



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MATERIALES PARA  
MINIMIZAR LA VARIACIÓN MENSUAL DEL INVENTARIO DE PROCESO EN LAS LÍNEAS  
DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA MANUFACTURERA DE PILAS ZINC CARBÓN EN  
GUATEMALA**

**Josué David Recinos Vásquez**

Asesorado por el M.A. Ing. Jorge Francisco Carranza Dávila

Guatemala, junio de 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MATERIALES PARA  
MINIMIZAR LA VARIACIÓN MENSUAL DEL INVENTARIO DE PROCESO EN LAS LÍNEAS  
DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA MANUFACTURERA DE PILAS ZINC CARBÓN EN  
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JOSUÉ DAVID RECIOS VÁSQUEZ**

ASESORADO POR EL M.A. ING. JORGE FRANCISCO CARRANZA DÁVILA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2020



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MATERIALES PARA  
MINIMIZAR LA VARIACIÓN MENSUAL DEL INVENTARIO DE PROCESO EN LAS LÍNEAS  
DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA MANUFACTURERA DE PILAS ZINC CARBÓN EN  
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 19 de agosto de 2019.

**Josué David Recinos Vásquez**

Ref. EEPFI-259-2020  
Guatemala, 24 de febrero de 2020

Director  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MATERIALES PARA MINIMIZAR LA VARIACIÓN MENSUAL DEL INVENTARIO DE PROCESO EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA MANUFACTURERA DE PILAS ZINC CARBÓN GUATEMALA**, presentado por el estudiante **Josué David Recinos Vásquez** carné número **201403661**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Artes Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular,


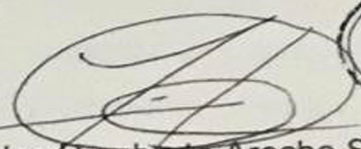
Atentamente,




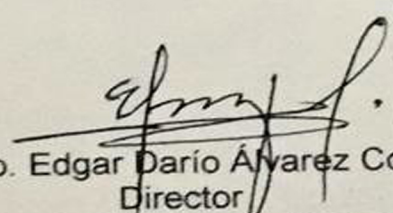
*"Id y Enseñad a Todos"*

Jorge Carranza Dávila  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado No. 8250

Mtro. Jorge Francisco Carranza Dávila  
Asesor



Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval  
Coordinador de Maestría  
Gestión Industrial



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director

Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MATERIALES PARA MINIMIZAR LA VARIACIÓN MENSUAL DEL INVENTARIO DE PROCESO EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA MANUFACTURERA DE PILAS ZINC CARBÓN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario Josué David Recinos Vasquez, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

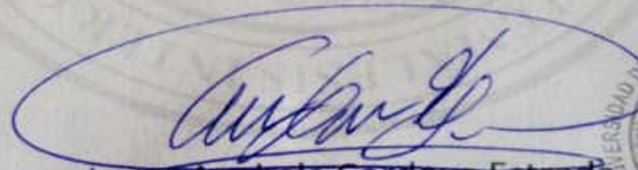


Guatemala, febrero de 2020

DTG. 132.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MATERIALES PARA MINIMIZAR LA VARIACIÓN MENSUAL DEL INVENTARIO DE PROCESO EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA MANUFACTURERA DE PILAS ZINC CARBÓN EN GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Josué David Recinos Vásquez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, junio de 2020

/asga



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser mi fuerza y mi sustento.
<b>Mi madre</b>	Por dedicar su vida a formarme con su ejemplo y amor incondicional.
<b>Mis hermanos</b>	Por su paciencia, apoyo y compañía en todas las etapas de mi vida.
<b>Mi familia</b>	Por el apoyo a mi madre y a mí en todo momento.
<b>Mis amigos</b>	Por su cariño y apoyo incondicional. Por su compañía en este proceso y en la vida.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por sus promesas infalibles, su amor incondicional, ser mi fuerza y la fuente de mi sabiduría e inspiración.
<b>Mi madre</b>	La bendición más grande de Dios para mi vida. Por ser mi guía, por predicarme con su ejemplo, sacrificio y amor incondicional. Por dedicar su vida a cuidarme e instruirme por el camino correcto.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la <i>alma mater</i> que abrió sus puertas para mi formación profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme los conocimientos que me han formado como un profesional para servir a mi país.
<b>Rayovac Guatemala</b>	Por abrir sus puertas para realizar mis trabajos de investigación y brindarme las primeras experiencias profesionales.
<b>Mi asesor</b>	M.A. Ing. Jorge Francisco Carranza por su disposición, apoyo y consejos.

**Mis hermanos**

Por su paciencia, amor, compañía y apoyo en todo momento de la vida.

**Mi familia**

Por su amor y apoyo incondicional, y ser una parte fundamental en el cumplimiento de mis metas.

**Mis amigos**

Por su impulso, cariño y apoyo. Por tantas enseñanzas y momentos especiales vividos al lado suyo. Por lo que nos queda por compartir.







## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3.1. Descripción del problema .....	5
3.2. Formulación del problema .....	5
3.2.1. Pregunta central.....	6
3.2.2. Preguntas de investigación .....	6
3.3. Delimitación del problema.....	6
3.4. Viabilidad de la investigación.....	7
3.5. Consecuencias de realizar la investigación .....	7
3.5.1. De realizarse.....	7
3.5.2. De no realizarse.....	8
4. JUSTIFICACIÓN .....	9
5. OBJETIVOS .....	11
5.1. Objetivo general .....	11
5.2. Objetivos específicos.....	11

6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	13
6.1.	Etapas de la investigación.....	13
7.	MARCO TEÓRICO .....	17
7.1.	Industria de pilas o acumuladores eléctricos .....	17
7.1.1.	Tipos de pilas o acumuladores eléctricos .....	17
7.1.2.	Aplicaciones más comunes de las pilas o acumuladores eléctricos.....	19
7.2.	Área de Operaciones y sistemas de gestión de materiales .....	20
7.3.	Departamento de producción y planificación como unidad de análisis .....	22
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO.....	25
9.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	27
9.1.	Enfoque de la investigación.....	27
9.2.	Diseño de la investigación.....	27
9.3.	Tipo de estudio.....	27
9.4.	Alcance de la investigación .....	28
9.5.	Variables e indicadores .....	28
9.5.1.	Variables independientes .....	29
9.5.2.	Variables dependientes .....	29
9.6.	Operativización de variables .....	30
9.7.	Fases de la investigación .....	31
9.8.	Población y muestra.....	32
9.9.	Técnicas metodológicas.....	33
9.10.	Resultados esperados.....	34

10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	35
11.	CRONOGRAMA.....	37
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	39
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
14.	APÉNDICES .....	45



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Flujograma de las etapas de investigación.....	15
2.	Cronograma de la investigación .....	37

### TABLAS

I.	Operativización de variables .....	30
II.	Cálculo de la muestra poblacional.....	33
III.	Costos de la investigación.....	40



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\sigma$	Desviación estándar
<b>E</b>	Error de estimación máximo aceptado
$\bar{X}$	Media aritmética
<b>Z</b>	Nivel de confianza
<b>%</b>	Porcentaje
<b>%V</b>	Porcentaje de variación
<b>N</b>	Tamaño de la población o universo





## GLOSARIO

<b>Existencia en sistema</b>	Cantidad registrada en sistema de semiterminados y materia prima.
<b>Existencia física</b>	Cantidad física real de semiterminados y materia prima.
<b>Inventario de proceso</b>	Procedimiento contable mensual de verificación de existencias de semiterminados y materia prima que no ha finalizado el proceso de transformación para ser un producto terminado.
<b>Pilas zinc carbón</b>	Acumulador eléctrico formado principalmente por un recipiente de zinc actuando como ánodo, una pasta húmeda formada por cloruro de amonio y cloruro de zinc, la cual está separada del centro de la pila por una mezcla de polvo de carbón y dióxido de manganeso; y una varilla de carbono actuando como cátodo.
<b>SAP</b>	Sistemas, Aplicaciones, Productos para el procesamiento de datos ( <i>Systems, Applications, Products in Data Processing</i> ).
<b>Semiterminado</b>	Producto o material que es un paso intermedio entre una materia prima y un bien terminado.

**Variación**

Diferencia entre la cantidad, ya sea en unidades o en dinero, de las existencias físicas y en sistema de un mismo material.

## **RESUMEN**

El proyecto que se pretende realizar con esta investigación es el diseño de un sistema de gestión de materiales en las diferentes líneas de la planta de producción en de una empresa manufacturera de pilas zinc carbón en Guatemala, teniendo como objetivo principal el reducir las variaciones mensuales que se generan respecto al plan operativo anual.

Si bien es cierto, la mayoría de veces existirán variaciones entre los presupuestos y los gastos reales, la intención es contar con los controles necesarios para tener una buena administración que permita que las variaciones no sean relevantes.

Al desarrollar y concluir la investigación, se espera poder reportar variaciones mensuales del inventario de proceso dentro de las presupuestadas en el plan operativo anual. Se busca de igual forma, que la información del sistema de gestión virtual sea confiable para que todos los departamentos que hacen uso de la misma puedan desarrollar sus procedimientos y tomar decisiones de forma precisa. Por último, se procurará tener un proceso más ágil en las diferentes actividades relacionadas al procedimiento del inventario mensual de proceso, reduciendo así el tiempo en el que se realiza.



# 1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se desarrolla la sistematización de un modelo de gestión de materiales en las diferentes líneas de producción en planta de una empresa manufacturera de pilas zinc carbón en Guatemala.

El problema identificado en la planta manufacturera de pilas zinc carbón, al cual se le plantea dar solución, es la variación mensual del inventario de existencias físicas de materiales y productos semiterminados en proceso respecto al inventario de existencias en el sistema virtual. Esta variación representa un costo en el cual se incurre mes a mes, teniendo siempre una variación negativa, es decir de faltantes físicos, la cual sobrepasa las variaciones presupuestadas en el plan operativo anual. Es, por lo tanto, relevante proponer una solución a esta problemática, ya que además de los elevados costos en los que se incurre por las variaciones ya mencionadas, también se crean incongruencias de información con otros departamentos de la empresa, los cuales desarrollan procedimientos y toma de decisiones basados en la información del sistema, la cual no refleja la realidad de las existencias físicas de los materiales y semiterminados en proceso.

Al concluir, se pretende poder dar una solución factible a la problemática planteada. Se espera poder reportar variaciones mensuales del inventario de proceso que se apeguen al plan operativo anual, y que incluso puedan representar un ahorro en costos de inventario. También se busca tener como resultado de la solución, certeza en la información del sistema de gestión virtual, para que todos los departamentos que hacen uso de la misma puedan desarrollar sus diferentes procedimientos y tomar decisiones de forma precisa. De igual

forma se espera poder tener un proceso más ágil en el desarrollo de las diferentes actividades relacionadas al procedimiento mensual del inventario de proceso.

En el desarrollo del esquema de solución, se realizará una investigación con enfoque mixto, es decir, tanto cualitativa como cuantitativa, empleando métodos analíticos, numéricos y teóricos. Es cualitativo porque se establecerán suposiciones como consecuencia de la observación y evaluación realizada. Dicha evaluación se realizará por medio de la recopilación de información y la búsqueda de teoría relacionada a la problemática planteada. La investigación es, igualmente, de carácter cuantitativo porque el objeto de estudio es variable, cuantificable y será medido para poder demostrar el grado en que las suposiciones de investigación planteadas tienen un fundamento.

La estructura del contenido del informe final está segmentada en cuatro capítulos. En el primer capítulo se abordará el marco teórico sobre el cual se realizan las suposiciones de investigación de la industria, la línea de investigación y la unidad de análisis del trabajo. En el segundo se detallará el desarrollo de las fases de investigación. En el tercero se realizará la presentación de los resultados de investigación. Por último, en el cuarto se desarrollará la discusión de los resultados obtenidos.

## 2. ANTECEDENTES

En los antecedentes relacionados al tema de la gestión del manejo de materiales para minimizar la variación mensual del inventario de proceso en una planta manufacturera de pilas zinc carbón en Guatemala, en su investigación, Colin (2014) menciona que “dentro de las empresas industriales existen pocos elementos que tengan un papel tan importante como los inventarios. Además de ser esenciales para todo proceso productivo, representan un gran porcentaje de la inversión en dichas empresas” (p. 274). Afirma que el éxito de una empresa depende en gran medida de su capacidad para gestionar eficientemente sus inventarios.

De esto se deriva que el control en los flujos físicos de materiales, que se originan en todo proceso productivo o de transformación, sea uno de los principales objetivos de la gestión en los procesos de una empresa. Estos controles son un aspecto esencial en una apropiada gestión de inventarios, de las operaciones en bodegas y de los diferentes procesos. Por ello es fundamental que el control de flujo físico de materiales, esté acompañado de un control de los flujos de información en los sistemas de gestión.

Complementando lo anterior, Izaguirre (2007) comenta en su investigación que es importante poder controlar los materiales en producción, ya que las variaciones pueden surgir por niveles de desperdicio altos en los diferentes procesos, y se generan diferencias con las cantidades establecidas a inicio de cada periodo contable para producir cierto volumen previamente establecido.



Una de las principales herramientas en los sistemas de gestión son los indicadores de control, ya que estos permiten cuantificar la magnitud de un problema e identificar las áreas de oportunidad para su solución.

Haciendo referencia a lo mencionado previamente, Ponce (2014) en su investigación concluye que los indicadores para controlar los inventarios “(...) permiten medir de forma cuantitativa y cualitativa el movimiento del inventario, lo que permite tomar decisiones estratégicas que logren incrementar la eficiencia en el proceso de la cadena de suministro y disminuir los costos” (p. 9).

La intención de diseñar un sistema de gestión de materiales es poder contribuir a la, cada vez más exigida, reducción de costos. El poder controlar el flujo de materiales, tanto físico como en información, contribuye a evitar incurrir en costos innecesarios que afectan el rendimiento financiero de la empresa. Es por ello que Reynoso (2014) menciona en su investigación que, para la gerencia, es importante conocer la forma en la que se están administrando los recursos, así como determinar los costos relacionados a esta gestión, todo con el objetivo de fijar estrategias que promuevan la mejora continua.

Además de evitar incurrir en costos innecesarios, también es fundamental contar con información confiable en el sistema, esto para ser capaces de tomar decisiones que favorezcan a la empresa. Finalmente, Cruz y Medina (2013) en su investigación hacen referencia a la importancia de contar con un sistema para gestionar los inventarios, mencionando que:

(...) tienen por objeto obtener información segura, salvaguardar las materias primas, productos en proceso y productos terminados, en existencia, que en el curso de operaciones están destinados a la venta, ya sea en su estado original de compra o después de transformados. (p. 29)

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema planteado en este trabajo de investigación, es la variación mensual del inventario de proceso en una planta manufacturera de pilas zinc carbón, ubicada en la Ciudad de Guatemala.

#### **3.1. Descripción del problema**

Los métodos empleados en el manejo de materiales y desperdicios de proceso, no permiten tener un control adecuado sobre las existencias tanto físicas como en sistema. Como consecuencia de estas deficiencias en el manejo de materiales y sus respectivos desperdicios, según información histórica registrada en el software SAP de la empresa en donde se realizará la investigación, en el inventario mensual de proceso se generan variaciones de entre 1.0 y 3.0% del valor total del inventario. Estas variaciones entre las existencias físicas y las de sistema, sobrepasan a las presupuestadas en el plan operativo anual. Además de los elevados costos que esto representa, también se crean incongruencias de información con otros departamentos, especialmente con el de compras, quienes realizan sus procedimientos y toman decisiones basados en la información del sistema.

#### **3.2. Formulación del problema**

Para el desarrollo la formulación del problema, se han planteado la pregunta central y las preguntas de investigación. Estas preguntas servirán de base para el planteamiento de los objetivos del presente trabajo de investigación.

### **3.2.1. Pregunta central**

¿Cuál es el sistema de gestión de materiales para minimizar la variación mensual del inventario de proceso en las líneas de producción de una planta manufacturera de pilas zinc carbón en Guatemala?

### **3.2.2. Preguntas de investigación**

- ¿Qué causas generan variación, entre las existencias físicas y de sistema de materias primas y semiterminados, en el inventario mensual de proceso?
- ¿Qué áreas de oportunidad identificadas en el análisis de las causas que generan variaciones en el inventario mensual de proceso, se deben considerar como principales y se debe priorizar la propuesta de su solución?
- ¿Cuál es el diseño de un sistema que permita optimizar la gestión de materiales y desperdicios en proceso, para minimizar y controlar las variaciones existentes en el inventario mensual?

### **3.3. Delimitación del problema**

La investigación se realizará en el Departamento de Planificación y Producción de una planta manufacturera de pilas zinc carbón, ubicada en la Ciudad de Guatemala. El periodo de ejecución comprenderá del mes de junio 2019 a noviembre 2020.

### **3.4. Viabilidad de la investigación**

El proyecto es viable, ya que la empresa en la cual se plantea desarrollar, autoriza la realización del mismo, proporcionando los recursos y la documentación necesaria que será útil en el proceso. Los gastos en los que se incurra en la realización del proyecto de investigación serán aportados por la empresa o por el investigador cuando corresponda.

### **3.5. Consecuencias de realizar la investigación**

Para analizar la viabilidad y relevancia del trabajo de investigación, es necesario identificar cuáles son las consecuencias de su realización. A continuación, se listan las consecuencias identificadas tanto de realizar como de no realizar el trabajo de investigación.

#### **3.5.1. De realizarse**

- Se logrará minimizar de la variación mensual del inventario de proceso.
- Se tendrá un mayor y mejor control en la gestión de semiterminados y materias primas en proceso.
- Se contará con información certera que se refleje en el sistema que se utiliza como software de gestión.
- Se tendrá un proceso de inventario más ágil y certero.
- Al contar con información certera, no se tendrán paros en la producción por falta de materiales, y se podrá cumplir con la totalidad de pedidos.

### **3.5.2. De no realizarse**

- Se continuará incurriendo en costos fuera de lo presupuestado, en el plan operativo anual, debido a la alta variación mensual del inventario en proceso.
- Se tendrán fallas de comunicación, por información errónea, con otros departamentos de la empresa, principalmente con el de compras.
- Se incurrirá en costos ocultos por el alto porcentaje de desperdicio y reproceso que no queda evidenciado.
- Se invertirá más tiempo en recuentos, investigaciones para encontrar las causas de variación y otros procedimientos relacionados al proceso de inventario.
- Se pueden presentar paros no programados en la producción por falta de materiales, que se pueden traducir en el incumplimiento de algún pedido.

## 4. JUSTIFICACIÓN

El diseño de investigación que se plantea, está orientado a la línea de investigación del área de operaciones en los sistemas de gestión de inventarios de la Maestría en Gestión Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, debido a que tiene como objetivo principal diseñar un sistema de gestión de materiales que permita minimizar la variación mensual del inventario de proceso en una planta manufacturera de pilas zinc carbón en Guatemala. Es importante que el flujo y utilización de los materiales en los diferentes procesos sea óptima y que refleje de forma certera la información del sistema de gestión para reducir variaciones en los inventarios mensuales de proceso.

La necesidad principal en la realización del trabajo de investigación es reportar variaciones del inventario mensual de proceso que se encuentren dentro del monto presupuestado en el plan operativo anual. Lo anterior se debe a que, al momento previo a la realización del proyecto, se tienen variaciones históricas que sobrepasan las presupuestadas inicialmente, incurriendo en costos innecesarios que perjudican el desempeño financiero de la empresa.

La realización del proyecto es de relevancia, ya que busca contar con un mejor control en la gestión de materiales en proceso. Históricamente se han reportado diferencias entre las existencias físicas y las existencias de sistema en cada inventario mensual de proceso. Estas incongruencias, además de representar un costo relativamente alto, también han causado fallas de comunicación con diferentes departamentos de la empresa que toman decisiones basados en la información del sistema. Esto se debe a que la información muchas veces no refleja la realidad de las existencias físicas. Otro efecto negativo de esta

situación es tener costos ocultos por el alto porcentaje de desperdicio y reproceso que no queda evidenciado.

La motivación del investigador al realizar este proyecto es poner en práctica los conocimientos adquiridos en la Maestría en Gestión Industrial, aportando mejoras que agreguen valor a los procedimientos del inventario mensual de proceso de la empresa en donde se desarrollará. Con estas propuestas se pretende solventar el problema de variaciones entre las existencias físicas y de sistema, logrando minimizar los costos fuera de lo presupuestado.

Los beneficios, al concluir el trabajo de investigación, incluirán poder reportar variaciones de inventario de proceso que se encuentren dentro de lo presupuestado inicialmente en el plan operativo anual, y ahorrar costos que estas puedan causar, principalmente por la pérdida innecesaria de materiales. Además de lo anterior, se tendrá mayor confiabilidad en la información del sistema para que los departamentos interesados puedan hacer uso de la misma, desarrollar los procedimientos que les correspondan y tomar decisiones sin inconvenientes.

La empresa en la cual se desarrollará el trabajo de investigación será la principal beneficiada con la realización del mismo. Específicamente beneficiará a los departamentos de producción y planificación, quienes son los encargados de reportar las variaciones de inventario de proceso. Esto incluye a los gerentes de los respectivos departamentos, y a los auxiliares y supervisores que se encargan del desarrollo de todos los procedimientos relacionados al inventario mensual de proceso. Además de los ya mencionados, beneficiará a los departamentos que toman decisiones y realizan procedimientos con la información de inventarios en sistema, principalmente a los departamentos de compras y logística.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Diseñar un sistema de gestión de materiales para minimizar la variación mensual del inventario de proceso en las líneas de producción de una planta manufacturera de pilas zinc carbón en Guatemala.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Identificar las causas que generan variación, entre las existencias físicas y de sistema de materias primas y semiterminados, en el inventario mensual de proceso.
- Especificar las áreas de oportunidad identificadas en el análisis de las causas que generan variaciones en el inventario mensual de proceso, priorizándolas con la propuesta de su solución.
- Definir el diseño de un sistema que permita optimizar la gestión de materiales y desperdicios en proceso, para minimizar y controlar las variaciones existentes en el inventario mensual.





## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

La necesidad principal en realizar la investigación es reportar variaciones del inventario mensual de proceso que se encuentren dentro del monto presupuestado en el plan operativo anual.

Para este fin, será realizar una investigación tanto cualitativa como cuantitativa, empleando métodos analíticos, numéricos y teóricos, los cuales se mencionan a continuación:

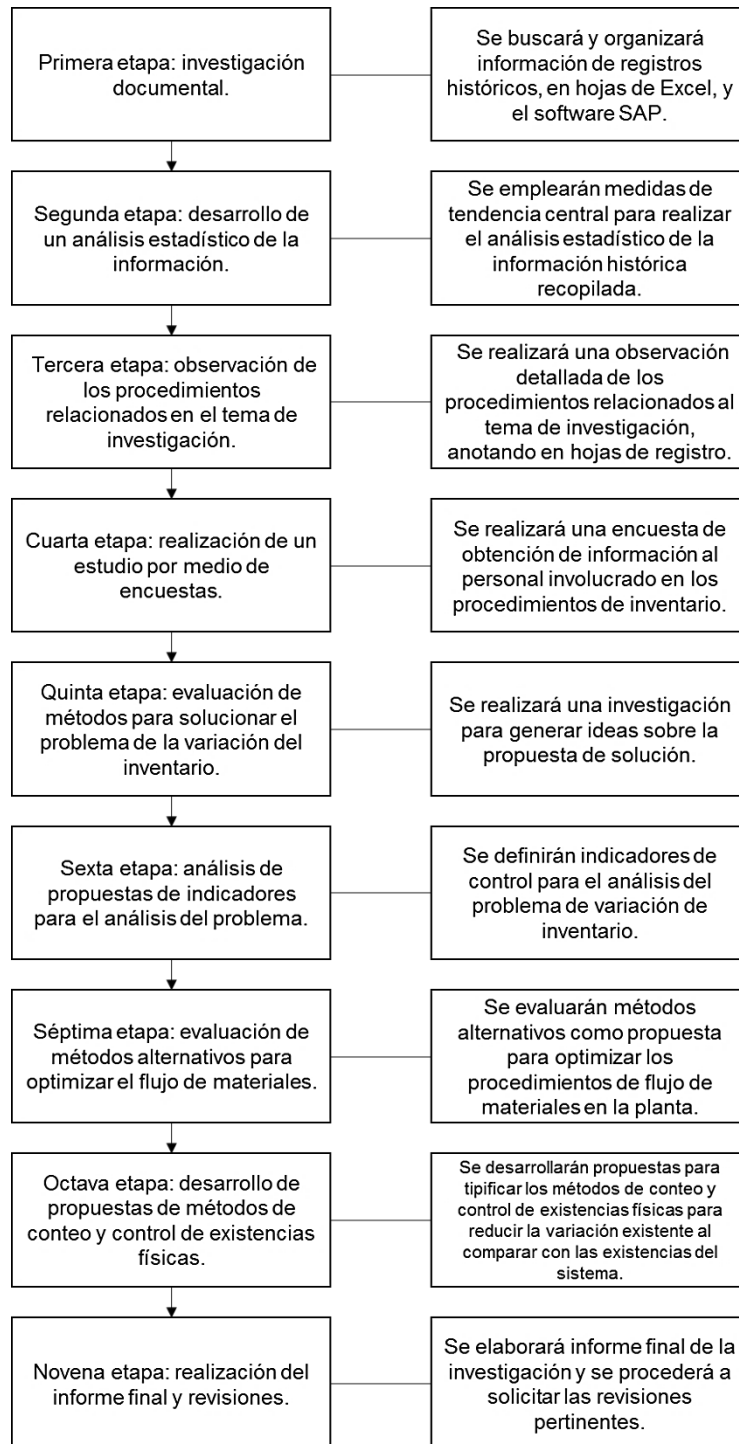
- Métodos analíticos
  - Observación.
  - Encuestas al personal de la empresa.
  
- Métodos numéricos:
  - Análisis estadístico de información histórica.
  
- Métodos teóricos:
  - Búsqueda de teoría y antecedentes relacionados al tema de investigación, utilizando como fuentes trabajos de tesis, artículos, textos, publicaciones, sitios web, entre otros.

### **6.1. Etapas de la investigación**

- Primera etapa. Investigación documental. Recopilación datos históricos en reportes de inventarios pasados e información de la base de datos del software SAP. Se realizará de igual forma búsqueda de teoría relacionada con el tema, teniendo como fuentes: tesis, artículos, textos y sitios web.

- Segunda etapa. Desarrollo de un análisis estadístico de la información histórica recopilada.
- Tercera etapa. Observación detallada de los procedimientos relacionados en el tema de investigación.
- Cuarta etapa. Realización de un estudio por medio de una encuesta con el personal que realiza las tareas relacionadas al inventario mensual de proceso.
- Quinta etapa. Evaluación de métodos para registrar y controlar de forma certera los desperdicios de materiales en los procesos de producción.
- Sexta etapa. Análisis de propuestas de indicadores de inventarios que posibiliten analizar las causas de variación entre existencias físicas y de sistema.
- Séptima etapa. Evaluación de métodos alternativos como propuesta para optimizar los procedimientos de flujo de materiales entre bodegas y procesos para reducir las variaciones existentes en los inventarios.
- Octava etapa. Desarrollo de propuestas para tipificar los métodos de conteo y control de existencias físicas que permitan reducir la variación existente al comparar con las existencias del sistema.
- Novena etapa. Realización del informe final y revisiones.

Figura 1. **Flujograma de las etapas de investigación**



Fuente: elaboración propia.



## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Industria de pilas o acumuladores eléctricos**

La empresa en donde se plantea desarrollar el proyecto, es del sector industrial, específicamente pertenece a la industria manufacturera de pilas o acumuladores eléctricos, también conocidos como baterías. Estos son dispositivos que, básicamente, convierten la energía química almacenada en corriente eléctrica para ser utilizada.

En su investigación, Strunz (2009) afirma que las pilas o baterías permiten al ser humano estar conectado a una corriente en cualquier momento y lugar donde lo requiera, constituyendo lo que se conoce como energía móvil. Igualmente menciona que “en los tiempos modernos, la independencia y la movilidad se consideran atributos indispensables de la vida cotidiana” (p.7).

Complementando lo anterior, González (2010) menciona que las pilas son sistemas electroquímicos que tienen variedad de aplicaciones en las actividades del ser humano. Villaescusa (2017) por su parte, en su investigación comenta que incluso algunas civilizaciones antiguas vislumbraron la necesidad e importancia de acumular energía de alguna forma, y que son hasta ahora la fuente de energía que mejor se adapta a las necesidades de la era tecnológica que vivimos.

#### **7.1.1. Tipos de pilas o acumuladores eléctricos**

Cada tipo de aparato o dispositivo electrónico que utilice pilas como fuente de energía, requiere un tipo de pila que se adapte a sus características de

suministro y de dimensión en cuanto a su tamaño. Las pilas se clasifican básicamente en dos segmentos, las desechables o primarias y las recargables o secundarias. Baterías de Grafeno (2016) en su sitio web, indica que las baterías primarias son de uso único, y luego dejan de ser funcionales por el agotamiento de la reacción química en su interior, por lo tanto, son desechables. Por su parte, mencionan que las baterías secundarias o recargables tienen la ventaja de que pueden ser recargadas para ser utilizadas nuevamente una vez se hayan descargado.

A la vez, cada una de estas dos clasificaciones generales de pilas tienen varios tipos diferentes de ellas. Las principales se describen a continuación:

Principales tipos de pilas desechables o primarias:

- Pilas alcalinas: estos tipos desechables de acumuladores, utilizan como material electrolítico el hidróxido de potasio, y la reacción química que se genera entre el dióxido de manganeso y el zinc para generar corriente eléctrica. Estas pilas presentan gran estabilidad de corriente, en comparación a las pilas zinc carbón, proveyendo de una mayor duración en su carga.
- Pilas zinc carbón: este tipo de batería desechable, como lo menciona Villaescusa (2017) en su investigación:

(...) consta de un envoltorio o recipiente de zinc actuando como ánodo. En su interior se encuentra una pasta húmeda formada por cloruro de amonio y cloruro de zinc, la cual está separada del centro de la pila por una mezcla de polvo de carbón y dióxido de manganeso.

El interior de la pila es una varilla de grafito, que actúa como cátodo.  
(p. 10)

Este tipo de acumuladores son de principal interés, ya que son el tipo de pilas producidas en la empresa en la cual se desarrollará la investigación. Estas pilas, a pesar de no poseer el mismo rendimiento que una pila alcalina, son de menor costo y de desempeño aceptable para variedad de aplicaciones.

Tipos de pilas recargables o secundarias:

- Pilas de ácido plomo: este tipo de pilas son las más utilizadas en vehículos, motocicletas y otros medios de transporte.
- Pilas níquel: estas pilas son utilizadas ampliamente en la industria, en maquinaria. Son de bajo costo, pero igualmente un bajo rendimiento.
- Pilas de litio: este tipo de pilas son utilizadas en la mayoría de dispositivos electrónicos. Es uno de los tipos de acumuladores con mayor rendimiento, sin mencionar que poseen dimensiones relativamente pequeñas.
- Pilas de grafeno: son pilas de un desarrollo relativamente nuevo, y buscan ser la verdadera apuesta para reemplazar a las baterías de litio y otros tipos.

### **7.1.2. Aplicaciones más comunes de las pilas o acumuladores eléctricos**

Las aplicaciones de las pilas o acumuladores eléctricos son muy diversas, incluyendo: automoción, aplicaciones militares, dispositivos electrónicos, dispositivos médicos, juguetes, relojes, entre otros.



En lo referente a las pilas zinc carbón, Reynoso (2014) en su investigación comenta que, al pasar de los años, y el desarrollo e inclusión de tecnologías cada vez más modernas, el mercado de pilas zinc carbón ha sufrido un decremento en la demanda, reduciendo cada vez más el mercado de este tipo pilas.

## **7.2. Área de operaciones y sistemas de gestión de materiales**

El área de operaciones son todas las actividades que permiten a una empresa alcanzar sus objetivos mediante la gestión y adquisición eficiente de recursos. Básicamente, son estas actividades las que permiten la transformación de insumos o materiales en bienes y servicios que, posteriormente, se ofrecen al mercado. Al emplear las estrategias adecuadas en las actividades del área de operaciones, las empresas pueden obtener ventajas competitivas, y es por ello de especial interés el desarrollar sistemas que permitan administrar de mejor forma estas actividades.

Carro y González (2015) en su investigación afirman que “una efectiva gestión, con un flujo constante de la información, una organización de trabajo adecuada y una estructura que fomente la participación, son instrumentos imprescindibles para que las operaciones hagan su trabajo” (p.1).

La administración de operaciones es decisiva en cada empresa, ya que es por medio de una correcta gestión de personal, materiales, capital e información, que es capaz de lograr que sus procesos sean eficientes, agregando valor a los productos o servicios que serán ofrecidos a los clientes y produciendo rendimiento a la empresa y sus inversionistas.

Dentro de la gestión de las operaciones figuran los sistemas de gestión de inventarios, los cuales son el tema de interés para la investigación que se

desarrolla en este trabajo. Estos sistemas de gestión se utilizan para administrar los materiales, desde su compra por medio de los inventarios de materias primas, su paso por ser productos en proceso, hasta ser transformados en productos terminados que pueden ser vendidos al cliente.

La precisión de los registros es un punto crítico en producción y en los sistemas de gestión de inventarios. La empresa puede tomar decisiones acerca de su planificación, producción y ventas, únicamente cuando pueda determinar con exactitud lo que tiene a su disposición para realizar estas actividades.

Los registros de inventarios son verificados mediante conteos físicos de los materiales, ya sean materias primas o semiterminados, que formen parte del proceso en las diferentes líneas de producción. Como lo menciona Mata (2014) en su investigación, “con los procedimientos de los conteos físicos, se cuentan los artículos, se verifican los registros y las inexactitudes y se toma una acción correctiva” (p. 87).

Los factores variables de flujo de producción, como lo son la maquinaria, el personal, los espacios físicos de la planta de producción, las diferentes materias primas, los procesos, entre otros, generan inventarios de productos en proceso, lo cual demanda un elevado control de las diferentes actividades en producción.

El escaso control de los factores variables en los procesos de producción en la empresa en cuestión, previo a la realización de la investigación, es la razón para el desarrollo del diseño de un sistema de gestión de materiales para minimizar la variación mensual del inventario de proceso de la planta manufacturera de pilas zinc carbón. Con lo anterior se espera poder administrar el flujo físico de materiales en los distintos departamentos de producción de forma eficiente y certera.

### **7.3. Departamento de producción y planificación como unidad de análisis**

En la empresa en la cual se realizará la investigación, los departamentos de producción y planificación tienen a su cargo desarrollar las diferentes actividades necesarias en el inventario mensual de proceso. Posteriormente se traslada el reporte final al departamento de contabilidad, quien realiza los ajustes de sistema correspondientes y da seguimiento a los procesos contables.

Briones (2016) en su investigación considera que la producción es la creación de bienes o servicios como resultado del proceso de transformación y agregación de valor a partir de insumos. Por lo tanto, podríamos definir al departamento de producción como el conjunto de recursos, tanto humanos como no humanos, involucrados en las actividades para la obtención de bienes y servicios. Por su parte, el departamento de planificación, es el encargado de prever y asignar los recursos y plazos para llevar a cabo las actividades de producción.

El inventario de proceso en la empresa se realiza de forma mensual. Este procedimiento consiste en la verificación de las existencias físicas y las existencias en sistema de los materiales, ya sean materias primas o productos semiterminados. Es decir, se consideran todos los materiales que han sido trasladados de las bodegas de materia prima a las líneas de producción, que están en el proceso y que no han concluido transformación en producto terminado. La verificación se realiza por medio de un conteo físico y la comparación con la información que se encuentra en el software de gestión, en este caso el sistema SAP.

Este procedimiento se lleva a cabo por los supervisores de producción y los asistentes de planificación y producción. Los supervisores de producción son quienes realizan el conteo físico de los materiales en proceso de sus respectivos departamentos. Por su parte, los asistentes de planificación y producción son encargados de realizar la comparación de los conteos físicos de los supervisores y la información en SAP. El procedimiento de comparación con el sistema involucra varias actividades, las cuales toman alrededor de cuatro días laborales en llevarse a cabo hasta presentar el reporte final.

El reporte final del inventario de proceso es la presentación del resultado del mismo, es decir, la variación total y detallada que existió entre las unidades físicas y las unidades en sistema de los materiales en proceso. En un sistema ideal, esta variación debería ser lo más aproximado a cero, ya que representa una pérdida monetaria que afecta el rendimiento financiero de la empresa. El reporte final del inventario de proceso siempre ha reflejado variaciones negativas, es decir, que el inventario de las existencias físicas es menor al de las existencias en sistema.

Debido a que se asume que es prácticamente imposible que el sistema de la producción sea ideal, cada año fiscal se asigna un presupuesto destinado a estas variaciones, bajo un margen permitido para que la empresa sea eficiente financieramente. El problema al que se plantea dar solución es tal que, en casi la totalidad de las ocasiones, se ha sobrepasado el presupuesto que se destinó para cubrir las variaciones del inventario de proceso en el plan operativo anual.

Las razones por las cuales se generan las variaciones son diversas, e incluyen: la recepción de materias primas en bodega, el traslado de materiales de la bodega a las diferentes líneas de producción, el proceso de producción como tal, el desperdicio de materiales generado en los procesos por maquinaria

u operación, una incorrecta elaboración de reporte de producción, un mal registro en el sistema, un conteo inexacto, entre otras razones.

Son, por lo tanto, los departamentos de producción y planificación, los responsables de identificar y corregir deficiencias en la utilización de los materiales, pero principalmente de gestionar de forma responsable y eficiente el flujo de los mismos en los diferentes procesos.

## **8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO**

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Industria de pilas o acumuladores eléctricos

1.1.1 Tipos de pilas o acumuladores eléctricos

1.1.2 Aplicaciones más comunes de las pilas o acumuladores eléctricos

1.2 Área de Operaciones y sistemas de gestión de materiales

1.3 Departamento de producción y planificación como unidad de análisis

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS



## **9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

A continuación, se detalla la metodología de la investigación, en donde se describe el enfoque, el diseño, el tipo de estudio, el alcance y resultados esperados, las variables de la investigación y fases del desarrollo del trabajo.

### **9.1. Enfoque de la investigación**

El estudio tiene un enfoque mixto, es cualitativo y cuantitativo. Es cualitativo porque se establecerán suposiciones como consecuencia de la observación y evaluación realizada. Dicha evaluación se realizará por medio de la recopilación de información y la búsqueda de teoría relacionada a la problemática planteada. Por otra parte, el estudio es cuantitativo porque el objeto de estudio es variable, cuantificable y será medido para poder demostrar el grado en que las suposiciones de investigación tienen un fundamento.

### **9.2. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es de carácter no experimental, ya que la información se obtendrá por medio de una investigación documental de campo, basada en la observación del fenómeno objeto de la misma, y como se desarrolla en su contexto natural, para posteriormente ser analizado con la información obtenida.

### **9.3. Tipo de estudio**

Es un estudio de tipo descriptivo ya que se evaluarán y analizarán los procedimientos que son parte del inventario de proceso, por medio de



información histórica con la cual se cuenta, para descubrir la posible relación de las variables de investigación. Esta información se obtendrá de reportes de producción y bodega, así como del software SAP. También es un estudio explicativo ya que se busca identificar las razones o causas que ocasionan las variaciones entre las existencias físicas y de sistema del inventario mensual de proceso. Por último, es un estudio de tipo transversal, ya que se analizará información recopilada en un periodo sobre una población predefinida, teniendo el estudio una fecha de inicio y una de finalización.

#### **9.4. Alcance de la investigación**

El alcance de la investigación es de carácter descriptivo, ya que pretende describir el fenómeno de la variación mensual del inventario de proceso en una planta manufacturera de pilas zinc carbón en Guatemala, especificando sus características y rasgos más importantes. Lo anterior, iniciando con una investigación documental para recopilar información, la cual será organizada, analizada y presentada. Luego se identificarán y describirán las variables y posibles causas de la problemática planteada, para así poder realizar el diseño de un sistema de gestión de materiales que permita reportar variaciones mensuales del inventario de proceso dentro de lo presupuestado en el plan operativo anual.

#### **9.5. Variables e indicadores**

A continuación, se indican las variables, independientes y dependientes, que se utilizarán para el planteamiento de los indicadores que servirán como referencia para medir el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

### **9.5.1. Variables independientes**

- Causas potenciales: número de posibles causas a la variación del inventario mensual de proceso.
- Causas atribuibles: número de causas identificadas que generan variación en el inventario mensual de proceso.
- Existencias físicas de materiales: unidades físicas disponibles al momento del conteo de cierto material en proceso.
- Existencias en sistema de materiales: unidades en sistema disponibles de cierto material en proceso.
- Costo unitario de materiales: es el costo de cada unidad de material.

### **9.5.2. Variables dependientes**

- Porcentaje de causas atribuibles: porcentaje correspondiente a las causas atribuibles relativo a las causas potenciales totales.
- Costo total por material: el resultado del producto del costo unitario y la existencia, ya sea física o de sistema, de determinado material.
- Valor total del inventario físico: sumatoria de los costos totales de cada material físico en proceso.
- Valor total del inventario sistema: sumatoria de los costos totales de cada material en sistema en proceso.
- Variación total: diferencia entre el valor total del inventario físico y el valor total del inventario en sistema.
- Porcentaje de variación: porcentaje correspondiente a la variación sobre el valor total del inventario.

## 9.6. Operativización de variables

La siguiente tabla resume la operativización de variables de la investigación, estableciendo la relación entre las variables, los indicadores y las técnicas o instrumentos que se utilizarán para el cumplimiento de los objetivos.

Tabla I. Operativización de variables

Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicadores	Técnica o instrumento
Identificación de las causas que generan variación en el inventario mensual de proceso.	Independientes Cuantitativas  Dependiente Cuantitativa	$\%Ca = (Ca / Cp) * 100\%$  %Ca: Porcentaje de causas atribuibles Cp: Número de causas potenciales Ca: Número de causas atribuibles	Observación: se estudiarán los procedimientos que se efectúan mensualmente en el inventario de proceso que se llevan a cabo dentro de la planta de manufactura.  Encuestas y entrevistas: se elaborarán encuestas y entrevistas a los supervisores y asistentes que llevan a cabo los procedimientos de inventario mensual de proceso.
Identificación de las áreas de oportunidad en el análisis de las causas que generan variaciones en el inventario mensual de proceso.	Independientes  Cuantitativas  Dependientes  Cuantitativas	$CTFn = EFn * Cun$ $CTS_n = ES_n * Cun$  $CTIF = CTF1 + CTF2 + \dots + CTF_n$ $CTIS = CTS1 + CTS2 + \dots + CTS_n$  CTFn: Costo total por material físico CTS <sub>n</sub> : Costo total por material sistema CTIF: Valor total del inventario físico CTIS: Valor total del inventario sistema E <sub>fn</sub> : Existencia física E <sub>sn</sub> : Existencia en sistema C <sub>un</sub> : Costo unitario	Reportes: se obtendrá información de reportes de producción y bodega, de los últimos 5 años.  Registros históricos: se obtendrá y analizará información histórica del software SAP, de los últimos 5 años.
Diseño del sistema para optimizar la gestión de materiales para minimizar y controlar las variaciones en el inventario mensual de proceso.	Dependientes  Cuantitativas	$VT = CTIF - CTIS$  $\%V = VT / CTIS$  VT: Variación total %V: Porcentaje de variación	Verificación de información en sistema: se obtendrá y analizará información que se obtenga del software SAP, de forma mensual en cada proceso de inventario.

Fuente: elaboración propia.

## **9.7. Fases de la investigación**

Para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados, es necesario llevar a cabo las siguientes fases:

Fase 1: en esta primera fase se realizará una investigación documental. Se hará una recopilación de datos históricos en reportes de inventarios pasados e información de la base de datos del software SAP. Además, se hará una búsqueda de teoría y antecedentes relacionados al tema de investigación para sustentar la práctica.

Fase 2: luego de obtener y organizar la información por medio de la investigación documental y los resultados de la encuesta, se efectuará el respectivo análisis de los mismos, para deducir las causas que generan variación en el inventario mensual de proceso. Se tomará información de los últimos 5 años de registro. La información se organizará y presentará por medio de tablas, gráficas y diagramas para posteriormente ser discutida y así describir los fenómenos relacionados a las variaciones en los inventarios mensuales de proceso.

Fase 3: se estudiarán las áreas de oportunidad identificadas en el análisis de las causas que provocan variación mensual del inventario de proceso entre las existencias físicas y las de sistema. De esta forma se procederá a sugerir el diseño de un sistema que permita optimizar la gestión de materiales y desperdicios en proceso, para minimizar y controlar las variaciones existentes en el inventario mensual.

Fase 4: al concluir los resultados del análisis anterior, se elaborará la propuesta para diseñar un sistema de gestión de materiales que permita

minimizar la variación mensual del inventario de proceso en una planta manufacturera de pilas zinc carbón en Guatemala, con el objetivo que sea reportada dentro de las variaciones presupuestadas inicialmente en el plan operativo anual.

### 9.8. Población y muestra

Se efectuará una encuesta y entrevista a los supervisores y asistentes encargados de llevar a cabo los diferentes procedimientos relacionados al inventario mensual de proceso. Adicional a esto, se hará un recorrido en las diferentes áreas de almacenaje de materiales y en las diferentes líneas de producción en donde se transforma la materia prima en productos semiterminados. El objetivo de lo anterior es determinar las causas que generan la variación entre las existencias físicas y de sistema en el inventario de proceso.

La encuesta se realizará en una población finita, por lo tanto, para determinar el tamaño de la muestra a evaluar, se hará uso de la ecuación:

$$\text{Ecuación No. 1} \quad n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{E^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población o universo

Z: nivel de confianza

E: error de estimación máximo aceptado

p: probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q: (1-p): probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Teniendo como nivel de confianza un 99 % y un error del 1 %, para una población total de 10 personas.

Tabla II. **Cálculo de la muestra poblacional**

Indicador	Servicios	¿Qué mide?
Tamaño de una muestra conociendo la población	Supervisores y asistentes	El tamaño de muestra necesario para que sea significativa y pueda validar la investigación.
$n = \frac{10 * 0.99^2 * 0.50 * 0.50}{0.01^2 * (10 - 1) + 0.99^2 * 0.50 * 0.50} = 9.96 \cong 10 \text{ personas}$		

Fuente: elaboración propia.

Después de haber calculado la muestra poblacional, se obtuvo que se debe entrevistar al total de la población, es decir a las 10 personas (6 supervisores y 4 asistentes), lo cual es factible dado que es una población reducida.

### 9.9. Técnicas metodológicas

Con el fin de recopilar la información necesaria para desarrollar la investigación, se emplearán las siguientes técnicas:

- Observación: se estudiarán los procedimientos que se efectúan mensualmente en el inventario de proceso que se llevan a cabo dentro de la planta de manufactura.
- Encuestas y entrevistas: se elaborarán encuestas y entrevistas a los supervisores y asistentes que llevan a cabo los procedimientos de inventario mensual de proceso.

- Consulta de reportes e información histórica: se obtendrá información de reportes de producción y bodega. Se obtendrá y analizará información histórica del software SAP.
- Investigación documental: con el objetivo de sustentar una base teórica que respalde el trabajo de investigación, se propone realizar búsqueda de teoría y antecedentes relacionados al tema de investigación, utilizando como fuentes trabajos de tesis, artículos, textos, publicaciones, sitios web, entre otros.

#### **9.10. Resultados esperados**

Al concluir el desarrollo del trabajo de investigación, se espera poder dar una solución factible a la problemática planteada. Esto al poder reportar variaciones mensuales del inventario de proceso que se apeguen al plan operativo anual, y tener certeza en la información del sistema de gestión virtual, para que todos los departamentos que hacen uso de la misma puedan desarrollar sus diferentes procedimientos y tomar decisiones de forma precisa. Por último, se busca tener un proceso más ágil en el desarrollo de las diferentes actividades relacionadas al procedimiento mensual del inventario de proceso.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

A continuación, se describen las técnicas que se propone emplear para el analizar la información obtenida en el desarrollo del trabajo de investigación.

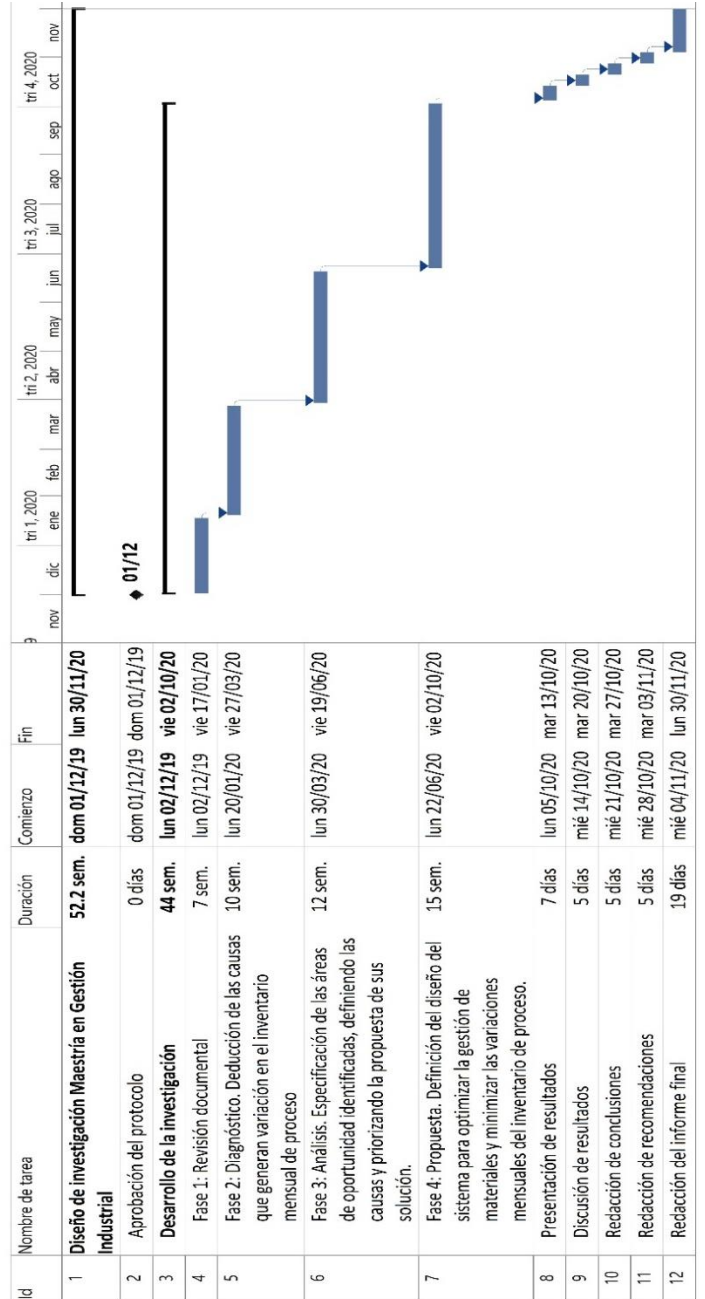
- Estadística descriptiva: se propone hacer uso de las técnicas de análisis estadístico para organizar, presentar y describir los datos obtenidos previamente de los reportes e información histórica. Principalmente, se hará uso de las medidas de tendencia central, se utilizará la media aritmética y la desviación estándar para analizar los datos de variaciones, y así poder identificar fenómenos que sean de interés para el estudio.
- Elementos gráficos de datos: se elaborarán componentes gráficos para el manejo espacial de la información obtenida. Se propone usar:
  - Gráficos de líneas: se utilizará esta herramienta para representar los datos en una serie de tiempo, como las variaciones a través de los meses del año, y como estas han ido fluctuando.
  - Diagramas de Pareto: se empleará en el análisis de las causas que provocan la variación en el inventario, a fin de identificar las causas más representativas y así priorizar su solución.





# 11. CRONOGRAMA

Figura 2. Cronograma de la investigación



Fuente: elaboración propia.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Considerando que se cuenta con los recursos necesarios para desarrollar cada fase del proyecto, el trabajo de investigación es factible y es posible cumplir los objetivos planteados. La empresa en donde se desarrollará proyecto autoriza la realización del mismo, proporcionando los recursos y la documentación necesaria que será útil en el proceso. Los recursos se detallan a continuación:

- Humanos: personal de la empresa del departamento de producción y planificación involucrado en los procedimientos mensuales de inventario.
- Tecnológicos: sistemas y software de gestión utilizados en la empresa. Principalmente Microsoft Excel y SAP.
- Información: acceso a información histórica y reportes, bajo derechos de propiedad de la empresa.
- Equipo: equipos de cómputo personal y de la empresa, mobiliario de la empresa, instrumentos de oficina.
- Infraestructura: espacio físico dentro de la empresa para realizar la investigación.
- Financiero: los gastos en los que se incurra en la realización del proyecto de investigación serán aportados por la empresa o por el investigador cuando corresponda.

Tabla III. **Costos de la investigación**

No.	Recurso	Descripción	Monto	Porcentaje
1	Humano	Inversión de tiempo y cursos de maestría	Q 2,700.00	53 %
2	Humano	Asesor de campo de trabajo de investigación	Q 1,000.00	20 %
3	Sistemas de información	Obtención de información	Q 150.00	3%
4	Software	Licencias de programas	Q 500.00	10 %
5	Impresiones	Impresiones del trabajo y otros	Q 250.00	5 %
6	Material de oficina	Papelería y útiles de oficina	Q 150.00	3 %
7	Otros	Imprevistos	Q 300.00	6 %
<b>Total</b>			<b>Q 5,050.00</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

La totalidad del presupuesto correrá por cuenta del investigador, siempre y cuando proceda.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Briones, C. (2016). *Planeamiento, control y programación de la producción en fábrica de huellas de calzado para niños en la localidad de Trujillo*. (Tesis de Maestría en Gerencia de Operaciones). Universidad Nacional de Trujillo. Perú. Recuperado de: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4421>.
2. Carro, R. y González, D. (2015). *Administración de las Operaciones: actividades para el aprendizaje*. Mar de Plata, Argentina: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Recuperado de: <http://nulan.mdp.edu.ar/2265/1/carro.gonzalez.2015.pdf>.
3. Cruz, W. y Medina, E. (2013). *Organización y control de un almacén de materiales para uso docencia en los Laboratorios Farmacéuticos Zaragoza*. (Tesis de Licenciatura Química Farmacéutico Biológica). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. Recuperado de: [https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis\\_cruz\\_barreras.pdf](https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis_cruz_barreras.pdf)
4. Colin, J. (2014). *Contabilidad de Costos*. México, D.F.: McGraw Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
5. González, R. (2010). *Análisis de componentes químicos de pilas de desecho*. Enlace Químico Universidad de Guanajuato, 2 (7), pp. 55-59.

6. Grafeno Baterías (2016). *Tipos de baterías*. Recuperado de: <https://bateriasdegrafenopara.com/tipos-de-baterias/>
7. Izaguirre, E. (2007). *Estudio, análisis y propuesta para reducir el desperdicio de pilas zinc carbón en Rayovac Spectrum Brands*. (Tesis de Licenciatura en Ingeniería Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
8. Mora, L. (2008). *Indicadores de la gestión logística., KPI, los indicadores clave del desempeño logístico*. Bogotá, Colombia: ECOE Ediciones.
9. Pico, J. (2008). *Productividad de los procesos de reducción directa de la región Guayana*. (Tesis de Maestría en Gerencia, Mención Operaciones y Producción). Universidad Nacional Experimental de Guayana. Ciudad Guayana, Venezuela. Recuperado de: <https://docplayer.es/25586689-Productividad-de-los-procesos-de-reduccion-directa-de-la-region-guayana.html>
10. Ponce, M. (2014). *Impacto de los indicadores de control de inventarios en la cadena de suministro*. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13370/ARTICULO%20CIENT%20CDFICO.%20MILTHON%20PONCE%20.pdf?sequence=1>
11. Reynoso, S. (2014). *Diseño de investigación en la implementación de un sistema MRP II para mejorar el control de inventarios y minimizar sus costos en Rayovac Guatemala, S. A.* (Tesis de Licenciatura en

Ingeniería Industrial). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

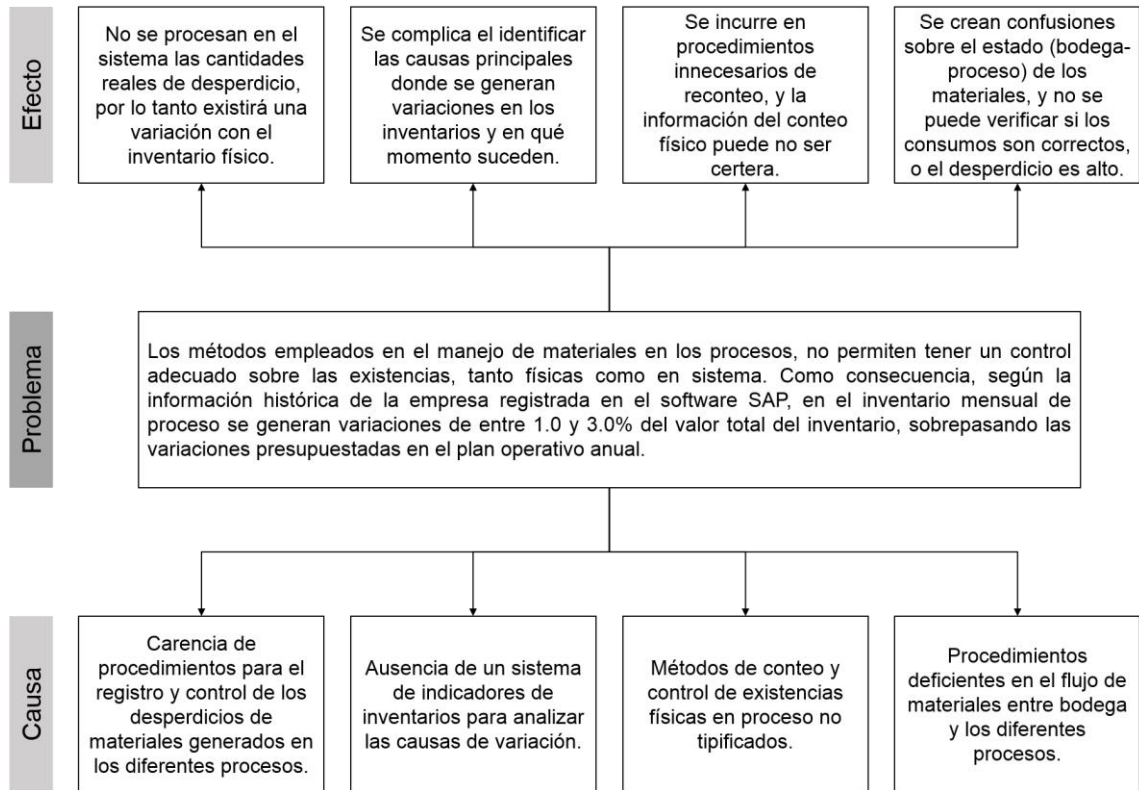
12. Sarez, T. (2015). *Control de inventarios y su incidencia en el proceso contable de la empresa agroindustrial Roosle S.A. de la Ciudad de Machala periodo comprendido desde julio a diciembre del 2012.* (Tesis de Licenciatura en Auditoría y Contabilidad). Universidad Técnica de Machala. Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/4326/1/TMUA-CE-2015-MCA-CD00003.pdf>
13. Solsol, E. (2017). *Análisis de la gestión de inventarios de la empresa Creazioni, S.A. de la Ciudad de Iquitos.* (Tesis de Maestría en Gestión Empresarial). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Ciudad de Iquitos, Perú. Recuperado de: [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5446/Edgar\\_Tesis\\_Maestria\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5446/Edgar_Tesis_Maestria_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
14. Strunz, M. (2009). *Pilas: mitos y realidades.* (Tesis de Licenciatura en Ingeniería Industrial). Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/543/S927%20-%20Pilas%20mitos%20y%20realidades.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Villaescusa, R. (2017). *Análisis de la composición de ánodos de zinc para una descarga eficiente en baterías de Zn-aire.* (Tesis de Licenciatura en Ingeniería Industrial). Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia. Recuperado de:



<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/6933/tfg-vil-ana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. Árbol del problema





Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Matriz de coherencia

Objetivo	Variables	Tipo de variable	Indicadores	Técnicas	Plan de trabajo
Deducir las causas que generan variación, entre las existencias físicas y de sistema de materias primas y semiterminados, en el inventario mensual de proceso.	Cp=Número de causas potenciales Ca= Número de causas atribuibles  %Ca= Porcentaje de causas atribuibles	Independientes Cuantitativas  Dependiente Cuantitativa	$%Ca = (Ca / Cp) * 100\%$	Observación: se estudiarán los procedimientos que se efectúan mensualmente en el inventario de proceso que se llevan a cabo dentro de la planta de manufactura.  Encuestas y entrevistas: se elaborarán encuestas y entrevistas a los supervisores y asistentes que llevan a cabo los procedimientos de inventario mensual de proceso.	Basado en la observación y los resultados de las encuestas y entrevistas, se procederá a organizar la información y utilizar las medidas de tendencia central moda y mediana, así como los diagramas de Pareto para identificar las causas atribuibles a la variación mensual del inventario de proceso.
Especificar las áreas de oportunidad identificadas en el análisis de las causas que generan variaciones en el inventario mensual de proceso, definiendo las causas principales y priorizando la propuesta de su solución.	EFn=Existencia física ESn=Existencia en sistema CUn=Costo unitario  CTFn=Costo total por material físico CTSn=Costo total por material sistema CTIF=Valor total del inventario físico CTIS=Valor total del inventario sistema	Independientes Cuantitativas  Dependientes Cuantitativas	CTFn=EFn*Cun  CTSn=ESn*Cun  CTIF=CTF1+CTF2+....+CTFn  CTIS=CTS1+CTS2+....+CTS n	Reportes: se obtendrá información de reportes de producción y bodega.  Registros históricos: se obtendrá y analizará información histórica del software SAP.	Con la información obtenida en los reportes y registros históricos, se utilizarán las medidas de tendencia central media aritmética y desviación estándar para identificar las tendencias de las variaciones a lo largo del tiempo. De igual forma se utilizarán gráficas de líneas para plasmar gráficamente dicha tendencia.
Definir el diseño de un sistema que permita optimizar la gestión de materiales y desperdicios en proceso, para minimizar y controlar las variaciones existentes en el inventario mensual.	VT=Variación total  %V=Porcentaje de variación	Dependientes Cuantitativas	VT=CTIF-CTIS  $%V = VT / CTIS$	Verificación de información en sistema: se obtendrá y analizará información software SAP.	Para la realización de los documentos de control del sistema de gestión se emplearán los softwares Microsoft Excel y SAP. Igualmente se emplearán medidas de tendencia central media aritmética y desviación estándar y operaciones aritméticas para la obtención de resultados.

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. Instrumentos de toma y registro de datos

	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA-USAC</b>  <b>ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES CAUSAS DE VARIACIÓN EN EL INVENTARIO MENSUAL DE PROCESO</b>					
<p><b>Instrucciones.</b> Maque con una X la respuesta que seleccione.</p>							
1. Puesto que ocupa dentro de la empresa:							
<input type="checkbox"/>	Asistente	<input type="checkbox"/>	Supervisor	<input type="checkbox"/>	Gerente		
2. ¿Conoce cuáles son los materiales que representan mayor valor en el inventario?							
<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	No				
3. ¿Considera que los métodos actuales para reportar desperdicios son certeros y reflejan la realidad?							
<input type="checkbox"/>	Sí	<input type="checkbox"/>	No				
4. ¿Cuál cree usted que puede ser la principal causa de variación en los inventarios de proceso?							
<input type="checkbox"/>	Errores en reportes	<input type="checkbox"/>	Traspasos de bodega	<input type="checkbox"/>	Mal conteo	<input type="checkbox"/>	Otros
5. Si su respuesta anterior fue “Otros”, especifique:							
			<hr/>				
			<hr/>				

Fuente: elaboración propia.