suministro que serían analizados: planificación, compras, almacenes y distribución. Se anotaron datos de capacidad de maquinaria e instalaciones, y se tomaron fotografías de los distintos ambientes (Ver anexos 1 y 2).

Luego, se realizaron entrevistas a los jefes, en las que se priorizó la toma de información respecto a la gestión de sus áreas, las estrategias usadas y las principales y recurrentes situaciones problemáticas (Ver anexo 3). Estas entrevistas tuvieron una duración aproximada de 20 minutos cada una y se dieron el mismo día. Se solicitaron también algunos reportes referentes al desarrollo de sus actividades.

Con el permiso de los jefes de las áreas, se solicitó que tres colaboradores de cada área respondan un cuestionario (Ver anexo 4). Este tenía como finalidad lograr conocer a mayor detalle la problemática ya identificada a través de la observación directa y las entrevistas. La duración estimada para la solución del cuestionario fue de quince minutos en los cuales se acompañó al colaborador para absolver cualquier consulta.

Para obtener los datos financieros fue indispensable una comunicación directa con el área de Finanzas mediante correo electrónico y se requirió el visto bueno del jefe del área.

#### **IV.2.5. Análisis estadístico e interpretación de datos**

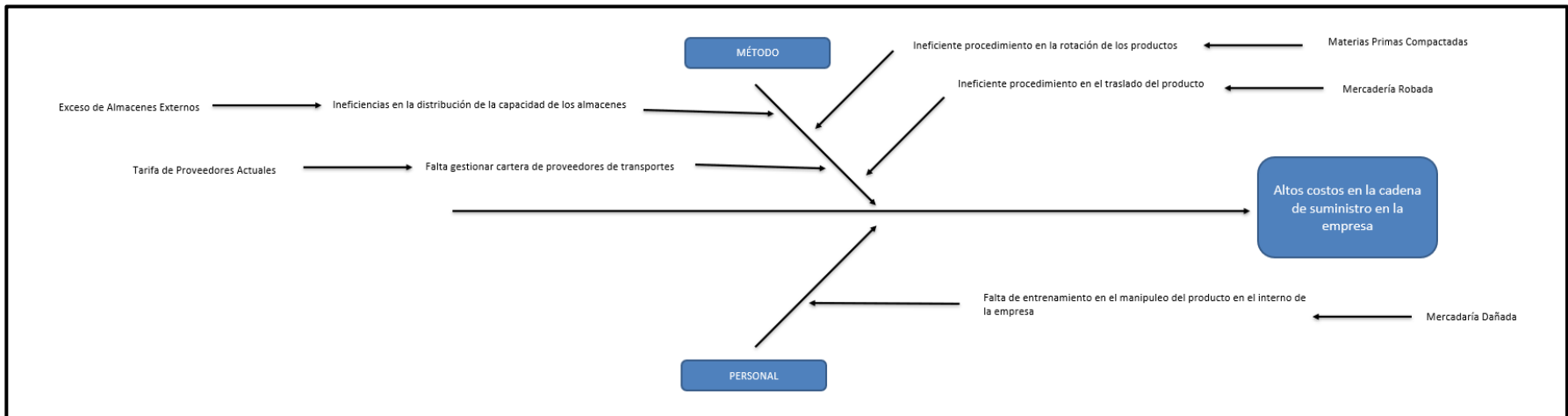
Posterior a la recolección de datos, se procedió a elaborar una base de datos utilizando la herramienta Excel. Con estos datos organizados es posible generar tablas y gráficos que permitan comprender con mayor facilidad el funcionamiento de la cadena de suministro. Además, con las funciones de Excel es posible hallar indicadores y valores que permiten corroborar la hipótesis comparando los costos hallados en el diagnóstico con los costos tras la implementación de la Teoría de Restricciones en la cadena de suministro.

## V. RESULTADOS

VI. Evaluar los costos de la cadena de suministro en la empresa de alimentos balanceados antes de la implementación de

Restricciones:

**Ishikawa:**



**Costos de Causas:**

**Causa 01: Ineficiente procedimiento en la rotación de los productos → Material Compactado.**

**Tabla N° 04:** Detalle de cálculos para determinar las pérdidas en la compactación de productos.

Número	Causas	Sub - Causas	Área	Costo USD
1	Ineficiente procedimiento en la rotación de los productos	Materias Primas Compactadas	Almacenes	540,722

Fuente: Elaboración propia (2021)

**Causas 02: Ineficiente procedimiento en el traslado del producto → Mercadería Robada**

**Tabla N° 05:** Detalle de cálculo para determinar Mercadería Robada

Número	Causas	Sub - Causas	Área	Costo USD
2	Ineficiente procedimiento en el traslado del producto	Mercadería Robada	Distribución	532,306

Fuente: Elaboración propia (2019)

**Causas 03: Ineficiencias en la distribución de la capacidad de los almacenes → Exceso de Almacenes Externos**

**Tabla N° 06:** Detalle de cálculo para determinar Exceso de Almacenes Externos

Número	Causas	Sub - Causas	Área	Costo USD
3	Ineficiencias en la distribución de la capacidad de los almacenes	Exceso de Almacenes Externos	Almacenes	404,209

Fuente: Elaboración propia (2019)

### Causas 04: Falta gestionar cartera de proveedores de transportes → Tarifa de Compañía

**Tabla N° 07:** Detalle de cálculo para determinar tarifa de transporte de la compañía

Número	Causas	Sub - Causas	Área	Costo USD
4	Falta gestionar cartera de proveedores de transportes	Tarifa de Compañía	Compras	875,696

Fuente: Elaboración propia (2019)

### Causas 05: Falta de entrenamiento en el manipuleo del producto en el interno de la empresa → Mercadería Dañada

**Tabla N° 07:** Detalle de cálculo para determinar Mercadería Dañada

Número	Causas	Sub - Causas	Área	Costo USD
5	Falta de entrenamiento en el manipuleo del producto en el interno de la empresa	Mercadería Dañada	Almacenes	746,740

Fuente: Elaboración propia (2019)

### Resumen de Costos de Causas:

La empresa viene perdiendo 3, 099K USD anuales por las causas mencionadas en el diagnóstico.

**Tabla N° 08:** Resumen de USD y porcentaje de pérdidas por causa.

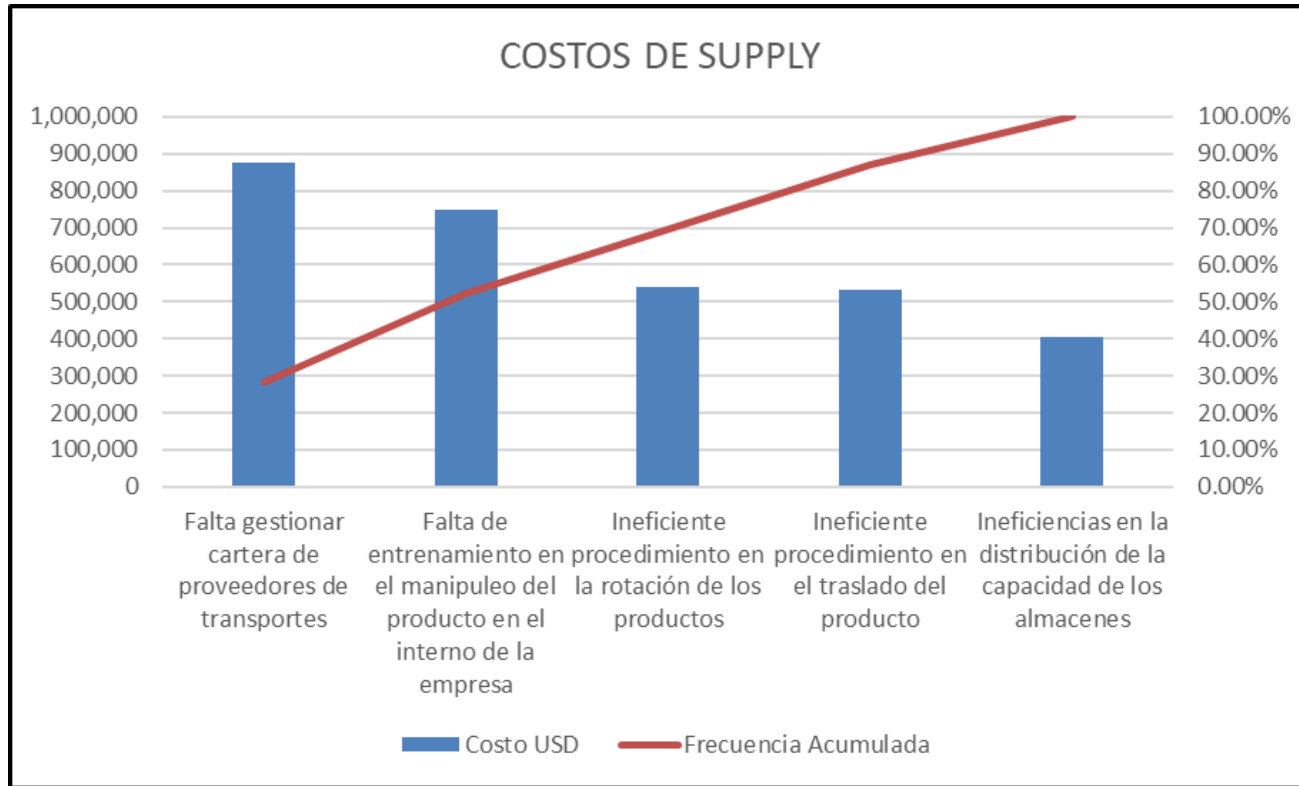
Causas	Costo USD	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada
Falta gestionar cartera de proveedores de transportes	875,696	28.25%	28.25%
Falta de entrenamiento en el manipuleo del producto en el interno de la empresa	746,739	24.09%	52.34%
Ineficiente procedimiento en la rotación de los productos	540,722	17.44%	69.79%
Ineficiente procedimiento en el traslado del producto	532,306	17.17%	86.96%
Ineficiencias en la distribución de la capacidad de los almacenes	404,209	13.04%	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>3,099,672</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Elaboración propia (2019)

A continuación, mostraremos cuáles son las principales causas que generan los problemas en la empresa.



**Diagrama N° 08: Pareto de altos costos de almacenamiento.**



Fuente: Elaboración propia (2019)

- II. Implementar la Teoría de Restricciones en la Cadena de Suministro de la empresa de Alimentos Balanceados:

**Matriz de resumen de propuestas, técnicas y herramientas:**

**Tabla N° 09:** Matriz resumen de propuestas, técnicas y herramientas:

Número	Causas	Sub - Causas	Indicador	Valor Actual	Valor Propuesta	Herramienta	Método
1	Ineficiente procedimiento en la rotación de los productos	Materias Primas Compactadas	% de Materias Primas Compactadas	14%	Disminuir a 5%	Gestión de Almacenes	TOC
2	Ineficiente procedimiento en el traslado del producto	Mercadería Robada	% de Mercadería Robada	16%	Disminuir a 5%	Gestión de Inventarios	TOC
3	Ineficiencias en la distribución de la capacidad de los almacenes	Exceso de Almacenes Externos	% de Uso de Almacenes Externos	17%	Disminuir a 10%	Gestión de Almacenes	TOC
4	Falta gestionar cartera de proveedores de transportes	Tarifa de Proveedores Actuales	Tarifa de Mercado / Tarifa de Compañía	36%	Disminuir a 20%	Gestión de Compras	TOC
5	Falta de entrenamiento en el manipuleo del producto en el interno de la empresa	Mercadería Dañada	% de Mercadería Dañada	29%	Disminuir a 5%	Gestión de Inventarios	TOC

Fuente: Elaboración propia (2019)

## **A. Desarrollo de causas:**

### **4.A.1. Teoría de las restricciones:**

#### **A) Diagnóstico actual del área logístico desde el punto de vista TOC:**

Para el análisis de causa raíz del problema se utilizará el Árbol de Realidad Actual (ARA), y así observar las relaciones de causa y efecto que conectan a los problemas identificados, a los cuales se denomina Efectos Indeseables (EIDE), según la metodología de la teoría de restricciones.

**META:** Disminuir los costos logísticos de la Cadena de Abastecimiento.

#### **Descripción del Problema:**

La organización cuenta con costos elevados por la falta de implementación de procesos y procedimientos.

A continuación, se detalla los EIDES:

#### **Primer Paso: Determinación de los Efectos Indeseables**

Se identificaron 5 efectos indeseables EIDES que resolveremos con una metodología TOC, a continuación, se describen:

#### **EIDE 01: Materia Prima Compactada**

##### **Descripción del problema:**

Se puede evidencia en los almacenes materias primas compactadas que finalmente no producen reprocesos en la fabricación del producto termino.

#### **EIDE 02: Mercadería Robada**

**Descripción del problema:**

Al levantar la información nos comentan que al momento de traslados de materias primas e insumos de almacén externo a interno en planta, existe un porcentaje de mercadería que es robada por la falta de un procedimiento.

**EIDE 03: Almacenes Externos****Descripción del problema:**

Al no haber una correcta distribución en los almacenes internos hace que la empresa tenga que gastar en costos de almacenaje externo.

**EIDE 04: Tarifas Altas de Transportistas****Descripción del problema:**

Por implementación de sistemas de calidad internacionales, los proveedores de transportes deben contar con la homologación de una entidad de inspección que homologa a los transportes. Debido a que la supervisión es costosa, son pocos los transportistas que pueden implementar la homologación.

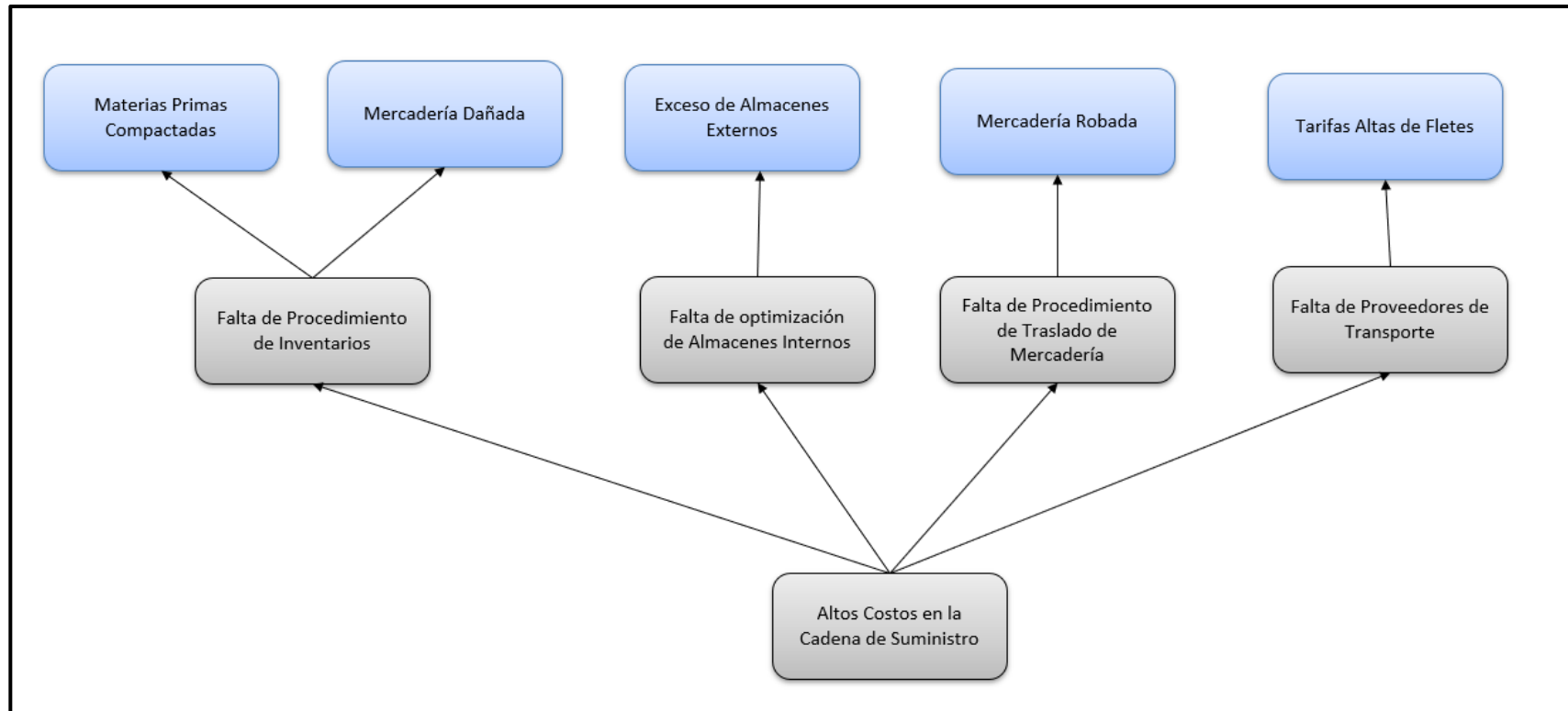
**EIDE 05: Mercadería Dañada****Descripción del problema:**

Al momento que se traslada los insumos de Almacén Interno hacia Producción, las Bolsas que son rotas y/o contaminas no son utilizadas, por ende, son descartadas.

## **Segundo Paso: Construcción del árbol de la realidad actual.**

A continuación, se muestra el árbol de la realidad actual constituido por los EIDES encontrados, además de otras causas, el cual se construye de forma preliminar. Este diagrama muestra relaciones de causa – efecto que afectan al proceso del área.

**Diagrama N° 09:** Árbol de la realidad problemática actual.



Fuente: Elaboración propia (2019)

## B) Solución de propuesta:

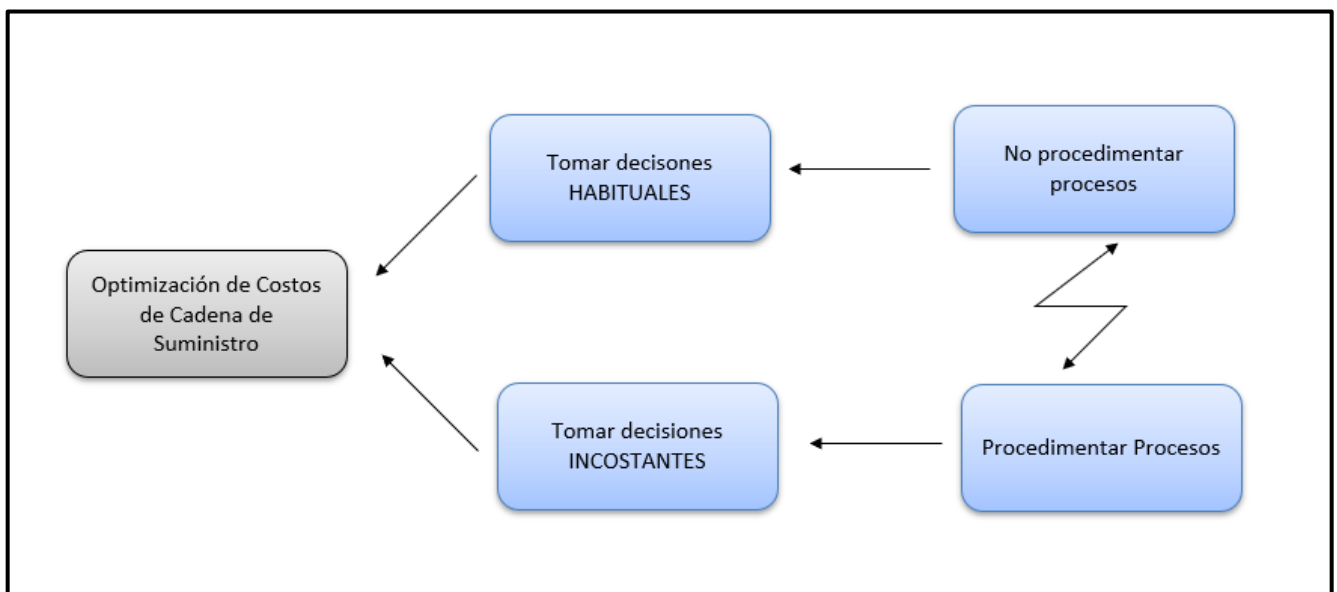
Se pudo identificar los principales EIDES del proceso, y así estructurar el árbol de la realidad actual el cuál ha permitido encontrar el problema raíz de la situación de las deficiencias.

### Obtención de una idea inicial para la eliminación del problema raíz:

Acorde al árbol de la realidad actual se puede diferenciar diferentes problemas en la Cadena de Suministro, especialmente en Almacenes, Distribución y Compras por falta de procedimiento.

Para identificar el conflicto planteado, se considera como objetivo el opuesto al problema raíz determinado en el árbol de la realidad actual y se procede a graficar la nube de evaporación del conflicto, identificando los requisitos que son necesarios para el logro del objetivo, tal como se puede observar a continuación.

**Diagrama N° 10:** Identificación del conflicto existente en el proceso.



Fuente: Elaboración propia (2019)

Para resolver el conflicto identificado en el árbol de realidad actual, es necesario identificar uno de los supuestos que se encuentran detrás de cada una de las conexiones entre las entidades observadas. La tabla N° 12 contiene los supuestos implícitos que han sido extraídos de las relaciones entre las entidades del Diagrama N° 10.

**Tabla N° 10:** Supuestos de las conexiones entre las entidades de la nube de evaporación de conflictos.

SUPUESTOS B-D	SUPUESTOS C-D
Tomar decisiones HABITUALES, hace que la empresa tenga altos costos en los diferentes procesos de Almacenes, Inventarios y Compras.	Tomar decisiones INCOSTANTES, hace que la empresa disminuya sus costos ya que tendría procedimientos para la operación diaria.
Tomar decisiones HABITUALES, permite que la empresa no tenga mejoras por ende se cumplan los mismos errores.	Tomar decisiones INCOSTANTES, permite que las utilidades netas de la compañía aumenten.

Fuente: Elaboración propia (2019)

Como indica la metodología de la teoría de restricciones, es necesario encontrar una idea que rompa los supuestos, una inyección que logre que el supuesto ya no sea válido. Las inyecciones se enuncian a continuación:

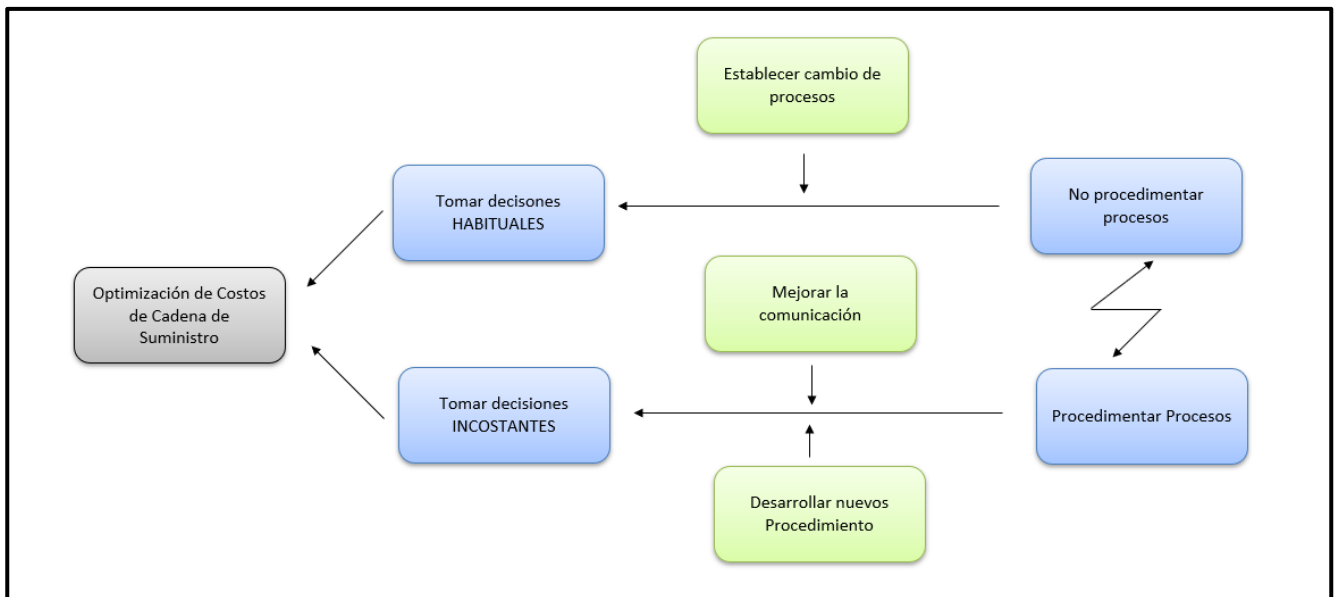
- **Inyección 01:** Establecer cambios de procesos.
- **Inyección 02:** Mejorar la comunicación.
- **Inyección 03:** Desarrollar nuevos procedimientos.



Las inyecciones se constituyen en puntos de partida para lograr una solución a la problemática de la empresa al romper supuestos que ocasionan el conflicto, donde se muestra que la primera inyección (INJ1) se coloca en la nube de evaporación en entre el requisito B2 y el prerrequisito D2, y la segunda (INJ2) y la tercera (INJ3) inyección son colocadas entre el requisito C2 y el pre requisito D'2.

Con las inyecciones determinadas se obtendrá el árbol de la realidad futura inicial o preliminar donde estas inyecciones se conectarán con los efectos deseados (EDES).

**Diagrama N° 11:** Remoción del conflicto existente en el proceso.



Fuente: Elaboración propia (2019)

### **C) Construcción de la solución factible:**

La elaboración de una solución factible de la problemática planteada, se inicia utilizando el árbol de la realidad futura (ARF) que conduce a la obtención de efectos deseables encontrados según los siguientes pasos:

#### **Primer paso: Determinación de los efectos deseables (EDES)**

Para elaborar el árbol de la realidad futura inicial se hace necesario encontrar los efectos deseables (EDES). Para el presente estudio, la lista de efectos deseables encontrados es la siguiente:

**EDE1:** Optimización de Lay-Out Almacenes.

**EDE2:** Implementación de Métodos FIFO.

**EDE3:** Capacitación de utilización de Montacargas.

**EDE4:** Estandarización de traslado de unidades de transporte.

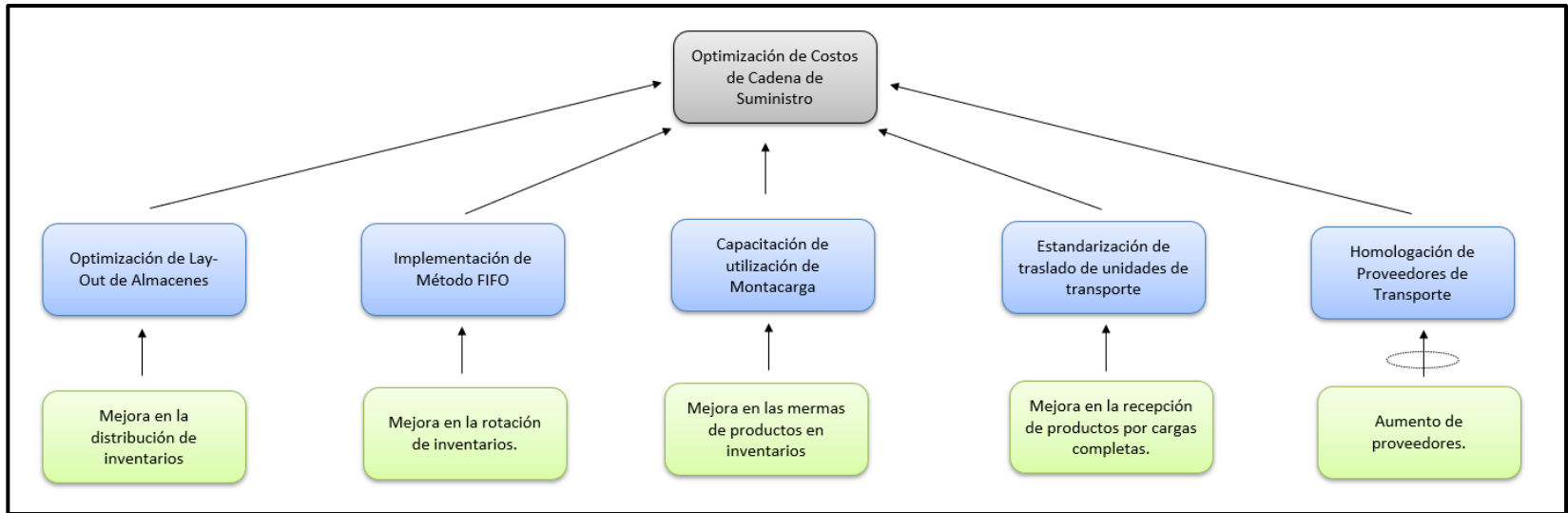
**EDE5:** Homologación de proveedores de transporte.

#### **Segundo paso: Construcción del árbol de la realidad futura inicial:**

Para determinar la solución inicial planteada, se considera las inyecciones encontradas en la etapa de evaporación del conflicto, a partir de las cuales utilizando relaciones de causa – efecto se ha conectado con los efectos deseados (EDES) determinados en el primer paso.

En el Diagrama N° 12, muestra el árbol de la realidad futura inicial; cabe indicar que se agregaron entidades que permiten clarificar las conexiones entre las inyecciones y los efectos deseados.

Diagrama N° 12: Árbol de la realidad futura inicial.



Fuente: Elaboración propia (2019)

### **Tercer paso: Determinación de las ramas negativas:**

Con la elaboración del árbol de la realidad futura inicial, se revisa su conformación y se identifica las ramas que podrían hacer que la solución planteada conduzca al sistema a nuevos efectos indeseables.

Estas entidades son las ramas negativas.

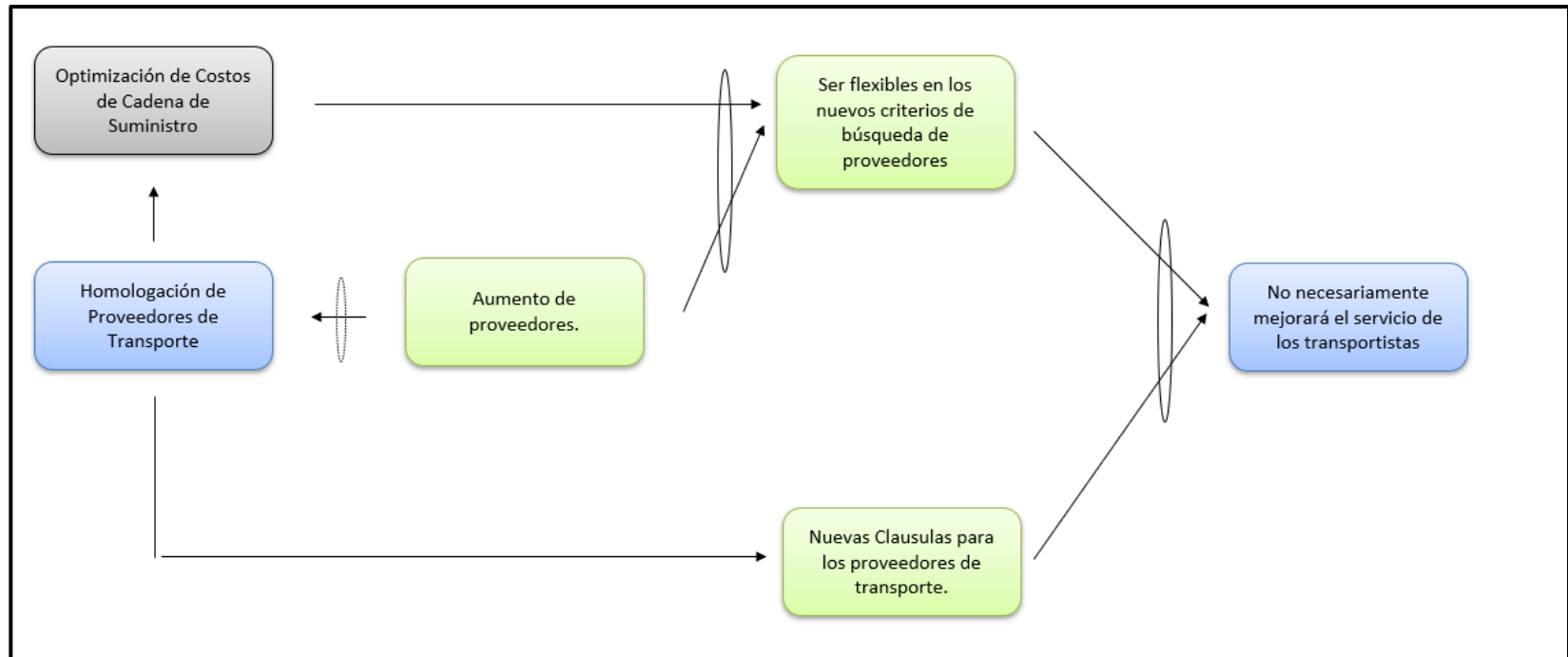
En el Diagrama N° 12, han sido identificadas las ramas negativas del árbol de realidad futura inicial, resaltándolas en círculo de línea punteada.

En el Diagrama N° 13 se detalla el efecto de las ramas negativas identificadas.

#### **Rama negativa n° 01:**

El aumento de proveedores no necesariamente mejorará el servicio de transporte que se tiene actualmente.

**Diagrama N° 13:** Rama negativa.



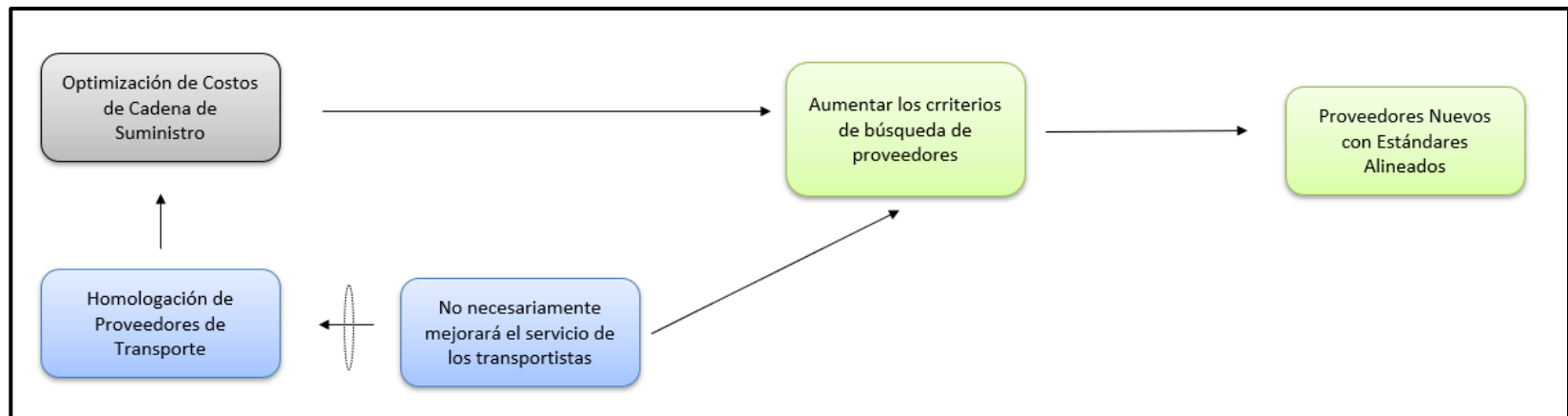
Fuente: Elaboración propia (2019)

#### **Cuarto Paso: Eliminación de las ramas negativas:**

Al determinar las ramas negativas, se hace necesario removerlas mediante la inclusión de inyecciones que puedan cambiar la orientación de las mismas tal como se puede observar en el Diagrama N° 14.

**Poda de rama negativa n° 1:** Tal como se aprecia en el Diagrama N° 14, la rama negativa puede ser removida gracias a la gestión de nuevos proveedores que cumplan con los nuevos estándares además de que acepten las cláusulas de flexibilidad.

**Diagrama N° 14:** Poda de rama negativa.



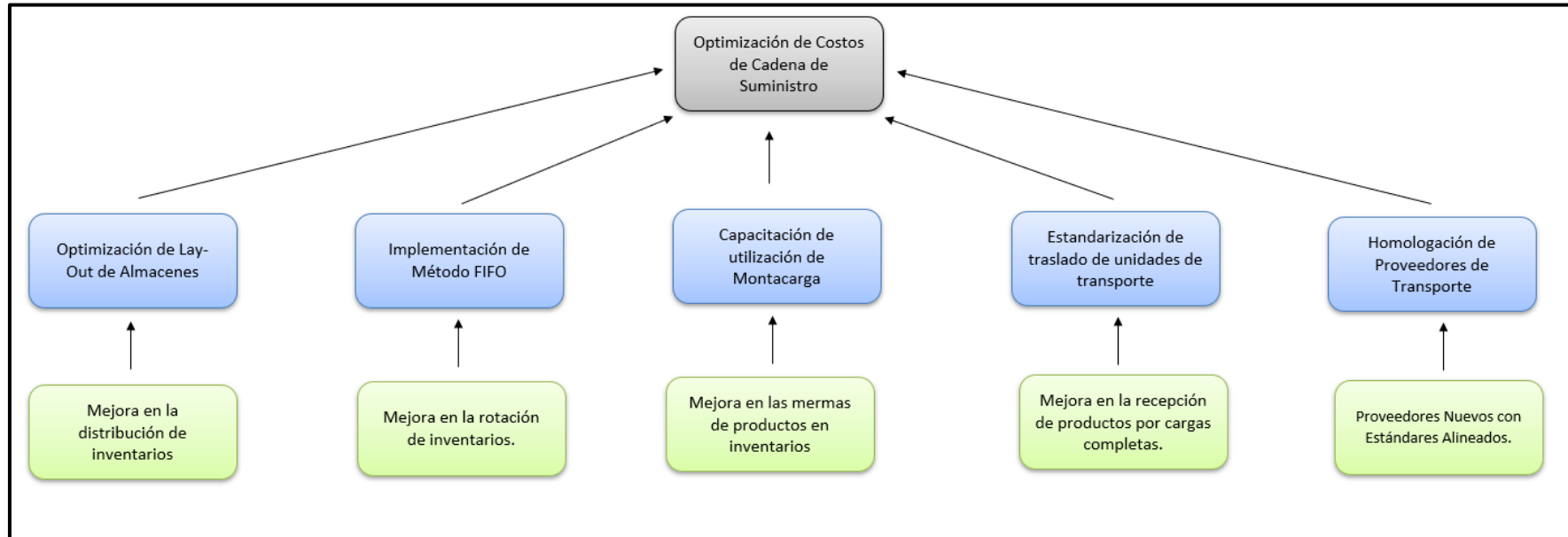
Fuente: Elaboración propia (2019).

### **Quinto paso: Construcción del árbol de la realidad futura final:**

El árbol de la realidad futura (ARF) contiene la estructura final de solución, considerando todas las inyecciones necesarias para evitar la generación de nuevos efectos indeseables, tal como se observa en el Diagrama N° 15.

Este árbol brinda el panorama completo de solución a la problemática presentada en el área de almacén, mostrando un camino que va desde la implementación de las inyecciones iniciales hasta el logro de los objetivos deseados, pasando por la aplicación de algunas inyecciones adicionales, necesarias para evitar nuevos efectos indeseables.

Diagrama N° 15: Árbol de la realidad final.



Fuente: Elaboración propia (2019).



Finalmente, a continuación se presenta un cuadro resumen con los mecanismos de la teoría de restricciones aplicados para el presente estudio de investigación:

**Tabla N° 13:** Resumen de los mecanismos aplicados de la teoría de restricciones.

Mecanismo TOC	¿Qué se determinó?
Determinación de los efectos indeseables	Se identificaron 5 efectos indeseables EIDES en los altos costos en la cadena de suministro en la empresa.
Construcción del árbol de la realidad actual.	Se determinó el problema raíz del sistema lógico en el cuál se determinó como meta: Optimización de Costos de Cadena de Suministro.
Identificación del conflicto existente y remoción del conflicto existente (Nube de evaporación)	Se identificaron 5 efectos Deseables EIDES que permiten eliminar el problema de raíz.
Construcción del árbol de la realidad futura.	Utilizando los efectos deseados se elaboró el árbol de realidad futura que representa la meta a la cual se desea llegar.
Determinación de las ramas negativas	Para el presente estudio se determinaron una rama negativa relacionada a: Homologación de Proveedores de Transporte.
Poda de rama negativa	Mediante la aplicación de inyecciones a las ramas negativas determinadas en el punto anterior, se cambian la orientación de cada una de ellas, hacia el logro del objetivo.

**Fuente:** Elaboración propia (2019)

### D). Análisis Cuantitativo con la Propuesta de Implementación de la TOC:

Después de ver el resumen de los mecanismos aplicados mediante la propuesta de implementación de la teoría de las restricciones, se deberá determinar si con la propuesta reduce los costos de fletes en la empresa.

Número	Causas	Sub - Causas	Área	Costo USD	TM 01	TM 02	Indicador	TM 01	TM 02	Indicador	Valorizado
1	Ineficiente procedimiento en la rotación de los productos	Materias Primas Compactadas	Almacenes	540,722	13	90	14%	5	90	6%	207,970
2	Ineficiente procedimiento en el traslado del producto	Mercadería Robada	Distribución	532,306	16	97	16%	2	97	2%	66,538
3	Ineficiencias en la distribución de la capacidad de los almacenes	Exceso de Almacenes Externos	Almacenes	404,209	15	87	17%	8	87	9%	215,578
4	Falta gestionar cartera de proveedores de transportes	Tarifa de Compañía	Compras	875,696	3	10	30%	8	10	80%	625,926
5	Falta de entrenamiento en el manipuleo del producto en el interno de la empresa	Mercadería Dañada	Almacenes	746,740	29	100	29%	11	100	11%	283,246
<b>TOTAL</b>				<b>3,099,673</b>							<b>1,399,259</b>

<b>AHORRO CON LA METODOLOGÍA TOC</b>	<b>1,700,414</b>
--------------------------------------	------------------

**E) Evaluación Económica:**

INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ahorro		\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605
Total Ingresos		\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 116,605
<b>EGRESOS</b>													
Costos de programa de mantenimiento		\$ -	44000	\$ -	\$ -	16500	\$ -	11000	\$ -	\$ -	10450	\$ -	\$ -
Costos de eliminar de la lista de proveedores 01		104											
Costos de eliminar de la lista de proveedores 01		104											
Total Egresos		\$ 208	\$ 44,000	\$ -	\$ -	\$ 16,500	\$ -	\$ 11,000	\$ -	\$ -	\$ 10,450	\$ -	\$ -
UTILIDAD	\$ 65,000	\$ 116,397	\$ 72,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 100,105	\$ 116,605	\$ 105,605	\$ 116,605	\$ 116,605	\$ 106,155	\$ 116,605	\$ 116,605

VAN	\$ 611,853
TIR	163%

## VII. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### VII.1 Discusión:

- ✓ Esta presentación tuvo como propósito reducir los costos de cadena de suministros a través de la Teoría de Restricciones.
- ✓ Al momento de identificar las causas raíz para reducir los costos, la empresa tenía las siguientes pérdidas: 540,722 USD en Ineficiente procedimiento en la rotación de los productos; 532,306 USD en Ineficiente procedimiento en el traslado del producto; 404,209 USD en Ineficiencias en la distribución de la capacidad de los almacenes; 875,696 USD en Falta gestionar cartera de proveedores de transportes y 746,739 en Falta de entrenamiento en el manipuleo del producto en el interno de la empresa.
- ✓ Así mismo, la presente investigación está de acuerdo con Carrión, Javier (2020), donde mostraba con el resultado que aplicar Teoría de Restricciones, hace que la empresa sea más eficiente y aumente su confiabilidad en los rendimientos de almacenes.
- ✓ Por otro lado, también se valida lo que se comenta en Campo, Jorge & Bernal, Jhony (2018), pues se menciona que efectivamente aplicando un modelo de optimización se reduce los costos logísticos.

### VII.2. Conclusiones

- ✓ Se diagnosticó la situación actual de la empresa de alimentos balanceados para mercado acuícola, determinando una pérdida de \$ 3,099,673
- ✓ Para el diagnóstico se realizó a partir de un Diagrama de Ishikawa, el cual permitió identificar las causas raíz de los problemas en la empresa.
- ✓ Los métodos, técnicas y herramientas para reducir los costos que se utilizaron en el presente trabajo fue Teoría de la Restricciones.
- ✓ Implementando la Teoría de las Restricciones se redujo los costos de la cadena de suministro.

- ✓ La evaluación económica ofrece un VAN de \$611,853 y un TIR 163%.

### **VII.3. Recomendaciones**

- ✓ Establece un sistema en el que compras, calidad, almacenes, planeamiento y comercio exterior coordinen con las demás áreas para mejorar el flujo logístico en base a la actualización de los procedimientos de requisitos de proveedores de transporte.
- ✓ Realizar un nuevo diagnóstico tras la implementación de las mejoras para evaluar el grado de impacto y favorecimiento al sistema logístico real, así poder evaluar y sostener en el tiempo las mejoras.
- ✓ Dar conocer a todos, las responsabilidades que cada uno debe desempeñar y buscar el compromiso en la mejora.
- ✓ Diseñar un Lay – Out en los almacenes, para disminuir aún más los costos en el almacenaje externo.

### Lista de Referencias

Abisambra, A. & Mantilla, L. (2014). *Aplicación de la teoría de restricciones (TOC) a los procesos de producción de la planta de fundición de Imusa*. Antioquía, Colombia: Escuela de Ingeniería de Antioquía.

Abreu, J. (2014). *El Método de la Investigación*.

Aguilera C., Carlos Iván (2000). *Un enfoque gerencial de la teoría de las restricciones*. Estudios Gerenciales.

Asmat, M. & Lopez, D. (2020). *Teoría de restricciones en la reducción de costos operacionales del proceso de mantenimiento en la empresa Transportes Rodrigo Carranza S.A.C. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego*.

Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson educación.

Birrell, M. (2004). *Simplicidad inherente: Fundamentos de la Teoría de Restricciones*. LibrosEnRed.

Carrión, X. (2020). *Análisis de la aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) en la industria como un sistema de mejoramiento continuo*. Quito, Ecuador.

Chopra, S., & Peter, M. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. Pearson educación.

Dávila, G. (2006). *El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias*. Laurus, 12(Ext),180-205.

Dettmer, W. (s.f.) *Goldratt's Theory Constraints: A Systems Approach to Continuous Improvement*. ASQC Quality Press, Milwaukee.

Eliyahu, M., & Goldratt, C. (2009). *Goal: A Process of Ongoing Improvement*. HighBridge Company.

- Estrategia Focalizada.com.  
<http://www.estrategiafocalizada.com/produccionsincronizada/dbr.> 2019.  
<http://www.estrategiafocalizada.com/produccionsincronizada/dbr.>
- Fonollosa, J. (1° Ed.). (1999). *Nuevas Técnicas de Gestión de Stock: MRP y JIT*. Ramón Companys Pascual, México.
- Goldratt, E. M. (2004). *La meta*. España: Díaz de Santos.
- Guamán, J. & Perugachi, A. (2015) *Diseño del Plan de Implementación de Teoría de las Restricciones (TOC) como Herramienta Estratégica de Mejora Continua en una Fábrica de Cintas, Piolas y Cabos*. Guayaquil, Ecuador.
- Herrera, I. (2003). *Gestión moderna de producción aplicando la Teoría de Restricciones*. Colombia: Artes Gráficas Tizan.
- Iglesias, J. (2000). *Un breve análisis de la teoría de las limitaciones*. Revista Especial Encuentros A.E.C.A. Ibiza.
- Juro & Yovera (2017). Aplicación de teoría de restricciones para disminuir los costos operacionales en la producción de bebidas de la empresa Marco Antonio SRL. Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Marín, W. & Gutiérrez, E. (2013). *Desarrollo e implementación de un modelo de teoría de restricciones para sincronizar las operaciones en la cadena de suministro*. Revista eia, 10(19), 67-77.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). *Defining supply chain management*. *Journal of Business logistics*.
- Miranda, C. (2018). *Gestión de inventarios para mejorar la productividad en el armado de zapatillas de la empresa First Star en el distrito de Puente piedra, 2018*.
- Miranda, M. (2017). *Propuesta de mejora en la cadena de suministro para optimizar los procesos en el área de planificación de una planta de pinturas*. Lima, Perú: Universidad Privada del Norte.



Padilla Ayala, E. (2015). *Lista De Materiales, BOM (Bill Of Materials)*.

Pérez Miranda, S. A., & Ramírez Garcés, D. A. (2010). *Diseño del proceso de planeación y programación de la producción utilizando la herramienta de teoría de restricciones para mejorar el desempeño en las entregas de la empresa Seridme Ltda.*

Pillaca, C. (2018). *Aplicación de la teoría de restricciones en la estimación de costos de una red de agua potable*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.  
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/17921>

Rodríguez, P., Blanco, J. & Usano, R. (2005, September). *Comparación multiobjetivo de las reglas de prioridad en un sistema de control de la producción tipo drum-buffer-ropo\**. In IX Congreso de Ingeniería de Organización (p. 45).

Schragenheim, EM, y W Dettmer. (2000) *"Simplified drum buffer rope a whole system approach to high velocity manufacturing"*. India

SENATI (2016) *Plan Maestro De Producción*.

Sipper, D., Bulfin, R. L., González, M., & Hernández García, S. (1998). *Production: planning, control, and integration*.

Sullivan, Timothy, Richard Reid, & Brad Cartier. (2007) *The Theory of Constraints International Certification Organization Dictionary*.

Tras 9 años, volvió a caer la producción global de alimentos balanceados. (1 de marzo de 2020). *Periódico Motivar*.

Techt, U. (2016). *Goldratt y la teoría de restricciones: El Salto Cuántico en Gerencia* (Vol. 5). ibidem-Verlag/ibidem Press.

UDLAP (s.f.) Capítulo IV Desarrollo del MRP.  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lii/iniguez\\_a\\_fi/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/iniguez_a_fi/capitulo4.pdf)

Villagómez, Viteri & Medina (2012). *Teoría de restricciones para procesos de manufactura*. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial.  
<https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/7>

Vizcarra, E. (2018). *Aplicación de la gestión del aprovisionamiento para disminuir los costos logísticos en la empresa Corporación V y G Acceso Integral S.A.C, 2018*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo

Zarruk, L. & Fernández, A. (1° Ed.) (2008) *“Una máquina generadora de efectivo”*. Colombia: Publicaciones Universidad Externado de Colombia.

## Anexos

### **Anexo 1.** *Almacén de producto terminado de la empresa de alimentos balanceados*



*Anexo 2.* Materia prima apilada



### *Anexo 3.* Guía de entrevista

1. ¿Cuáles son los cuellos de botella que ha identificado?
2. ¿Qué acciones ha tomado?
3. ¿Cuenta con personal calificado para sus funciones?
4. ¿Cuenta con maquinaria y equipo en buen estado?
5. ¿Cuenta con maquinaria y equipo de capacidad suficiente para el logro de las metas organizacionales?
6. ¿De qué áreas es cliente interno?
7. ¿Cuáles son sus clientes internos?

**Anexo 4.** Cuestionario

Área: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

1. ¿Son recurrentes las paradas de operaciones en su área?

 Sí No

2. ¿Se acumulan frecuentemente productos en proceso pendientes de trabajar?

 Sí No

¿Dónde? (Indicar la operación o máquina)

\_\_\_\_\_

3. ¿Se acumulan frecuentemente productos en proceso trabajados?

 Sí No

¿Dónde? (Indicar la operación o máquina)

\_\_\_\_\_

4. ¿Qué operación/máquina es la que más falla?

\_\_\_\_\_

5. ¿A qué se debe esta falla?

\_\_\_\_\_

6. ¿Qué medidas se toman frente a esta situación recurrente?

\_\_\_\_\_