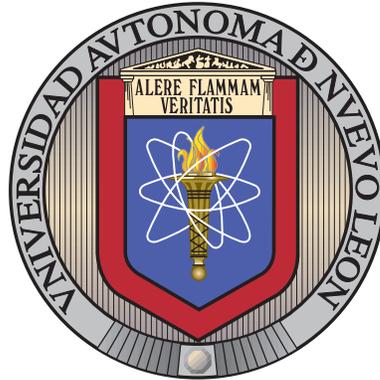


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



PROPUESTA DE MEJORA PARA LA VERACIDAD
DE INVENTARIOS ORIENTADA A LA REDUCCIÓN
DEL IMPACTO EN PUNTOS DE USO. APLICACIÓN
DE LA METODOLOGÍA *Lean Six Sigma*

POR

MELANNIE ANAHÍ ASCACIO CASAS

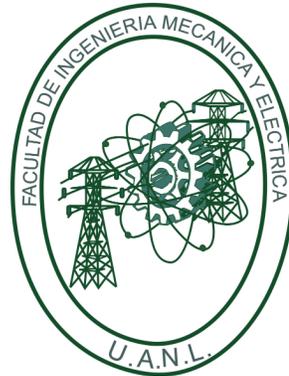
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

DICIEMBRE 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



PROPUESTA DE MEJORA PARA LA VERACIDAD
DE INVENTARIOS ORIENTADA A LA REDUCCIÓN
DEL IMPACTO EN PUNTOS DE USO. APLICACIÓN
DE LA METODOLOGÍA *Lean Six Sigma*

POR

MELANNIE ANAHÍ ASCACIO CASAS

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

DICIEMBRE 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Posgrado

Los miembros del Comité de Evaluación de Tesis recomendamos que la Tesis "Propuesta de mejora para la veracidad de inventarios orientada a la reducción del impacto en puntos de uso. Aplicación de la metodología lean six sigma", realizada por el/la estudiante Melannie Anahí Ascacio Casas, con número de matrícula 1826204, sea aceptada para su defensa como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro.

El Comité de Evaluación de Tesis

MLyCS Blanca idalia Pérez Pérez
Director

Dra. Jania Astrid Saucedo Martínez
Revisor

Dr. Tomás Eloy Salais Fierro
Revisor

Dr. Tomás Eloy Salais Fierro
Revisor

Vo.Bo.


Dr. Simón Martínez Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado



Institución 190001

Programa 642597

Acta Núm. 4385

Ciudad Universitaria, a 12 de julio del 2024.

Esta tesis está dedicada:

A Dios Padre, por ser la luz que guía mi camino.

A mis padres Guillermina y Mario con cariño y admiración, por su inalcanzable y amorosa influencia y apoyo a mi educación.

A mis hermanos Miguel, Merari, Axel y Mario por ser mi compañía todos estos años de estudio, este logro es de ustedes también.

A mis sobrinos y ahijados, Rodrigo y Melannie, por ser mi motor e inspiración en la vida.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	IX
Resumen	XII
1. Introducción	1
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Objetivo	4
1.2.1. Objetivos específicos:	5
1.3. Justificación	5
1.4. Hipótesis	6
1.5. Definición de la metodología	6
1.6. Estructura de la tesis	8
2. Antecedentes	10
2.1. Cadena de suministro	10
2.1.1. Inventarios	11
2.1.2. Paros de línea	16

3. Metodología	29
3.1. Reiteración del problema de investigación	29
3.2. Enfoque de la de investigación	30
3.3. Método para recopilación de datos	31
3.3.1. Recolección de datos cuantitativa	32
3.3.2. Recolección de datos cualitativos	33
3.4. Análisis de la selección de métodos	35
3.5. Descripción del instrumento	39
3.6. Descripción detallada del universo poblacional muestra de estudio . .	41
3.7. Limitantes y obstáculos	41
3.8. Esquema visual / modelo operativo	41

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1. Metodología	8
2.1. Diagrama de cadena de suministro	11
2.2. Análisis causa raíz	20
2.3. Diagrama Ishikawa	22
2.4. Pregunta y Respuesta	24
3.1. Ejemplificación del Diagrama de Pareto	37
3.2. Diagrama de Ishikawa	38
3.3. Metodología implementada durante la investigación	42

ÍNDICE DE TABLAS

1.1. Veracidad de inventario en el mes de junio, julio y agosto 2022.	3
1.2. Tabla MPU(impactos en puntos de uso.)	4
2.1. Comparación de literatura	25
3.1. Fases a seguir en la investigación	31
3.2. Veracidad de inventario en el mes de junio, julio y agosto 2022.	33
3.3. Clasificación por mes de los MPUs	34
3.4. Referencias consultadas	35
3.5. Fuentes consultadas	36

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la bendición de coincidir con todas las increíbles personas que han hecho posible este sueño. Por darme la fortaleza para lograr cada meta, todo sea para gloria tuya.

A mis padres Guillermina y Mario, por acompañarme en cada larga y agotadora noche de estudio, cada gesto suyo durante esas noches fue como agua en el desierto. Por todo su apoyo y comprensión a lo largo de este camino, por inculcarme arduamente la importancia del trabajo duro, honrado y la educación. Este logro académico es un reflejo de su inalcanzable esfuerzo, esta tesis es testimonio de su sacrificio y amor, es un orgullo honrarlos de esta manera. Los amo eternamente.

A mis hermanos Miguel, Merari, Axel y Mario, por enseñarme que la vida es más alegre cuando se comparte, por cada noche de estudio en las que me acompañaron, por sus bromas y risas en mis momentos más estresantes de estudio, fueron un alivio y un apapacho al corazón. Este logro también es suyo. Los amo.

A mis ahijados, Rodrigo y Melannie. Por enseñarme a ser mejor persona cada día, por ser mi fuente de motivación e inspiración. Que esta tesis sea un testimonio de que todo lo que hago, lo hago pensando en ustedes y así mismo sirva como inspiración en sus grandes logros futuros. Los amo infinitamente.

Anel, gracias por brindarme el mejor regalo en esta vida, mis sobrinos. Este logro es para ustedes.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, así como a mi *Alma Mater* la

Universidad Autónoma de Nuevo León y especialmente a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica por el apoyo y la oportunidad de cursar mis estudios en ella.

Al Dr. Sergio Antonio Ordoñez Gonzalez, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de este trayecto y durante mi carrera, sin tu ayuda esto no hubiera sido posible. Este logro también es tuyo.

Al Prof. Juan Marcelino Gutiérrez Alvarado, por todo su genuino apoyo brindado a lo largo de mi carrera y maestría, gracias.

A mi asesora de tesis la Dra. Blanca Idalia Pérez Pérez por todo su apoyo, paciencia y acompañamiento durante este largo trayecto, sin duda alguna esto no hubiera sido posible sin su experiencia y contribuciones.

A la Dra. Dina Elizabeth Cortes Coss, por apoyarme e instruirme a lo largo de mi tesis, por su orientación. Gracias.

Al comité de tesis, quienes tuvieron la valiosa tarea de ser revisores de esta tesis. A los profesores que me compartieron su experiencia y conocimiento a lo largo de esta maestría para forjar en mi un mejor profesional. En especial al Dr. Rodolfo Garza Morales, la Dra. Jania Astrid Saucedo Martinez, el Dr. Manuel Farías Martinez, el Dr. Erick José Escobar Zamorano, el Dr. Miguel Mata Pérez y el Dr. Osvaldo Elizondo, gracias por todo su conocimiento y su sabiduría brindada dentro y fuera del aula durante estos largos años.

A mis compañeras de la maestría, quienes fueron un apoyo para poder concretar este éxito.

A Kevin, por apoyarme durante este proyecto de vida e impulsarme a concretar esta meta. Este logro también es tuyo. Que la vida sea igual de generosa contigo.

A Melina, mi apoyo incondicional, por mostrarme que mis logros son fruto de todos los esfuerzos realizados día con día. Gracias por enseñarme a ver la vida de una manera distinta a la mía.

A Juan Pablo, mi compañero de vida, quien ha dejado una huella profunda en mi ser. Gracias por tu amor incondicional, por tu paciencia infinita y tu apoyo constante. Por ser mi inspiración y por acompañarme en cada paso de este camino, ayudándome a forjar este logro. Que esta tesis sea un pequeño reflejo de la seguridad y el amor que siempre me brindas. Este logro es nuestro, porque en cada palabra, en cada página, hay un pedazo de ti. Te amo con todo mi corazón. Tu presencia en mi vida es un verdadero regalo, y agradezco profundamente que sigas siendo la luz que ilumina mi camino.

Todos y cada uno de ustedes han sido la inspiración de cada esfuerzo en mi vida.

Gracias por todo su apoyo durante estos años.

RESUMEN

Melannie Anahí Ascacio Casas.

Candidato para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro.

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Título del estudio: Propuesta de mejora para la veracidad de inventarios orientada a la reducción del impacto en puntos de uso. Aplicación de la metodología *Lean Six Sigma*.

Número de páginas: 49.

OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO: En las organizaciones es importante mantener una veracidad de inventarios mayor al 85 % siendo conscientes de implementar metodologías cualitativas y cuantitativas para resolver problemáticas al momento de que estas se presenten en sus almacenes.

Los puntos de uso son las secciones en donde dentro de la industria el personal estará requiriendo el material para disponer de el en diversos procesos, por lo cual es crítico que no se generen problemáticas durante el proceso. El aplicar correctas metodologías *lean six sigma* permitirá tener un amplio margen de referencia para la investigación, lo cual los llevara a implementar correctas acciones teniendo como resultado aumentos en los indicadores de veracidad de inventarios, generando una mejor gestión de la cadena de suministro.

Las herramientas utilizadas para resolver la problemática se basaron en un modelo mixto donde se realizó una exhaustiva recopilación de información cualitativa referente a la problemática, para después hacer uso del modelo DMAIC. Con este modelo se partió en 5 fases; definir problemática, medir, analizar, mejorar y controlar. En esta propuesta se buscó identificar la problemática principal de forma

que se pudiera analizar encontrando la causa raíz y las causas subyacentes que lo provocaban por medio de la herramienta Diagrama de Ishikawa, así mismo proponer acciones de mejora que puedan reducir las incidencias problemáticas y finalmente agregar métodos de control que mantengan una actualización de las mejoras que se proponen ya una vez aplicadas.

CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES: Con la implementación de esta metodología se logró corroborar la hipótesis a través de la recopilación de datos que evidencian la falta de veracidad de inventarios en la cadena de suministro, lo que genera discrepancias y afectaciones significativas en los puntos de uso. Confirmándose que mediante la implementación de una metodología se pudieron realizar los siguientes acontecimientos:

- Identificación de la línea con más problemas dentro de la organización siendo la línea B del mes de agosto 2022.
- Uso de la herramienta Diagrama de Pareto para la clasificación de la cantidad de impactos según su motivo.
- La causa raíz de la problemática principal fue identificada como la discrepancia de inventarios.

De igual forma al realizar dicha investigación se lograron concretar los objetivos específicos tanto como el objetivo general.

Así mismo realizó la propuesta del uso de la metodología *lean six sigma* con base a la literatura la cual sirve como base para la identificación, el desarrollo y posibles soluciones a la problemática propuesta.

En donde se cumplieron al analizarse más de diez metodologías distintas tanto cualitativas como cuantitativas, en donde se clasifico con la herramienta del diagrama de Pareto identificando las líneas más impactado en la organización (línea B agosto 2022). Así mismo se clasificaron con base a los cinco distintos tipos de motivos en donde la problemática con más incidencias fue la discrepancia de inventarios. A partir de ahí se utilizó el diagrama de Ishikawa (6m) donde se desglosaron las causas subyacentes de forma que se recurrió a la implementación de políticas de inventarios con un proceso de *lean six sigma* para el desglose de la problemática, así mismo estableciendo un proceso de control para las mismas

Firma del asesor: _____


Dr. Blanca Idania Pérez Pérez

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Pulido (2014) precisa que las cadenas de suministro se basan en las actividades necesarias para transformar un bien, desde proveer la materia prima y los materiales para satisfacer las necesidades de producción hasta finalizar la entrega con los consumidores, cuidando los tiempos de estas y los niveles de los inventarios.

Todos los procesos de la cadena de suministro o *supply chain* comienzan desde el momento en el que el cliente realiza su pedido hasta que este se concluye (se entrega y cobra), dicho proceso está formado por diversas etapas que en conjunto llevan a cabo el producto final e incluye tanto procesos directos (producción) como actividades de soporte (calidad, distribución, entre otros). Sus diferentes procesos van desde la entrada y compra de materia prima, elaboración, empaquetado y envío. Por lo cual *supply chain* afecta considerablemente la elaboración del producto y al cliente, viéndose reflejado en los costos, la calidad, la velocidad e incluso la gente.

La presente tesis busca mejorar la efectividad en la cadena de suministro de la empresa metal-mecánica cumpliendo satisfactoriamente con el cliente en tiempo y forma; manteniendo, los estándares de calidad, velocidad y costos en sus indicadores respectivos. La idea principal es definir claramente los problemas desde su causa raíz, siendo analizados a fondo en busca de proponer procesos internos que ayuden a erradicarlos. En el estudio de investigación preliminar se tomaron en cuenta varios

métricos claves de desempeño como la veracidad de inventarios en los cuales, dichos métricos definen diferentes subtemas problemáticos de investigación: logística, proveeduría y su desempeño, tiempo extra, impactos en punto de uso, mala gestión de inventarios, entre otros. Todos llegan a repercutir en mayor o menor medida el cumplimiento de compromisos con los clientes. Si bien, la producción requiere de un proceso de planificación y fabricación, en donde se toman en cuenta factores como el requerimiento del material, las programaciones e incluso las distribuciones necesarias a los distintos puntos de uso.

Los puntos de uso son las secciones en donde dentro de la industria el personal estará requiriendo el material para disponer de el en diversos procesos. Los impactos en los puntos de uso se conocen como las paradas en las estaciones de trabajo, cuando esto sucede se puede llegar a afectar distintas líneas de producción perturbando la productividad total del proceso formando pérdidas económicas de gran impacto para las industrias. La idea principal es proponer una metodología para el análisis y una solución que sirva para reducir los impactos en puntos de uso.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Por cuestión de la integridad y confidencialidad de la compañía, derivado de las políticas internas de la empresa objeto de estudio, para esta investigación se debe de procurar la integridad de está. Consintiéndose para fines de la indagación las siguientes categorías:

- Para referirse a la empresa objeto de estudio se hará alusión con la denominación empresa metal-mecánica (EMM).
- Para hacer referencia al almacén interno de la compañía se denominará CEDIS.
- Para aludir al almacén externo se denominará CEDIS externo.

Ahora bien, para comenzar a definir la problemática de este estudio de tesis se parte de la referencia de que el almacén que posee áreas de oportunidad es CEDIS externo (ubicado en un almacén externo). Este almacén cuenta con un 48.8% de veracidad en sus inventarios. Al ser un almacén externo, no cuenta con un control necesario para poder administrar correctamente el inventario de entradas y salidas del material, lo que conlleva a no tener una veracidad de inventarios confiable para abastecer la línea de producción.

A continuación, en la siguiente Tabla 1.1 se muestra el indicador de desempeño de los inventarios del almacén CEDIS externo. Lo cual indica una diferencia existente entre lo que hay físicamente en almacén y lo que arroja el sistema.

TABLA 1.1: Veracidad de inventario en el mes de junio, julio y agosto 2022. Elaboración propia.

CEDIS EXTERNO	Cantidad	OK	W/error	%/error	Veracidad
IRA Junio 2022	65	26	39	60 %	40 %
IRA Julio 2022	76	42	34	45 %	55 %
IRA Agosto 2022	76	38	38	50 %	50 %
Total	217	106	111	51.2 %	48.8 %

Viéndose reflejado en la línea al generar impactos en los puntos de uso, ya que la falta de veracidad de inventarios genera discrepancias. En la Tabla 1.2 donde se pueden ver los distintos motivos que pudiesen estar generando estos impactos en puntos de uso, los cuales se toman de referencia de la EMM donde se catalogan según la circunstancia en la que incurran. Vale la pena mencionar que las afectaciones pueden ser tan trascendentes como la pérdida de venta de producto final, así como el servicio y refacciones post-venta dándose por los paros dado a la falta de veracidad de inventarios.

TABLA 1.2: Tabla MPU(impactos en puntos de uso). Elaboración propia.

01-Posibles motivos de impactos (MPU)
01.1- Discrepancia de inventario
01.2- Calidad del componente
01.3- Material extraviado
01.4- Material oxidado
01.5- Maquina caída

Durante una reunión de trabajo sostenida con el equipo de planeación y manufactura de la EMM se recopilaron notas de una observación participante donde se pudo determinar que, ante el problema de impactos en puntos de uso mencionado con anterioridad, el equipo suele presentar soluciones inmediatas y a corto plazo para dichas dificultades en donde se requiere un análisis correcto de causa raíz para una solución a largo plazo. Con este fundamento se decidió hacer un estudio más profundo con base a la academia. Se investigaron diferentes artículos publicados para poner en claro una metodología que sirva de sustento hacia el análisis y resolución de dicho problema.

1.2 OBJETIVO

Proponer metodologías que sirvan como base para la identificación, el desarrollo y posibles soluciones a la problemática propuesta: El almacén externo cuenta con un 48.8% de veracidad en sus inventarios. El cual no cuenta con un control necesario para poder administrar correctamente el inventario de entradas y salidas del material, lo que conlleva a no tener una veracidad de inventarios confiable para abastecer la línea de producción. Viéndose reflejado en la línea al generar impactos en los puntos de uso, ya que la falta de veracidad de inventarios genera discrepancias.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Proponer una estrategia que aumente la veracidad de inventarios al 85 % donde de acuerdo con la literatura se considera aceptable, mediante un correcto desarrollo del problema.
- Analizar diversas metodologías cualitativas y cuantitativas para la resolución de la problemática actual.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Para abordar el apartado de la justificación se precisa que, la correcta veracidad de inventarios indica una buena gestión de almacenes. Cuando se carece de estos indicadores de desempeño pueden verse afectados, generando incluso impactos en puntos de uso. Por lo cual el centrarse en analizar las posibles causas raíz del problema llevara a seleccionar e implementar correctas acciones basadas en metodologías de *lean six sigmas*, teniendo como resultado aumentos en el indicador de la veracidad de inventarios, generando a su vez una mejor gestión de la cadena de suministro.

El problema que se desarrolla ya se ha presentado con anterioridad en diferentes industrias como se analizó en el subsiguiente capítulo (antecedentes), en donde, se utilizan metodologías de *lean six sigmas* como análisis causa raíz, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, entre otros. Por lo cual se tiene un amplio margen de referencia para la investigación, además de ser un problema relacionado con toda la cadena de suministro, por ende, se podrían centrar esfuerzos y recursos ya que se generará un mayor impacto hacia la organización.

Además de proponer una mejora para la resolución de la problemática actual, el presente estudio generara un impacto académico dando pie a que las distintas meto-

dologías identificadas en la resolución sirvan como antecedente para futuros trabajos y problemáticas, en donde se destaque la importancia de una correcta selección de metodología para el inicio de una investigación futura, permitiendo establecer propuestas de mejora a implementar con un correcto sustento metodológico. Todo esto puede impactar a la sociedad contribuyendo a las organizaciones para mejorar los indicadores de los inventarios, reduciendo la probabilidad de sucumbir a excesos o faltantes de inventarios.

1.4 HIPÓTESIS

Mediante la implementación de una metodología se podrá identificar la causa raíz del problema y establecer una propuesta de mejora que aumente la veracidad de inventarios a un nivel aceptable del 85 %, que es lo que establece la literatura.

1.5 DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA

Este trabajo de tesis presenta un capítulo más extenso y detallado de la metodología, no obstante, en este apartado se presentará una definición de esta priorizando las fases esenciales. El estudio que se realizara es de enfoque mixto con parte de investigación documental, ya que se recopilara información a través de libros y documentos para conseguir posibles resoluciones actualmente implementadas en otras organizaciones; referente a la problemática propuesta con anterioridad, recolectando y analizando datos y casos donde se ofrezcan resultados.

Manteniendo las siguientes etapas para el desarrollo.

- Definición: En esta primera parte se definirá la problemática, la meta y los indicadores claves de la compañía EMM referentes al problema.
- Búsqueda de artículos: Para solucionar las problemáticas primero se deberá de

recolectar la información de material perteneciente a evidencias de las fallas presentadas anteriormente que pudieran ser útiles para el proceso.

- **Análisis de la información:** En este paso, se evaluará la información y se realizará una clasificación de los artículos por metodologías, definiendo a su vez la correlación y los factores principales.
- **Selección de metodología:** Se realizará la selección de esta para implementarla.
- **Recopilación de información:** Se propone realizar la recopilación de información presentada dentro de la EMM teniendo un ponderado de los últimos tres meses, con la finalidad de desarrollar una propuesta de mejora para el *full in time* orientada a la reducción del impacto en puntos de uso.
- **Análisis de datos:** Se analizarán los resultados recopilados en la empresa, logrando crear una documentación donde se compruebe la hipótesis propuesta reflejando lo encontrado y aplicado en las problemáticas de la empresa.
- **Conclusiones y resultados:** En esta fase se revisarán los resultados, donde se concluirá si la metodología aplicada fue la más pertinente para la problemática presentada, además de evaluarse los datos arrojados de manera que se pueda utilizar la tesis para futuras implementaciones o mejoras.

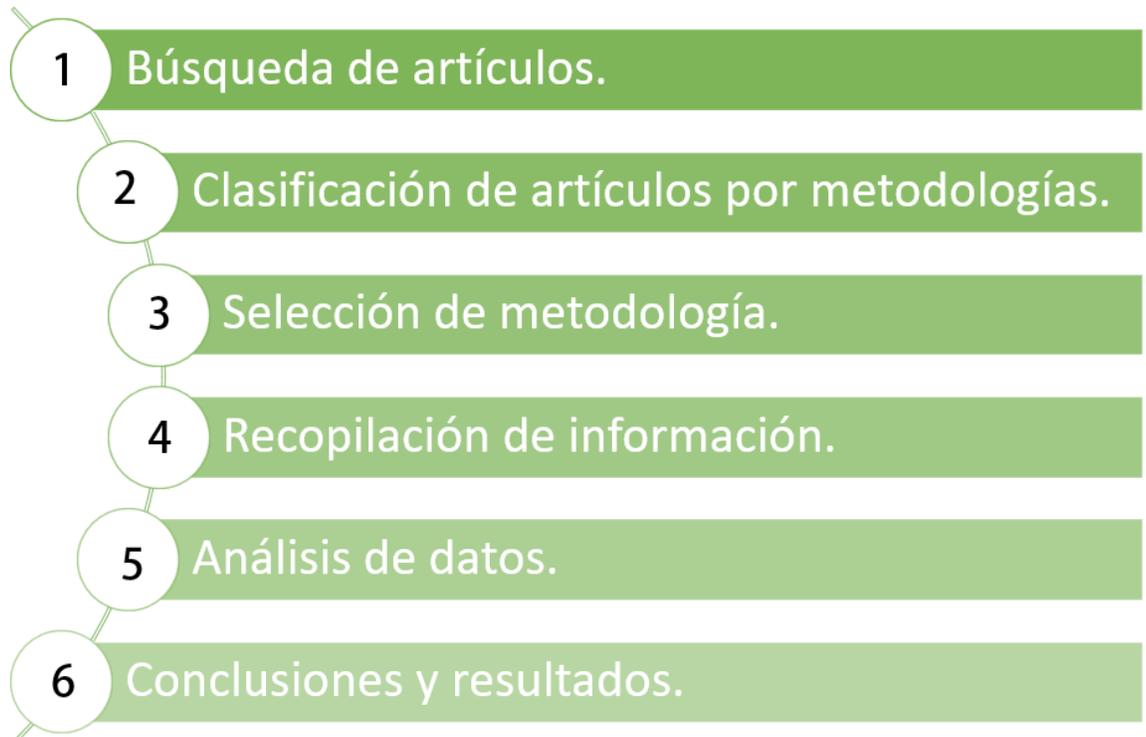


FIGURA 1.1: Metodología a seguir en la investigación. Elaboración propia.

1.6 ESTRUCTURA DE LA TESIS

La presente investigación se encuentra dividida en cinco apartados de los cuales son cuatro capítulos y un apartado de conclusión, estructurados como sigue:

El primer capítulo (introducción) detalla el contexto de la tesis al presentar como problema de investigación la veracidad de inventarios, para dar solución a lo anterior se trazó un objetivo general y dos específicos, así mismo en este apartado se justifica la aplicación de una correcta metodología con impactos tanto académicos como sociales, que da pie a la formulación de la hipótesis; finalmente el capítulo cierra definiendo de forma general la metodología que será mejor abordada en el capítulo tercero.

En seguida se presenta el segundo capítulo que hace referencia a los antecedentes de la cadena de suministro y sus conceptos operativos.

Para el tercer capítulo se retoma y reitera el de problema de investigación, delimitando el enfoque mixto de la investigación, definiendo el método para la recopilación de datos, donde después se analizará la selección de los métodos. Así mismo se detallan los instrumentos a utilizar, para dar pie a la definición del universo poblacional, para concluir con las limitantes y obstáculos.

En el cuarto capítulo se muestran los resultados y análisis obtenidos durante el desarrollo de la tesis.

Esta investigación culmina con un apartado de conclusiones en el quinto capítulo que ofrece la opinión de la investigadora con base a los resultados obtenidos, llegando a corroborar la hipótesis y cumpliendo con los objetivos trazados.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

En seguida se especificaran los conceptos teóricos con más relevancia y pertinencia para la presente investigación. En este trabajo se expone la relevancia de una correcta veracidad de inventarios en la cadena de suministro, resaltando la importancia de la gestión de los almacenes los cuales son puntos clave para una correcta logística y cadena de suministro.

Adicionalmente, se mencionan casos reales en donde se han aplicado metodologías de *lean manufacturing* como método de análisis y resolución para ser tomados como referencia de acorde a la problemática actual.

2.1 CADENA DE SUMINISTRO

La cadena de suministro es una coordinación sistemática y estratégica de las funciones dentro de una empresa, esta busca administrar los diferentes flujos de productos, información y fondos que se dan durante la cadena de suministro para poder mejorar el servicio al cliente a través de las empresas (Mentzer *et al.*, 2001). La cadena de suministro está compuesta por un esquema que incluye los grandes grupos de actividades logísticas entre los que están: los proveedores, almacenamiento, producción, distribución, minoristas y clientes (Carreño, 2017). El control de la cadena

de suministro se realiza a través de la formulación de indicadores o KPI (*Key Performance Indicators*) adecuados para cada una de las áreas estudiadas: inventarios, almacenes, medios de transporte, compras y distribución física (Carreño, 2017).

Como se puede ver en la Figura 2.1, el proyecto se ubicará en la logística interna de la cadena de suministro.



FIGURA 2.1: Diagrama de cadena de suministro. Elaboración propia.

2.1.1 INVENTARIOS

Los inventarios tienen como objetivo el confirmar o verificar las existencias con las que cuenta la organización, esto se realiza medianamente la cuenta física de los materiales existentes (Meana, 2017).

Delgado *et al.* (2014) comentan que los inventarios son comprobaciones y recuentos los cuales pueden ser cuantitativos o cualitativos de lo que hay físicamente contra lo que fue documentado teóricamente como existencias.

Existen a su vez dos sistemas de inventarios, el permanente y el periódico.

El sistema permanente ofrece un control constante de lo inventariado y se maneja por medio de tarjetas "Kardex" donde se registran las unidades, el costo y la fecha en que se realizó la adquisición, así como el precio de cada unidad y la fecha en que sale.

Mientras que los sistemas de inventarios periódicos se manejan de forma ocasional, es decir se realizan al final de los ejercicios económicos. Muchas veces las organizaciones suelen parar sus actividades al realizar este tipo de inventarios.

2.1.1.1 TIPOS DE INVENTARIOS

- Inventario materia prima: También conocido como inventario de componente o materia prima, se basa en la materia que es usada para productos nuevos pero que ocupan ser procesados, primeramente, este se contabiliza de acuerdo a la entrada que se tuvo por parte de la proveeduría externa y se asigna para la producción (López, 2014).
- Inventario MRP: Es el inventario de piezas de repuesto para la maquinaria o los suministros para poder fabricar el producto, sin embargo, estos no se pueden cuantificar tan exacto por su bajo valor o porque suelen ser difíciles de cuantificad en el coste de los productos finales (López, 2014).
- Inventario de proceso: Este inventario se da por consecuencia a la mano de obra que se le aplica a la materia prima, es decir, se convierten en productos semielaborados ya que tienen que pasar por distintas fases el proceso, al tener una nueva especificación trabajada pasan a convertirse en un nuevo producto que en este caso entra como inventario durante el proceso de elaboración (López, 2014).

2.1.1.2 MÉTODOS DE CONTROL DE INVENTARIOS

1. Método ABC: El método ABC también suele llamarse como el método 80/20 el cual separa los existentes en tres niveles (A, B Y C) por orden de importancia referente a su costo, cantidad e importancia (ESERP, 2022).
 - a) Clase A: Es la mercancía que no suele venderse muy seguido, abarca el 20 por ciento del inventario aun cuando su valor es del 80 %.
 - b) Clase B: Estas mercancías son el 40 % de los existentes, sin embargo, solo son el 15 % del inventario en valor total.

- c) Clase C: Es la mercancía más vendida pero su valor no supera el 5 % del total del inventario.

Cabe recalcar que es importante establecer un sistema de control de inventario que pueda dar a conocer las existencias o faltantes de los almacenes. De esta forma se evitan contratiempos en la producción, tal y como lo menciona Córdova (2019) una de las herramientas más utilizadas para implementar un sistema de control de inventario son la metodología ABC y la metodología 5's. Para otros autores el método para la clasificación de los productos ABC es fundamental para el control y distribución de los almacenes dentro de las empresas ya que al implementarla los procesos tendrán una mejora significativa reduciendo sus costos lo que por consecuencia hará a la empresa más rentable y competitiva (Estacio y Lulichac, 2019).

2. Método PEPS: Conocido como método FIFO y basado en que las primeras existencias en entrar al almacén serán los primeros en salir ya sea para su producción o venta, minimizando de esta manera el riesgo de que se devalúe la mercancía.
3. Método EOQ: Es uno de los más sencillos, ya que su objetivo es poder reducir los costos del inventario igualando los costos de adquirir la mercancía, así como de mantenerla inventariada.
4. Política de inventarios: Las políticas de inventarios se basan en hacer visible cual será el nivel de las existencias que económicamente son más favorables para las organizaciones. Estas suelen mostrar lo que la alta dirección de la compañía hace en determinadas situaciones. Con las políticas de inventario es más sencillo poder desarrollar procedimientos aplicables para el control de inventarios (Moreta, 2018).

2.1.1.3 MANEJO DE ALMACENES

La gestión de almacenes es una combinación de los sistemas de planificación y control y sus reglas de decisión usadas en los flujos de entrada, salida y almacenamiento como comenta De Koster y Smidts (2013).

Los almacenes desempeñan una actividad vital para el éxito de las organizaciones y su fracaso también (Frazelle, 2002).

Si bien el propósito principal de los almacenes consta de almacenar productos/mercancías para que puedan ser transferidos a los clientes o según la organización a otros fabricantes o fabricarse internamente. Sus procesos de distribución deben de ser monitoreados debidamente (Zunie *et al.*, 2018).

Mientras que Atieh *et al.* (2016) afirman que el objetivo principal de los almacenes se basa en gestionar el almacenamiento y el movimiento de las existencias de una forma más eficiente.

El objetivo de la gestión de almacenes es poder controlar de forma eficiente los procesos de la cadena de suministro (recepción, entrega, gestión, almacenamiento, inventario embalaje y envió) como mencionan Pulungan *et al.* (2013).

Las operaciones óptimas de los almacenes sólo se logra cuando los clientes están satisfechos conforme a lo que solicitaron, de forma que el proceso de almacenamiento y logístico se haga en tiempos menores con costos mínimos y optimizando todos los recursos (Karasek, 2013).

Tomando en cuenta a Hompel y Schmidt (2007) podemos coincidir en que as actividades para optimizar el almacenamiento de un almacén se suele dividir en tres grupos diferentes, tales como:

- La estructura del almacén
- Marco administrativo y operativo

- Los sistemas de control de los almacenes

Las actividades que deben de planificarse y controlarse en los procesos de almacenes son el flujo del material, su ubicación, almacenamiento, asignación de localización, existencias, empaques e incluso las actividades logísticas.

Para una correcta gestión de almacenes es necesaria la implementación de tecnologías de la información (programas) tales como código QR, ERP y algo de hardware para mejorar los aspectos operativos y estratégicos en sus actividades logísticas, primordialmente para las operaciones de almacén (Simoes *et al.*, 2018).

En el Instituto Tecnológico de Saltillo se buscó la manera de implementar un sistema de información tal que pudiese llevar el control de inventarios del almacén del ITS para poder ofrecer rapidez y seguridad en el manejo de sus inventarios. Antiguamente se manejaba en formatos de Excel/Word. Para poder analizar los requerimientos se hizo uso de herramientas como los diagramas de flujo para tener representados los datos más importantes y de ahí partir con la utilización del uso de modelos de desarrollo de softwares (Sánchez *et al.*, 2011).

2.1.1.4 VERACIDAD DE INVENTARIOS

Solís (2021) Afirma que la veracidad de inventarios es un indicador de desempeño el cual debe de supervisarse continuamente por los impactos que puede generar la empresa. Así mismo una veracidad de inventarios deficiente nos indica que hay una diferencia existente entre lo que hay físicamente en almacén y lo que arroja el sistema, esto suele ser ocasionado por una mala administración de los inventarios.

Para poder medir el rendimiento del funcionamiento de los almacenes existen diferentes métricas como el tiempo de entrega de los pedidos, la tasa del desabastecimiento, nivel de servicio, la precisión de las existencias físicas (Staudt *et al.*, 2015). En este caso la veracidad de inventarios es un métrico el cual mide los registros de

las existencias en almacén.

Si se busca un desarrollo exitoso dentro de las actividades de un almacén se necesitarán aplicar metodologías de control y mejoramiento continuo como métricos de resultados, técnicas de los 5 porqués, filosofía de las 5's y programas de capacitación continua como lo mencionan Delgado *et al.* (2014).

Un caso es el de Arifin y Zubaidah (2019) en donde al realizar el estudio pertinente da con que la producción de aceite de palma incremento debido a una deficiente veracidad en sus inventarios lo cual provoco una sobreproducción para satisfacer sus demandas. Se pudo detectar que la veracidad de inventario era de un 81.06 % lo cual genero afectaciones en la producción, elevando los costos por una mala gestión en el inventario.

Un elemento clave para la gestión de la cadena de suministro es contar con información precisa (Avraham, 2019). Por lo cual se deben de hacer auditorías periódicas en el inventario para de esta manera poder arreglar las discrepancias que arroje el sistema del almacenamiento de inventarios contra el físico. Avraham (2019) establece que una de las posibles causas de la deficiente veracidad en los inventarios cae en los errores de este, es decir error al momento de ubicarlos en almacén, por robo o extravío del material e incluso por errores en el escaneo del material o un error en la información que se proporciona sobre la demanda. Para evitar estas situaciones el investigador indica que para contribuir positivamente a la veracidad de nuestros inventarios se deberá de tener una actualización constante sobre la información.

2.1.2 PAROS DE LINEA

Cada tiempo de paro es un desperdicio de dinero, puesto que al suspender la producción los demás gastos tales como mano de obra, recursos, material y los demás utilizados durante el proceso no se congelan (Maza, 2013).

A los paros de línea también se les atribuyen los desperdicios por tiempo de espera, de acuerdo con Zozaya (2013) estos desperdicios se reflejan en el tiempo que pierde el producto al esperar para ser procesado, mientras que el anterior se procesa o bien cuando el material espera a que el resto del lote sea procesado.

López (2018) en su caso de estudio habla sobre los diferentes tipos de paros que puede llegar a presentar una línea de producción, entre los cuales destacan:

- Paros operativos: Estos se dan debido a fallas en la línea por ajustes de productos, falta de material o personal los cuales pueden ser de distintas áreas y no meramente las operativas.
- Paros ajenos: Se dan por causas externas a la organización, es decir no pueden ser controlados como la falta de agua, fenómenos naturales, etc.
- Cambios y saneamientos: Ocurre cuando durante el proceso se necesita realizar algún cambio de formato durante el proceso ya que todos estos cambios y saneamientos tienen que ser registrados en el sistema SAP (Sistemas, aplicaciones y productos para el procesamiento de datos) de toda organización.

Basados en estos tipos de paros, el investigador se da a la tarea de aplicar el método de análisis de falla por medio de un subproceso integral detectando de esta manera las necesidades. Como resultado se pudo visualizar aspectos de importancia como la falta de responsabilidades en puestos, entre otros. Como propuesta de mejora plantean el redefinir el puesto de su técnico en automatización con ideas de mejora (López, 2018).

2.1.2.1 ANÁLISIS DE FALLAS

El análisis de fallas se basa en poder inspeccionar el material, su composición, diseño e incluso los métodos de fabricación y condiciones de las operaciones que se

llevaron a cabo y las causas del mismo para poder identificar el porqué de la falla y así mismo la posibilidad de que vuelva a concurrir tal como las consecuencias de la misma (Echavarría, M., 2017).

Falla: Las fallas suelen ser condiciones que no permiten la realización de las operaciones para las cuales fueron diseñadas los procesos. Las fallas presentadas en una organización suelen presentar costos altos para la misma, es por eso que se debe recurrir a un análisis de fallas para encontrar el origen y a su vez aplicar un método correctivo adecuado a la situación presentada.

2.1.2.2 CLASIFICACIÓN DE FALLAS

Chandomí (2011) afirma que existe una clasificación en base a diferentes criterios para los distintos tipos de fallas que se pueden presentar en la industria. Las fallas pueden manifestarse de las siguientes maneras:

- Manifestación de la falla: Evidentes u ocultas.
- Por magnitud: En parcialidad o totalidad.
- Por magnitud y manifestación: Éstas se conocen como catalépticas (ocurren repentinamente y son de afectación general) y por degradación (son progresivas y parciales).
- Aparición: Pueden aparecer de forma precoz, aleatoria o incluso tendientes a desaparecer por la vida útil del sistema/maquinaria.
- Efectos: Es el impacto que generan en el sistema, suelen ser de pequeño impacto, un impacto decisivo o importante e incluso uno desastroso.
- Causas: Éste define el tipo de causas que puede englobar, pueden ser primaria si es de causa directa, secundaria si su causa está en otro sistema o incluso múltiple si el sistema falla debido a la falla de un sistema de protección.

2.1.2.3 METODOLOGÍAS PARA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

1. Seis Sigma: Esta metodología es utilizada para implementar y desarrollar mejoras en los procesos de las organizaciones. Controlando y reduciendo la variabilidad de los defectos en los procesos obteniendo de manera cuantitativa los procesos que deberán de ser controlados (Caballero y Bonilla, 2022).

Smetkowska y Mrugalska (2018) aseguran que para la implementación de seis-sigma existen dos metodologías distintas (DMAIC y DMADV). La metodología DMAIC se basa en definir, medir, analizar, mejorar y controlar y se utiliza para mejorar procesos ya existentes mientras que la metodología DMADV va orientada a definir, medir, analizar, diseñar y verificar procesos nuevos.

En una empresa embotelladora internacional en México se buscó mejorar la gestión de inventarios en base a la metodología DMAIC usando herramientas cuantitativas y cualitativas (5 por qué, análisis de causa raíz, diagrama de Ishikawa, SIPOC y 5WH1) desarrollando un plan de implementación basado en políticas de inventarios logrando diferentes mejoras como la reducción del desabastecimiento de material, se mejoraron las practicas del almacenamiento e incluso saturaciones de almacén, todas estas mejoras impactaron positivamente de forma económica a la compañía (Caballero y Bonilla, 2022).

2. Análisis de causa raíz - RCA Forsthoffer (2022) define el análisis de causa raíz como una metodología usada para analizar problemáticas y así poder identificar la causa raíz para después asignar soluciones pertinentes evitando su posible ocurrencia. Si bien, el RCA es una metodología de mejora continua y para procesos de acción preventiva y correctiva, la acción preventiva se presenta en problemas que aún no ocurren, pero se buscan causas que puedan llegar a originarlo mientras que el correctivo se basa en problemas ya existentes de manera que encontrar su causa raíz se convierte en el objetivo primordial (Caballero y Bonilla, 2022).

Para implementar la metodología del RCA se deberá de comprender primera-

mente el problema que se está teniendo para después documentar y recolectar información de forma que puedan analizarse para posteriormente determinar las posibles causas raíz y de esa forma implementar correcciones, finalmente se deberán de evaluar los resultados de forma que se pueda afirmar si la causa raíz de la problemática fue eliminada totalmente.

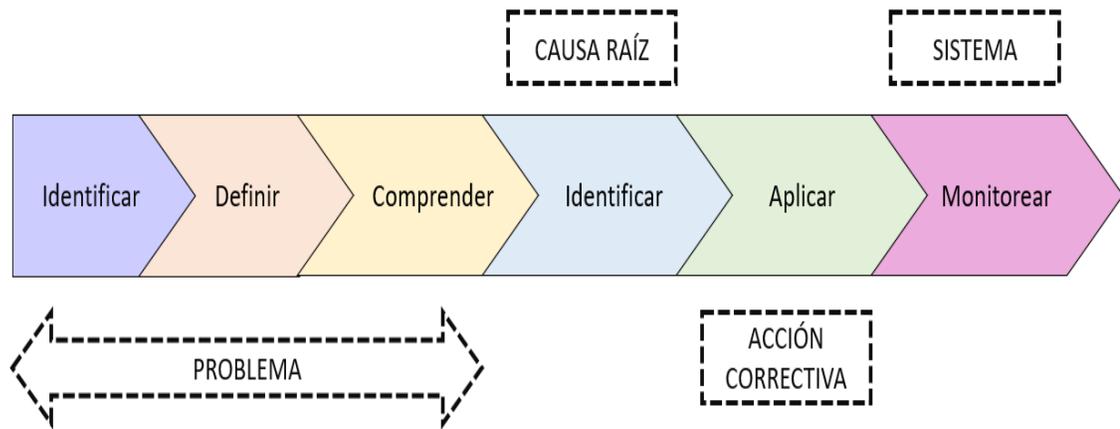


FIGURA 2.2: Pasos para la aplicación del análisis de causa raíz. Elaboración propia.

Pasos:

- a) Identificar: Se debe de identificar una situación no favorable para la organización.
- b) Definir: Con el principio SMART (específico, medible, orientado, real y con tiempo límite), se hará la definición de la problemática.
- c) Comprender: La información recabada tendrá que ser revisada y analizada de manera que el equipo comprenda en su totalidad la problemática.
- d) Identificar: Esto se puede realizar por medio de lluvia de ideas, diagrama causa efecto, etc. De manera que se desglosen todas las posibles acciones que estén provocando la problemática.
- e) Aplicar: En esta fase se deberá de decidir si se aplicara una acción correctiva o en todo caso una inmediata, de acorde a la problemática presentada.
- f) Monitorear: La ultima fase consta de establecer métodos de control y monitoreo donde estén presentes políticas/reglas que eviten la concurrencia

del problema original y mantengan en pie la solución aplicada.

3. Diagrama Causa-Efecto (Espina de pescado) Forsthoffer (2022) menciona que el orden correcto de un diagrama causa y efecto se puede ver representado visualmente, en donde la cabeza de la figura (espina de pescado) hace referencia a la problemática de la situación mientras que en el cuerpo del diagrama se plasman las diferentes categorías de posibles causas. Esta metodología suele utilizarse en casos con aplicación DMAIC.

Munro *et al.* (2015) establece que la metodología Ishikawa es un conjunto de herramientas cualitativas y cuantitativas de forma que se estandarizan los procesos eliminando las actividades que no agregan valor a la operación.

Chandomí (2011) define el diagrama de causa y efecto (Ishikawa) como una representación gráfica en la cual se puede relacionar de forma cualitativa los distintos factores que puedan estar ocasionando el problema a resolver.

Este diagrama suele usarse en las industrias de manufactura para la resolución de problemas, esta metodología fue creada por Kaoru Ishikawa para poder identificar las posibles causas que provocan problemas y así agruparlas en diferentes categorías logrando relacionar las posibles causas con su efecto posterior (Hekmatpanah, 2011).

En una compañía de gases para uso medicinal e industrial contaba con problemas de en la gestión de sus almacenes de suministro, para esta situación se utilizó la metodología ABC y el diagrama Ishikawa al momento de analizar la situación, como resultado tuvieron un mayor cumplimiento en el almacén eliminando pérdidas de tiempo y disminuyendo los tiempos que tardaban en la preparación del material, creando una mejor gestión de almacenes (Huguet *et al.*, 2016).

En el diagrama de Ishikawa se deben de identificar factores que impulsen las problemáticas de los procesos, estos factores se agrupan en:

- Mano de Obra

- Máquina
- Material
- Medición
- Método
- Medio Ambiente

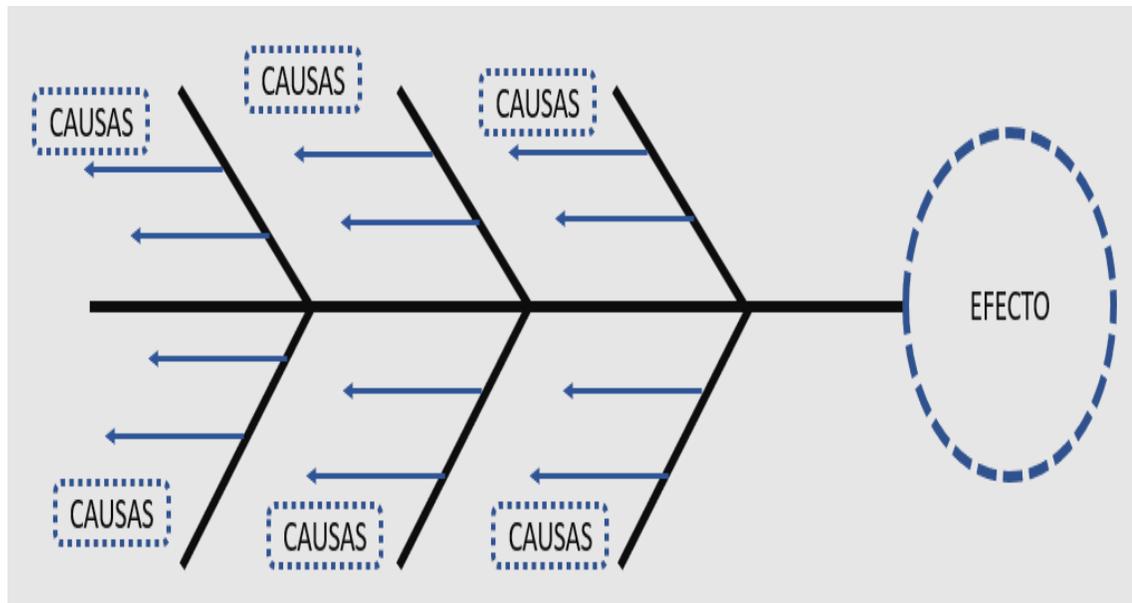


FIGURA 2.3: Representación gráfica del diagrama de Ishikawa. Elaboración propia.

4. Árbol del problema o Diagrama del árbol Un diagrama de árbol es una de las técnicas utilizadas para poder analizar las tareas que se necesitan aplicar para obtener soluciones a los problemas y el cómo alcanzar los logros del objetivo, se representa gráficamente las posibles soluciones (Villalpando, 2009).

Existen diferentes tipos de diagramas de árbol:

- Desarrollo de componentes: Este consta en desarrollar los factores que afectan al problema y las posibles soluciones a aplicar en ese mismo problema. (Es utilizado para poder desarrollar un problema de estudio).
- Desarrollo de planes: Este se utiliza para poder desarrollar métodos que propicien soluciones para los problemas.

Una mala gestión de los inventarios puede provocar que las organizaciones tengan una planeación deficiente al querer adquirir mercancía nueva, así como inexactitud entre sus almacenes y en la compra de material (Quinde y Ramos, 2018) (Huguet *et al.*, 2016) . Quinde y Ramos (2018) presentan una situación en la empresa franquicia Disensa Ramirez S.A. en donde no existía una correcta manipulación en los inventarios, su control se veía afectado por diferentes causas internas tanto como externas lo cual provocaba que sus activos pusieran en riesgo la rentabilidad creando perdida de material, como una condición solvente la compañía para la resolución de su situación utilizaron la metodología del árbol de problemas en donde describieron las causas y efectos de sus problemas.

5. Técnica 5 ¿Por qué? Taiichi Ohno aseguraba que preguntando el porqué de las cosas cinco veces con su respuesta correspondiente es que podemos encontrar la causa raíz de nuestros problemas ya que esa muchas veces suele estar entre los síntomas más obvios.

Los cinco por qué suele ser una técnica sencilla pero no hay que restarle importancia ya que es una metodología importante puesto que nos ayuda a llegar a la causa raíz de los problemas, consiste en cuestionarlos un total de 5 veces en conjunto con su respuesta (Ries, 2012).

6. Diagrama Pareto: La ley de Pareto es una herramienta de calidad la cual indica que no todos los elementos en las organizaciones son vitales y los que si suelen concentrarse en la minoría de las existencias en almacén. A esta ley también se le retribuye el nombre de ley 20-80 en donde el 20 % de las existencias provoca el 80 % de los problemas (Bonet, 2004). El diagrama de Pareto se construye por medio de un histograma.

Este análisis es una técnica sencilla que nos permite decidir sobre qué cambio queremos implementar, usa la idea de que el 20 % de los problemas afectan al 80 % de nuestras operaciones, es decir, si nos enfocamos en ese 20 % de los problemas más relevantes podremos mejorar a su vez el 80 % de los procesos

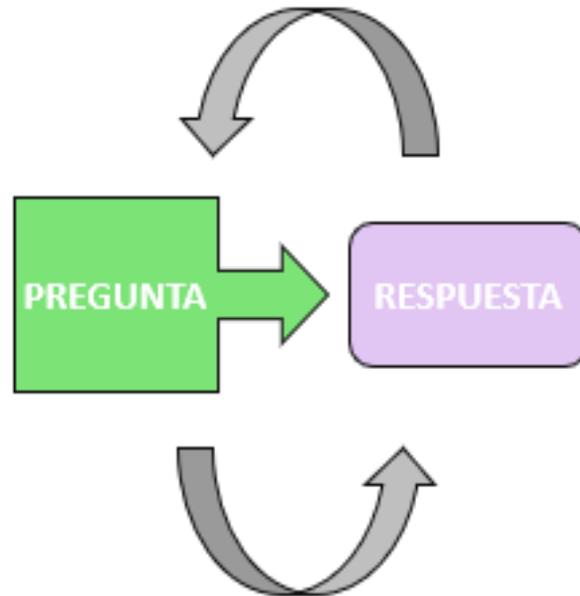


FIGURA 2.4: Ciclo de repetición de los 5 porqués (pregunta y respuesta). Elaboración propia.

(Ovalles *et al.*, 2017).

En el caso de estudio para la gestión de almacenes en la empresa CESCORP se aplicó la metodología del diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto para analizar la problemática. Con el diagrama de Pareto se definieron las causas principales que afectaban la productividad realizando una matriz de priorizar 20-80 obteniendo como principales la necesidad de eliminar el desorden en almacén, los traslados excesivos y la falta de definición de espacios (Huacachi, 2018).

Con base a la revisión de la literatura con anterioridad se pudo identificar que, en otras organizaciones también se han presentado situaciones referentes a problemáticas en el control de inventarios y la gestión de almacenes, los cuales al final del día impactan en la velocidad de los procesos, abastecimiento, calidad en la entrega de los productos e incluso provocando paros en los puntos de uso por la falta de material, dando en algunos problemáticas de acuerdo a su veracidad de inventarios.

A continuación se presenta la tabla de comparación de la literatura.

TABLA 2.1: Tabla de comparación de literatura. Elaboración propia.

Tabla de comparación de literatura		
Referencia	Problemática /Objetivo	Metodología aplicada
Córdova (2019)	Mejorar la gestión del almacén implementando un sistema para el control de inventario de forma que lo clasifique correctamente.	Método ABC y Política de inventarios con el Modelo EOQ además de políticas de revisión de existencias. Con la aplicación de estas metodologías se obtuvo la clasificación ABC de los inventarios, aplicando a su vez políticas de inventarios para los mismos.
Estacio y Lulichac (2019)	Mejorar y controlar los almacenes aplicado a empresas industriales	Aplicación del método ABC. Con la aplicación de esta metodología se logro gestionar, mejorar, controlar y manejar los almacenes, reduciendo los tiempos en los procesos y de igual forma mejorando el control.

Caballero y Bonilla (2022)	Insuficiente capacidad en los recursos para el almacén de una empresa embotelladora lo que ocasiono desabasto de producto, desvío de recursos, aumento en el tiempo de la permanencia de los fletes, exceso de capacidad de almacén, retrasos en los abastecimientos, entre otros.	Aplicación de metodología Seis-Sigma (DMAIC, análisis de causa raíz, diagrama de Ishikawa, 5 por qué). Con esta metodología determinaron la necesidad de aplicar políticas de control de inventario logrando minimizar el riesgo de abastecimiento y excesos de inventario, así como la saturación del almacén mejorando también la flota de distribución.
Huguet <i>et al.</i> (2016)	La compañía productora de gas de uso medicinal e industrial tenía problemas en la gestión de los almacenes de suministro.	Metodología ABC y Diagrama de Ishikawa. Al aplicar esas dos metodologías obtuvieron como resultado un mayor cumplimiento en sus almacenes eliminando pérdidas de tiempo y disminuyendo los tiempos de la preparación del material mejorando su gestión de almacenes.

Huacachi (2018)	La empresa CESCORP presentaba una baja productividad en el almacén de la compañía, lo cual impactaba el área de logística y producción. Buscaban por medio de alguna metodología identificar las causas que propiciaban esta situación.	Diagrama de Ishikawa y Diagrama de Pareto. Con la metodología del diagrama de Pareto se pudieron identificar las causas que propiciaban el problema (16 causas en total), mientras que con el diagrama de Pareto se seleccionaron las que más impactaban sintetizando en una matriz 20-80, obteniendo como resultado la necesidad de eliminar principalmente el desorden de almacén, los traslados excesivos y la falta de definición de espacios mejorando la gestión de almacenes.
Solís (2021)	Determinar qué aspectos influyen en la veracidad de inventarios de industrias manufactureras.	Se aplicó el software minitab para determinar las variantes dependientes e independientes que influían y el método causa-efecto para indicar las variables (estadísticas) que fueron más significativas, encontrando que, en la veracidad de inventarios los factores que más influyen son el recurso humano, los sistemas de información y las políticas de las auditorías en los inventarios.

Una vez revisada la tabla de la literatura según los autores mencionados se

tiene que las metodologías más repetitivas y con mayores resultados positivos y aplicables son la metodología de seis sigmas y *lean manufacturing*. Las cuales se basan en herramientas cualitativas y cuantitativas, la metodología lean seis sigma consta de herramientas como: método ABC, diagrama Pareto (20-80), diagrama de Ishikawa y análisis causa raíz. Motivo por el cual se utilizará la metodología lean seis sigmas en este estudio de trabajo, de forma que se pueda seguir un camino con base a la literatura buscando desenlazar la problemática hasta identificar sus causas raíz, para partir a la aplicación de futuras soluciones.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

En el presente capítulo se aborda la metodología mixta para sustentar la investigación acorde a la problemática propuesta. Cabe recalcar que la metodología corresponde a una investigación cualitativa y cuantitativa.

La muestra de estudio se basa en una empresa que por cuestiones de integridad y confidencialidad de la misma, sugirió mantener su nombre en el anonimato (compañía EMM). Sin embargo, los datos presentados son reales, proporcionados por la autora de esta y quien labora en dicha compañía en el departamento de introducción de nuevos productos.

3.1 REITERACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Retomando la problemática se tiene que el CEDIS externo está presentando una veracidad de inventarios baja en los meses de junio, julio y agosto 2022 en relación al nivel aceptable, encontrándose su promedio por debajo del 85%. Este mismo compromete el sistema de abastecimiento en las líneas de producción, por lo cual llegan a presentar impactos en puntos de uso debido a vertientes que se desencadenan.

3.2 ENFOQUE DE LA DE INVESTIGACIÓN

Este apartado se basa en una metodología mixta, dicha determinación se llevó a cabo tras consultar fuentes bibliográficas tales como la metodología de Sampieri *et al.* (2014) donde hace mención que la metodología mixta no se basa en reemplazar las investigaciones ya sean cualitativas o cuantitativas sino en poder reunir las características de ambas de forma que ayuden en la indagación tratando de minimizar las debilidades que pueda contener cada una.

Por otra parte Johnson y Onwuegbuzie (2004) define las investigaciones mixtas como una mezcla de lo cualitativo con lo cuantitativo, en donde uno podría precisar más peso que otro incluso. En donde busca diferenciar los métodos como CUAN y CUAL respectivamente (haciendo referencia a cuantitativo y cualitativo).

Los métodos cuantitativos y cualitativos son una forma de estudio que ayuda a comprender de una manera más completa al caso de estudio, en donde podrán ser adaptados a la vez que conservan sus orígenes y procedimientos.

El método mixto se basa en utilizar tanto datos numéricos como verbales, simbólicos e incluso textuales dentro de un mismo caso de investigación.

Por lo cual, la presente investigación se concentra en una combinación de enfoque cualitativo puesto que cuenta con investigación documental, la cual consta de la recopilación de archivos, documentos, artículos, libros, entre otros. Y en la sección cuantitativa se realiza la recolección del valor del IRA de los últimos tres meses en el CEDIS externo, en donde se utiliza el modelo de Pareto para la representación gráfica de los impactos en punto de uso presentados por sus diversas causas en cada mes correspondiente. Donde se visualizan también las posibles resoluciones que se han implementado en otras organizaciones referente a la problemática mostrada anteriormente; en el cual se recolecten y analicen datos que ofrezcan resultados aplicables para el desarrollo, comprensión y una adecuada selección de resolución a la

problemática actual en la compañía EMM.

Se puede concluir en que las investigaciones mixtas son una mezcla de los métodos cualitativos y cuantitativos desarrollados en la misma investigación en donde se hace un conjunto de las bases de ambas que al momento de combinarse ayudan a desarrollar el caso de estudio.

3.3 MÉTODO PARA RECOPIACIÓN DE DATOS

En la Tabla 3.1 se va a presentar de forma general la metodología que se seguirá para esta investigación, y en puntos subsiguientes se ira describiendo paulatinamente el enfoque cualitativo y cuantitativo para culminar con este enfoque mixto. Cabe recalcar que la recopilación de datos se realizo en el 2022, dividiéndose en distintas fases tales como se describe a continuación:

TABLA 3.1: Fases a seguir en la investigación. Elaboración propia.

Fases	Actividad	Duración	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Fase 1	Definir problemática	7 días					
Fase 2	Recopilación de información IRA mensual (junio, julio y agosto 2022)	90 días					
Fase 3	Definir herramienta para graficar los impactos en punto de uso de cada mes	7 días					
Fase 4	Busqueda de artículos relacionados a la problemática	21 días					
Fase 5	Clasificación de artículos por metodología	7 días					
Fase 6	Análisis de datos	7 días					
Fase 7	Selección de metodología	7 días					

En dicha Tabla 3.1 se puede identificar en la primer columna las distintas fases que conlleva el proceso de la recolección de datos dividiéndose en siete fases. Asignando asimismo las distintas actividades y el tiempo de duración de cada una en las columnas.

3.3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS CUANTITATIVA

En los subtemas posteriores para la parte cuantitativa de esta recolección de datos se procede a definir los conceptos de variable dependiente e independiente logrando tener un mayor margen sobre las variables a describir. Tomando en cuenta que dentro de la metodología se utilizaran distintas variables para identificar la recolección de datos.

Variable independiente: Si bien Amiel (2007) define la variable independiente como la explicación de la ocurrencia de cierto fenómeno, en donde el autor es capaz de manipular la variable a trabajar. En donde Pino (2010) confirma que estas variables son las que se manipulan por los autores/investigadores en búsqueda de poder explicar los objetos de estudio a trabajar durante la investigación. Dichas variables independientes originan y explican a las variables dependientes.

Por lo cual, para la parte cuantitativa la variable independiente se definirá como el promedio del IRA que se obtiene de la compañía EMM.

Variable dependiente: Kerlinger y Lee (2002) definen como variable dependiente a los resultados utilizados para poder determinar si los cambios en dichas variables independientes sufrieron efectos.

Las variables dependientes son los posibles efectos que surgen de una variable independiente convirtiéndose en el centro de atención del estudio (Oyola, 2021).

Con el aporte de estos autores fue posible determinar que para fines de esta investigación la variable dependiente de dicho caso de estudio se desarrolla a partir de la variable independiente (IRA) para poder definir los impactos en punto de uso (identificando distintas problemáticas las cuales generan impactos en punto de uso y niveles de IRA bajos).

Como se puede observar en la Tabla 3.2 se tiene la recopilación y el promedio del IRA de los últimos tres meses (junio, julio y agosto 2022) del CEDIS externo,

estando por debajo de los niveles aceptables (85 %).

TABLA 3.2: Veracidad de inventario en el mes de junio, julio y agosto 2022. Elaboración propia.

CEDIS EXTERNO	Cantidad	OK	W/error	%/error	Veracidad
IRA Junio 2022	65	26	39	60 %	40 %
IRA Julio 2022	76	42	34	45 %	55 %
IRA Agosto 2022	76	38	38	50 %	50 %
Total	217	106	111	51.2 %	48.8 %

En la última columna de la Tabla 3.2 se indican los porcentajes del IRA que se obtuvo en dichos meses, creando un promedio de los tres dando un total de 48.8 % arrojando un resultado no aceptable debido a los bajos niveles que presenta.

A partir de ahí se hizo una clasificación de los meses de junio, julio y agosto 2022 de 5 líneas distintas de producción las cuales presentaron diversos impactos como se puede observar en la tabla 3.3 a continuación.

En la tabla 3.3 se obtuvo un promedio de cada línea para identificar la más emproblemada, dentro de las cuales la mayoría se encontraba por arriba del 40 % con impactos en puntos de uso.

3.3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS CUALITATIVOS

Para la recolección de datos de enfoque cualitativo de corte documental se consultaron distintos documentos, libros, referencias, y casos en los cuales surgieron problemáticas similares a las de la compañía EMM donde a su vez se analizaron las soluciones presentadas por distintos autores. Tales como se pueden identificar en la tabla 3.4 En la primera columna se indican a los autores de los cuales se tomo referencia para dicha recolección de datos, además de mencionar en la segunda

TABLA 3.3: Clasificación por mes de las distintas líneas de producción con impactos.

Elaboración propia.

Línea por mes	Impactos totales	Componentes totales	Porcentaje de MPU
Junio A	6	10	60 %
Junio B	0	1	0 %
Junio C	12	17	71 %
Junio D	7	14	50 %
Junio E	14	23	61 %
Julio A	5	13	38 %
Julio B	1	1	100 %
Julio C	7	18	39 %
Julio D	11	23	48 %
Julio E	10	21	48 %
Agosto A	2	3	67 %
Agosto B	17	26	65 %
Agosto C	5	23	22 %
Agosto D	1	2	50 %
Agosto E	13	22	59 %
	111	217	51.2 %

y tercer columna que tipo de documento es al que pertenecen sus investigaciones haciendo mención de dichas problemáticas presentadas por cada autor.

TABLA 3.4: Recopilación de referencias consultadas con problemáticas similares a la actual. Elaboración propia.

Autor	Tipo de documento	Problemática
Córdova (2019)	Artículo	Control de inventarios en un almacén de mantenimiento
Estacio y Lulichac (2019)	Tesis	Control y mejoramiento de almacenes aplicados a empresas industriales
Caballero y Bonilla (2022)	Artículo	Seis Sigma pautas para mejorar el inventario en una compañía de botellas
Huguet <i>et al.</i> (2016)	Artículo	Problemática presentada en la gestión de los almacenes de suministro
Huacachi (2018)	Tesis	Baja productividad en el almacén de la compañía, impactando el área logística y de producción
Solís (2021)	Tesis	Aspectos que influyen en la veracidad de inventarios de industrias manufactureras

Dichas referencias consultadas fueron seleccionadas por la similitud al caso de estudio presentado por la autora actual en donde se busca desarrollar y analizar las distintas soluciones propuestas en cada documento de investigación logrando tomarse de referencia para el desarrollo de la misma.

3.4 ANÁLISIS DE LA SELECCIÓN DE MÉTODOS

Una vez que se ha definido el enfoque y los métodos a utilizar se procede a analizar en este apartado la forma de aplicación y pertinencia de los métodos utilizados. Como se ha definido con anterioridad una investigación como la presente será orientada con un enfoque mixto, del cual el análisis metodológico se desprende como sigue:

Enfoque cualitativo.- Con la finalidad de delimitar el objeto de estudio de esta investigación no se utilizarán perspectivas de los usuarios por lo cual no se tomarán en cuenta entrevistas, ya que que el método seleccionado de enfoque cualitativo será el documental. La presente investigación cuenta con una selección de obras teóricas obtenidas de las bases de datos como se ha explicado en la sección 3.3.2 (recolección de datos cualitativos), no obstante, la selección de las obras se ha extendido a lo largo de la tesis con la finalidad de fundamentar teóricamente cada uno de los capítulos de esta, así es que se tienen 43 citas de tesis, artículos y libros.

TABLA 3.5: Fuentes seleccionadas para el desarrollo de la investigación documental.

Elaboración propia.

Capítulo	Fuentes	Total
2. Antecedentes	16 artículos de revistas, 8 libros, 7 reportes técnicos, 8 tesis de maestría, 4 páginas de internet.	43 fuentes
3. Metodología	3 libros y 3 artículos de revistas.	6 fuentes
4. Resultados	3 artículos de revistas y 3 libros.	6 fuentes

Como es posible observar una investigación como la presente se encuentra fundamentada con una variedad de fuentes documentales como las mencionadas anteriormente.

Enfoque cuantitativo.- Para este enfoque el análisis resultara de los valores obtenidos del diagrama de Pareto. En primer lugar, cabe precisar que los valores obtenidos del diagrama de Pareto son proporcionados por la compañía EMM; la misma presenta una veracidad de inventario del 48.8 % proporcional de los últimos tres meses. La falta de veracidad de inventarios de los últimos meses hace alusión a un faltante. El cual es consecuencia de distintos motivos los cuales serán analizados para determinar cuáles de ellos proporcionan impactos a la EMM pudiendo atacar

el problema con mayor oportunidad en la compañía.

El diagrama de Pareto servirá para analizar los componentes, de los cuales cinco corresponden a distintas fuentes como discrepancia de inventario, calidad del componente, amaterial extraviado, material oxidado y maquina caída; a partir de esos motivos se genera un diagrama de Pareto con la finalidad de analizar cuáles de ellos están provocando más impactos y a partir de estos se pudiera determinar la problemática principal y en función de ello atenderla.

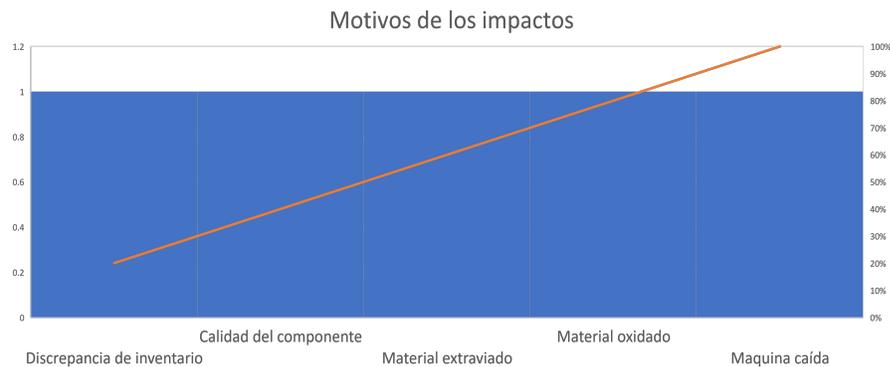


FIGURA 3.1: Ejemplificación del Diagrama de Pareto. Elaboración propia.

Para fines del análisis estas variables corresponden a las problemáticas presentadas de los problemas, donde en el apartado de resultados las mismas adquieran una calificación numérica.

Las siguientes variables hacen alusión a los distintos motivos presentados a continuación:

- X.- Discrepancia de inventario
- Y.- Calidad del componente
- W.- Material extraviado
- C.- Material oxidado
- M.- Máquina caída

Una vez que la compañía entregue el promedio de la veracidad de inventario de los últimos tres meses, será responsabilidad de la autora de esta investigación desarrollar el método de Pareto donde haga alusión a los distintos motivos presentados identificando el más cuantioso.

La representación del diagrama de Pareto vendrá a concluir gráficamente los distintos motivos que generan la problemática en los impactos en punto de uso, resaltando el que contiene el mayor porcentaje de incidencias por un mismo problema. Y será entonces que la metodología seis sigmas y manufactura esbelta cobraran importancia ayudando a comprobar la hipótesis de esta investigación.

Ya definido el problema de mayor incidencia se procederá a utilizar el diagrama de Ishikawa buscando identificar las causas raíz de este motivo subyacente. El Diagrama de Ishikawa se usa para poder identificar las posibles causas de algun inconveniente y comprender su origen, esta herramienta ayuda a definir soluciones estables y no solo centrarse en controlar los síntomas. (Hernández, 2023)

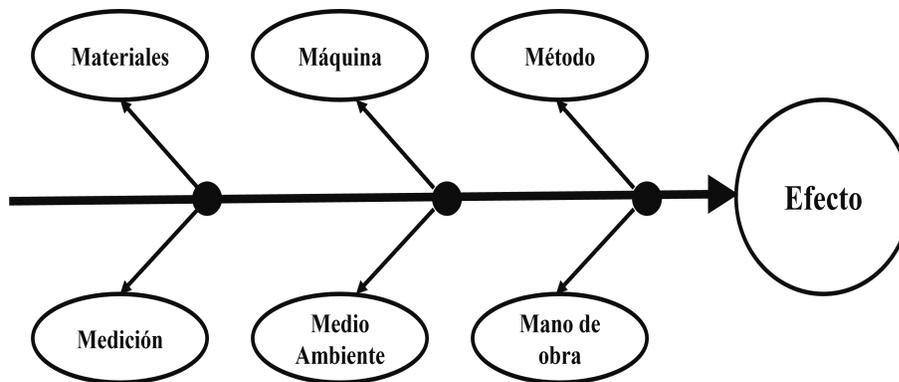


FIGURA 3.2: Diagrama de Ishikawa. Elaboración propia.

El diagrama de Ishikawa se seleccionó con base al análisis de los antecedentes presentados con anterioridad en donde diversas compañías lo usan como herramienta para el desglose de la causa raíz de sus problemáticas. La finalidad del diagrama de Ishikawa es la de proporcionar al lector la comprensión de la problemática y sus orígenes aplicando la metodología de manufactura esbelta y seis sigmas desde el inicio.

3.5 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

Como se ha definido con anterioridad una investigación como la presente es de enfoque mixto por lo que se utilizarán diversos instrumentos que puedan comprobar los enfoques ya sean cualitativos o cuantitativos, en el presente subtema se definirán a profundidad los mismos.

1. Instrumentos cualitativos.- Para la parte cualitativa que consta de una metodología documental se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Bases de datos especializadas. - Definitivamente por el carácter documental de la investigación es necesario la revisión bibliográfica sin embargo consientes de la importancia y la rigidez que el programa del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) implica, se utilizan bases de datos que avala el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT (Dependencia central que supervisa el desarrollo tecnológico y científico de la entidad mexicana). Dichas bases son SCOPUS, SCIELO, ELSEIVER, SPRINGER, EMERALD, JCR, también se consultaron repositorios como el de la UANL y páginas oficiales. Una vez que se accedía a la página oficial de cada base de datos se utilizaba el motor de búsqueda palabras claves relacionadas con el tema de la investigación lo que permitía filtrar la búsqueda de revistas y artículos, una vez determinado el material a utilizar el mismo era descargado en una carpeta electrónica denominada “artículos para tesis”.
- Computadora personal y laptop. - Sin duda otro de los instrumentos necesarios es la utilización del ordenador con acceso a wifi lo que permitió agrupar los materiales de trabajo en carpetas electrónicas no solo con los artículos a revisar sino también para albergar documentos esenciales de trabajo, de diseño, etc.

- Overleaf (LaTeX).- Este sistema permite que toda la información y documentación pueda ser editada, el cual corresponde a un lenguaje de programación con un software específico que permite escribir documentos fácilmente en LaTeX. Con la finalidad de desarrollar la investigación de una forma ordenada y clara, el posgrado de la facultad de ingeniería, específicamente en la maestría de logística y cadena de suministro han utilizado este software que permite mantener la información actualizada, disponible, en una plataforma en donde pueda tener supervisión por el tutor y el tutor y sobre todo sin riesgos de que resulte extraviada la información.
- Microsoft Word.- Las notas bibliográficas y de referencia producto de la revisión de artículos consultados fueron tomadas en dicho procesador de texto.

2. Instrumentos cuantitativos.-

En la sección cuantitativa se utilizó el siguiente instrumento:

- Microsoft Excel. - El uso de este procesador de datos permitirá desarrollar una base de datos donde se capture la información respecto a los motivos que generan los impactos en puntos de uso. Una vez que se cuenta con la base de datos el software permitirá graficar respecto al diagrama de Pareto.
- Metodología *lean six sigma*. - La metodología *lean six sigma* propone una mejora continua de los procesos y usa una herramienta para la solución de problemas la cual es la metodología DMAIC (en donde la D: hace referencia a la definición de la problemática, M: en medir el proceso existente, A: analizar los procesos e información, I: implementar mejoras en los procesos y C: controlar los procesos e implementaciones) Smetkowska y Mrugalska (2018). Este instrumento cuantitativo se basa en la literatura mencionada con anterioridad, en donde los autores hacen referencia de

dicha metodología en la aplicación de sus investigaciones para el análisis de la problemática y sus causas subyacentes.

La implementación de todos estos instrumentos permitirá aplicar la metodología prevista dando solución a la fase de resultados permitiendo orientar la comprobación de la hipótesis y cumplir los objetivos de esta investigación.

3.6 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL UNIVERSO POBLACIONAL MUESTRA DE ESTUDIO

El universo objeto de estudio de esta investigación es una empresa cuya situación geográfica se encuentra establecida en el estado de Nuevo León, México.

Esta empresa tiene procesos de confidencialidad muy estrictos por lo cual resulta imposible para la autora de esta investigación hacer mención del nombre de ésta, para poder cubrirse ese rubro entiéndase a este tipo de empresa como una EMM de giro metal mecánico.

La intención de esta será presentarla a manera de trabajo para que sea la misma empresa quien decida si se aplica o no la metodología *lean seis sigmas*.

3.7 LIMITANTES Y OBSTÁCULOS

Como se ha definido con anterioridad el limitante primordial es que deben de aplicarse dichas reglas de confidencialidad donde no se podrá mencionar el nombre de la compañía EMM.

3.8 ESQUEMA VISUAL / MODELO OPERATIVO

A continuación, se presentará la metodología implementada en este estudio de trabajo, en donde se muestra el esquema visual y operativo de las diversas

metodologías tanto cualitativas como cuantitativas.

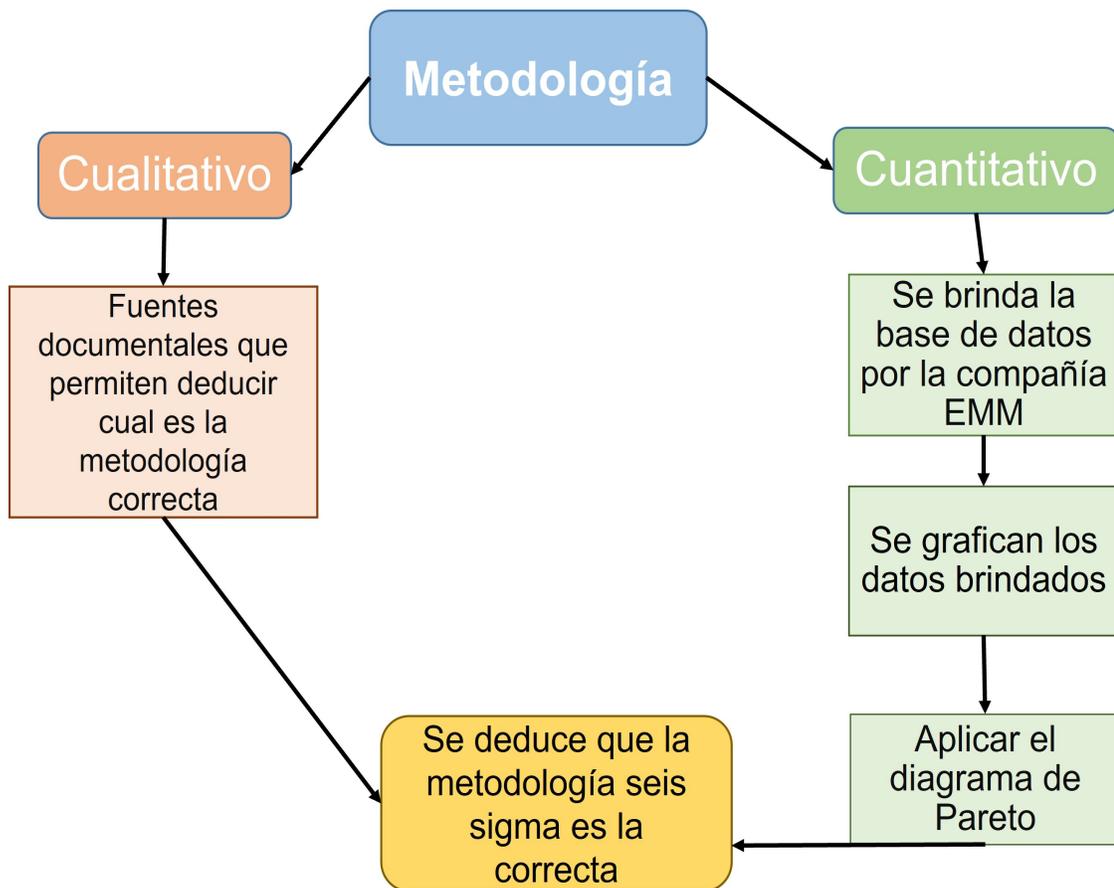


FIGURA 3.3: Metodología implementada en esta investigación. Elaboración propia.

Una vez revisada la metodología que se sigue en el estudio de trabajo se tiene la base sobre la cual se estipularon las metodologías indicadas referente a la parte cualitativa (fuentes documentales) así como la parte cuantitativa (datos brindados por la compañía EMM), donde se analizan ciertos datos deduciendo finalmente la metodología seis sigma como la correcta según la literatura y los datos obtenidos durante el proceso de metodológico que se siguió para la utilización de dichas herramientas como lo fueron: la recopilación de datos por medio del IRA mensual de la EMM con el diagrama 80-20, la recolección de datos cualitativos por medio de consultas documentadas teóricamente, la descripción de los instrumentos como las bases de datos especializadas, overleaf y excel para las gráficas. Deduciendo finalmente que la metodología seis sigma

es la más indicada para la aplicación y resolución de dicha problemática.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIEL, P. J. (2007), «Las variables en el método científico», *Revista de la sociedad química del Perú*, **73**(3).
- ARIFIN, R. y S. ZUBAIDAH (2019), «Investigation of Inventory Record Accuracy in Product-Service System», *Journal of modern manufacturing systems and technology.*, **6**(1), págs. 93–105.
- ATIEH, A., H. KAYLANI, Y. AL-ABDALLAT, A. QADERI, L. GHOUL, L. JARADAT y H. I. (2016), «Performance improvement of inventory management system processes by an automated warehouse management system», *Informe Técnico 1*, German Jordanian University, West Madaba street, Amman 11180, Jordan.
- AVRAHAM, E., A. AND KORCHATOV (2019), «The Value of Inventory Accuracy in Supply Chain Management: Correlation Between Error Sources and Proactive Error Correction.», *American Journal of Operations Management and Information Systems*, **6**(1), págs. 01–15.
- BONET, C. (2004), «Ley de pareto aplicada a la fiabilidad.», *Informe Técnico 1*, Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”. CUJAE. Facultad de Mecánica, La Habana, Cuba.
- CABALLERO, S. y G. BONILLA (2022), «Six-sigma guidelines to improve inventory management in a bottling company.», *International Journal of Entrepreneurial Knowledge.*, **10**(1), págs. 01–15.

- CARREÑO, A. (2017), *Cadena de suministro y logística*, primera edición, Fondo Editorial PUCP, Perú, Lima.
- CHANDOMÍ, J. (2011), *Eliminación de paros de línea por fallas en reductores de ganchos en el talles electromecánico y elaboración de catálogo de materiales para montajes en la empresa Volkswagen de México.*, Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- CÓRDOVA, I. (2019), «Implementación de un Sistema de Control de Inventarios en el Almacén de Mantenimiento de un Complejo de Apartamentos», *Informe Técnico 1*, Departamento de Ingeniería Industrial y Sistemas Universidad Politécnica de Puerto Rico, Avenida Ponce de León 377 San Juan, Puerto Rico.
- DE KOSTER, M. y A. SMIDTS (2013), «Organizing warehouse management», *International Journal of Operations & Production Management*, **33**(1), págs. 1230–1256.
- DELGADO, A., C. FERNÁNDEZ y A. PÉREZ (2014), «Manual de Procedimientos y Sistema FIFO en el Manejo de Inventarios», *Informe Técnico 1*, Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Avenida Universidad Tecnológica #3051, Colonia Lote Bravo II Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P. 32695.
- ECHAVARRÍA, M. (2017), <https://institutoasteco.com/asteco/analisis-\de-fallas/>.
- ESERP (2022), <https://es.eserp.com/articulos/metodo-control-inventarios/>.
- ESTACIO, R. y R. LULICHAC (2019), «Aplicación del método ABC para el mejoramiento y control de almacenes en empresas industriales en el periodo 2010-2019», *Informe Técnico 1*, Universidad Privada Del Norte, Irene Silva 231, Cajamarca Perú.

- FORSTHOFFER, W. (2022), *Forsthoffer's proven guidelines for rotating machinery excellence.*, primera edición, Butterworth-Heinemann, USA.
- FRAZELLE, E. (2002), *World-Class Warehousing and Material Handling*, primera edición, McGraw-Hill., New York, NY.
- HEKMATPANAH, M. (2011), «The application of cause and effect diagram in the oil industry in Iran: The case of four liter oil canning process of Sepahan Oil Company», *African Journal of Business Management*, **5**(1), págs. 10 900–10 907.
- HERNÁNDEZ, J. (2023), <https://leansisproductividad.com/diagrama-causaefectoishikawa#:~:text=El%20Diagrama%20causa%20Defecto%20o,y%20continuadas%20en%20el%20tiempo/>.
- HOMPEL, M. y T. SCHMIDT (2007), *Warehouse Management - Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems.*, segunda edición, Springer Verlag Berlin Heidelberg, Berlin.
- HUACACHI, I. (2018), *Aplicación de la gestión de almacenes para mejorar la productividad en el almacén de la empresa CESCORP, Barranco, 2018.*, Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo, Lima, Perú.
- HUGUET, J., Z. PINEDA y E. GOMEZ (2016), «Mejora del sistema de gestión del almacén de suministros de una empresa productora de gases de uso medicinal e industrial», *African Journal of Business Management*, **5**(17), págs. 89–108.
- JOHNSON, B. y A. ONWUEGBUZIE (2004), «Los metodos de investigacion mixtos: un paradigma de investigacion cuyo tiempo ha llegado», *Educational Researcher*, **33**(7), págs. 14–26.
- KARASEK, J. (2013), «An Overview of Warehouse Optimization», *International Science and Engineering Society, o.s.*, **2**(3).

- KERLINGER, F. y H. LEE (2002), *Investigacion del comportamiento: Metodos de Investigacion en Ciencias Sociales.*, McGraw-Hill Interamericana, México.
- LÓPEZ, J. (2014), *Gestión de inventarios*, quinta edición, Editorial Elearning S.L., España.
- LÓPEZ, J. (2018), *Propuesta de un subproceso integral para análisis de fallas electrónicas que mejore la eficiencia y eficacia administrativa de una línea de producción.*, Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Ciudad Madero, Tamaulipas México.
- MAZA, D. (2013), *Propuesta para disminuir los tiempos de paro en la línea 3 PEPSI de producción de la embotelladora Valle de Oaxaca S.A. DE C.V., aplicando mejoramiento continuo.*, Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- MEANA, P. (2017), *Gestión de inventarios*, primera edición, Ediciones Nobel, S.A., Madrid, España.
- MENTZER, J. T., W. DEWITT, J. KEEBLER, M. SOONHONG, N. NIX, C. SMITH y Z. ZACHARIA (2001), «Defining Supply Chain Management», *Journal of Business Logistics*, **22**(2).
- MORETA, C. (2018), *Las políticas de inventarios y el nivel de producción en la empresa MILPLAST Cía. Ltda*, Tesis de Maestría, Universidad Técnica de ambato Facultad de Contabilidad y Auditoría, Av. Los Chasquis, Ambato, Ecuador.
- MUNRO, R., D. ZRYMIAK, J. MATTHEW, B. MOHAMED y R. GOVINDARAJAN (2015), «The certified six sigma green belt handbook», .
- OVALLES, J., V. GISBERT y A. PÉREZ (2017), «Herramientas para el análisis de causa y raíz (ACR).», *3C Empresa Área de innovación y Desarrollo, S.L.*, **1**(1), págs. 1–9.

- OYOLA, G. A. E. (2021), «La variable», *Revista del cuerpo Medico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, **14**(1).
- PINO, G. R. (2010), *Metodologia de la investigacion*, Editorial San Marco, Lima.
- PULIDO, J. (2014), *Gestion de la Cadema de suministros. El ultimo secreto.*, primera edición, Torino, Venezuela.
- PULUNGAN, R., S. PULUNG, N. EL MAIDAH, T. ATMOJO, P. DEWANTO y P. PAWENANG (2013), «Design of an Intelligent Warehouse Management System», *Informe Técnico 1*, Departament of Informatics, Universitas Pembanguanan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Indonesia, Yogyakarta, Indonesia.
- QUINDE, C. y T. RAMOS (2018), *Valuación y control del inventario y su efecto en la rentabilidad.*, Tesis Doctoral, Universidad Laica Vicente Rocafuerte De Guayaquil, Guayaquil.
- RIES, E. (2012), *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*, primera edición, Kindle Edition, USA.
- SAMPIERI, H., C. FERNÁNDEZ y P. BAPTISTA (2014), *Metodologia de la investigacion*, 6^a edición, McGraw-Hill, México.
- SÁNCHEZ, M., M. VARGAS, B. REYES y L. VIDAL (2011), «Sistema de Información para el Control de Inventarios del Almacén del ITS», *Conciencia Tecnológica*, **1**(41), págs. 41–46.
- SIMOES, C., P. CABRAL y K. DE MATOS (2018), «Bibliometric research in Warehouse Management System from 2006-2016», *The 22nd World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics*, **1**(1), págs. 200–204.

- SMETKOWSKA, M. y B. MRUGALSKA (2018), «Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study.», *ScienceDirect Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **10**(1), págs. 590–596.
- SOLÍS, C. (2021), *Determinantes que influyen en la veracidad del inventario en las grandes empresas de la industria manufacturera de autopartes en Nuevo León*, Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- STAUDT, F., G. ALPAN, M. MASCOLO y C. TABOADA (2015), «Warehouse performance measurement: a literature review.», *International Journal of Production Research*, **53**(18), págs. 5524–5544.
- VILLALPANDO, M. (2009), «Herramientas de calidad», Presentado en un congreso local.
- ZOYAYA, C. (2013), *Metodología para mejora de la productividad en una línea de producción a través de la aplicación del modelo 3M (Mano de obra, Máquinas y Materiales) para la eliminación de desperdicios*, Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, Monterrey, Nuevo León.
- ZUNIE, E., S. DELALIE, K. HODZIE, A. BESIREVIC y H. H. (2018), «Smart Warehouse Management System Concept with Implementation», *Informe Técnico 14*, Symposium on Neural Networks and Applications (NEUREL), Belgrade, Serbia.