



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
PRODUCCIÓN BASADO EN EL ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR QUE CONTRIBUYA
A LA SOSTENIBILIDAD DE LOS COSTOS COMPETITIVOS EN UNA EMPRESA
FORMULADORA Y ENVASADORA DE AGROQUÍMICOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE
AMATITLÁN EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Flor de María Romero Sánchez

Asesorado por M.A. Ing. Erick Fernando Velásquez Tobar

Guatemala, septiembre 2023.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN BASADO EN EL ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR QUE CONTRIBUYA A LA SOSTENIBILIDAD DE LOS COSTOS COMPETITIVOS EN UNA EMPRESA FORMULADORA Y ENVASADORA DE AGROQUÍMICOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FLOR DE MARÍA ROMERO SÁNCHEZ

ASESORADO POR M. A. ING. ERICK FERNANDO VELÁSQUEZ TOBAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2023.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO A. I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO A. I.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Jorge Emilio Godínez Lémus
EXAMINADOR	Inga. Cinthya Patricia Ortiz Quiroa
EXAMINADOR	Inga. Dinna Lissette Estrada Moreira de Rossal
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 PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN BASADO EN EL ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR QUE CONTRIBUYA A LA SOSTENIBILIDAD DE LOS COSTOS COMPETITIVOS EN UNA EMPRESA FORMULADORA Y ENVASADORA DE AGROQUÍMICOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado Maestría en Gestión Industrial, con fecha 11 de noviembre 2022.



Flor de María Romero Sánchez.



EEPM-1919-2022

Guatemala, 11 de noviembre de 2022

Director
Williams G. Álvarez Mejía
Escuela De Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ing. Álvarez

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN BASADO EN EL ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR QUE CONTRIBUYA A LA SOSTENIBILIDAD DE LOS COSTOS COMPETITIVOS EN UNA EMPRESA FORMULADORA Y ENVASADORA DE AGROQUÍMICOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Logística integral**, presentado por la estudiante **Flor De Romero Sanchez** carné número **201700400**, 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 Maestría en ARTES en Gestion 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 Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Erick Fernando Velásquez Tobar
Ingeniero Industrial
Colegiado 15401

Mtro. Erick Fernando Velásquez Tobar
Asesor(a)



Mtro. Hugo Humberto Rivera Perez
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP.EIQ.1564.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica 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: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN BASADO EN EL ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR QUE CONTRIBUYA A LA SOSTENIBILIDAD DE LOS COSTOS COMPETITIVOS EN UNA EMPRESA FORMULADORA Y ENVASADORA DE AGROQUÍMICOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**, presentado por el estudiante universitario **Flor De Romero Sanchez**, 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

Mtro. Williams Guillermo Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, noviembre de 2022

El Decano 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 Química, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN BASADO EN EL ANÁLISIS DE LA CADENA DE VALOR QUE CONTRIBUYA A LA SOSTENIBILIDAD DE LOS COSTOS COMPETITIVOS EN UNA EMPRESA FORMULADORA Y ENVASADORA DE AGROQUÍMICOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE AMATITLÁN EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.**, presentado por: **Flor De Maria Romero Sanchez** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, septiembre de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 73 CUI: 3021920770101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por acompañarme hasta el día de hoy, sus constantes bendiciones y permitirme haber llegado a este importante momento de mi vida profesional.

Mis padres

Fernando Romero y Dora Sánchez por su apoyo y amor incondicional, ser mi sostén todos estos años, por el esfuerzo realizado para darme lo necesario en mi época como estudiante, este logro también es de ustedes. Gracias a ustedes he logrado convertirme en lo que soy hoy. Los amo infinitamente.

Mis hermanos

María Fernanda Romero, Jennyfer y Oscar Arana Sánchez, por su cariño y apoyo a lo largo de mi carrera. Por sus palabras de aliento y siempre estar y acompañarme en cada una de mis metas.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	<i>Mi alma máter</i> , por darme los mejores años de mi vida y darme la oportunidad de desarrollarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por ser mi sede, donde adquirí los conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional. Por ser mi segundo hogar.
Mi familia	Gracias por siempre estar presentes, por acompañarme a lo largo de este sueño. Por ser mi sostén incondicional.
Mis amigos	Karen Monterroso, Victor Osorio, Sergio Sola, Raúl Ruano. Por ser parte de este sueño, esta meta en conjunto, por todos los momentos vividos y los recuerdos que me llevo en el corazón.
Lic. Hugo Solorzano	Por su apoyo, por la mentoría, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi desarrollo como profesional.
M.A. Erick Velásquez	Por ser parte fundamental de este trabajo, por su paciencia y apoyo a lo largo del desarrollo de este trabajo de investigación

José Antonio De León

Por tu apoyo incondicional de inicio a fin

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
ÍNDICE DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Contexto general	7
3.2. Descripción del problema	8
3.3. Formulación del problema	10
3.3.1. Pregunta central	10
3.3.2. Preguntas Auxiliares	10
3.4. Delimitación del problema	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General	15
5.2. Específicos	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	17
6.1. Etapas de investigación	18

7.	MARCO TEÓRICO	21
7.1.	Cadena de valor	21
7.2.	<i>Lean Manufacturing</i> (Manufactura Esbelta)	21
7.2.1.	Pensamiento esbelto	23
7.2.2.	Pensamiento esbelto y sus cinco principios	23
7.2.3.	Los siete desperdicios	24
7.2.3.1.	Sobreproducción	24
7.2.3.2.	Tiempo de espera	25
7.2.3.3.	Transportes innecesarios	25
7.2.3.4.	Sobre procesamiento	25
7.2.3.5.	Inventario.....	25
7.2.3.6.	Movimientos	26
7.2.3.7.	Defectos	26
7.3.	Mapeo de la cadena de valor	26
7.3.1.	<i>Value Stream Map</i> (VSM).....	27
7.3.1.1.	Tiempo de procesamiento (PT)	28
7.3.1.2.	Tiempo de paro (DT)	28
7.3.1.3.	Tiempo de ciclo (CT)	28
7.3.1.4.	Rendimiento de proceso (% C/A)	28
7.3.1.5.	Tiempo <i>Takt</i> (TT).....	28
7.3.1.6.	Tiempo de espera (LT)	29
7.3.1.7.	Tiempo de entrega (LT).....	29
7.3.1.8.	Rendimiento del sistema (RTY).....	29
7.3.2.	Mapa de proceso.....	30
7.3.3.	Matriz de esfuerzo e impacto	30
7.3.3.1.	Cuadrante uno: Ganancia rápida	30
7.3.3.2.	Cuadrante dos: Oportunidad	30
7.3.3.3.	Cuadrante tres: Actividades menores...	31

	7.3.3.4.	Cuadrante cuatro: Acciones por descartar.....	31
7.4.		Mejora continua (<i>Kaizen</i>).....	31
	7.4.1.	Los cinco pasos del Kaizen	31
7.5.		Análisis económico.....	32
	7.5.1.	Valor actual neto (VAN)	33
	7.5.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	33
	7.5.3.	Relación beneficio costo (B/C).....	33
	7.5.4.	Costos de manufactura.....	33
	7.5.5.	Materiales directos.....	34
	7.5.6.	Materiales indirectos.....	34
	7.5.7.	Mano de obra.....	34
		7.5.7.1. Mano de obra directa	34
		7.5.7.2. Mano de obra indirecta	34
	7.5.8.	Costos indirectos de fabricación	35
8.		PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	37
9.		METODOLOGÍA.....	41
	9.1.	Características del estudio	41
		9.1.1. Enfoque	41
		9.1.2. Alcance.....	41
		9.1.3. Diseño	42
	9.2.	Unidad de análisis	42
	9.3.	Variables.....	42
	9.4.	Fases.....	43
		9.4.1. Fase 1: Definición del problema	43
		9.4.2. Fase 2: Medición del estado actual	44

9.4.3.	Fase 3: Análisis del estado actual y evaluación los resultados	44
9.4.4.	Fase 4: Implementación de los proyectos propuestos	45
9.4.5.	Fase 5: Control y continuación de los proyectos	45
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	47
11.	CRONOGRAMA	49
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	51
	REFERENCIAS	53
	APÉNDICES	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1 Esquema de solución.....	20
Figura 2 Herramientas <i>Lean Manufacturing</i>	22
Figura 3 Diagrama del <i>Value Stream Mapping</i>	27
Figura 4 Metodología 5´s	32
Figura 5 Cronograma de desarrollo de la investigación	49

TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables	42
Tabla 2 Presupuesto de la elaboración de la investigación	51

ÍNDICE DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Área de oportunidad
	Cliente/Proveedor
	Flecha de empuje (<i>Push</i>)
	Información electrónica
	Información física
	Inventario
%	Porcentaje
Q	Quetzales



Proceso



Tabla de datos



Transporte



Segmento de la escala de tiempo

GLOSARIO

Abastecimiento	Se define como la acción de económica que tiene como objetivo cubrir las necesidades dentro de una empresa.
Agroquímicos	Es un concentrado de productos químicos utilizados por los humanos con el objetivo de optimizar el rendimiento para la explotación agrícola.
Beneficio - Costo	Por sus siglas en inglés (B/C), <i>Benefit Cost</i>
Bien a la primera	Por sus siglas in inglés <i>Right at First Time</i> (RFT). Se define como el porcentaje en el cual los requerimientos del cliente (Interno/Externo) son alcanzados en el proceso.
Calidad	Es la capacidad que tiene un bien, producto o servicio de satisfacer las necesidades implícitas o explícitas según un parámetro, un cumplimiento de requisitos de cualidad.
Costos	Se define como todas aquellas inversiones necesarias para la producción del bien o servicio, como son: la mano de obra, las materias primas.

COVID-19	Enfermedad respiratoria muy contagiosa causada por el virus SARS-CoV-2. Se piensa que este virus se transmite de una persona a otra, en las gotitas que se dispersan cuando la persona infectada tose, estornuda o habla.
Estandarización	Proceso que consiste en ajustar o adaptar características en un producto, servicio o procedimiento, con el objetivo de que éstos se asemejen a un tipo, modelo o norma en común.
Gastos	Es un egreso de dinero que tiene una empresa o persona que debe de pagar para adquirir un bien o servicio.
Inventario	Registro detallado, ordenado y valorado de los bienes, que componen el patrimonio de una empresa.
Kaizen	Palabra de origen japonés compuesta por dos vocablos: kai que significa cambio, y zen que expresa para algo mejor, y de este modo significa mejoras continuas.
Macroeconomía	Estudio de las variables económicas agregadas, para la comprensión del funcionamiento global de la economía como conjunto integrado, para así poder explicar la evolución de los agregados económicos.

Mano de obra	Tiene como definición el esfuerzo físico y mental que es empleado por el personal de manufactura para la elaboración de un producto o servicio.
Manufactura Esbelta	Es una herramienta de manufactura estratégica de producción, está compuesta por herramientas administrativa cuya finalidad es eliminar todas las acciones dentro del proceso productivo que no agreguen valor al producto.
Mapa de proceso	Es una herramienta que permite representar los procesos y relaciones que estos tienen entre ellos. Permite que la comprensión del sistema sea más sencilla.
Mejora Continua	Se define como un enfoque para la mejora de procesos basado en un estudio continuo de los mismos, que tiene como objetivo optimizar la calidad del producto, servicio o proceso.
Muda	Palabra de origen japonés y cuyo significado literal es algo inútil o que genera algún tipo de desperdicio.
Proceso	En el ámbito productivo, se define como la transformación de entradas (insumos) en salidas (bienes y servicios), gracias al aprovechamiento de recursos físicos, tecnológicos y humanos.
Rentabilidad	Se define como rentabilidad a los beneficios que se han obtenido o se pueden obtener de una inversión.

Rendimiento	Por sus siglas in inglés, <i>Rolled Throughput Yield</i> (RTY). Se define como la probabilidad de que un proceso con más de un paso produzca una unidad libre de defectos
Takt	Se define como el tiempo medio entre el inicio de la producción de una unidad y el inicio de la producción de la siguiente, cuando dichos inicios son establecidos para coincidir con la tasa de la demanda del cliente.
Tiempo de ciclo	Por sus siglas en inglés, <i>Cycle Time</i> (C/T). Se define como el tiempo que le toma al operador(es) realizar la operación.
Tiempo de entrega	Por sus siglas en inglés <i>Lead Time</i> (L/T). Se define como el tiempo que tarda realizar una producción.
Tiempo de espera	Por sus siglas en inglés, <i>Wait Time</i> (W/T). Se define como el tiempo que tarda realizar una producción.
Tiempo de paro	Por sus siglas en inglés <i>Dead Time</i> (D/T). Se define como el tiempo de espera dentro del proceso.
Tiempo de proceso	Por sus siglas en inglés <i>Process Time</i> (P/T). Se define como el tiempo requerido para realizar la operación.

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento brinda una perspectiva general sobre el beneficio, que representa analizar la cadena de valor de una empresa de agroquímicos, y la forma en la que esta impacta en la rentabilidad. También muestra la importancia de implementar un sistema de producción, en base a las actividades que presenten oportunidades de mejora dentro de la cadena valor, de este modo se logra mantener los costos competitivos y por lo tanto lograr que la empresa sea rentable.

El problema principal, es que en el mercado de agroquímicos, la competencia es bastante fuerte. Por lo que la empresa busca definir y potenciar sus diferenciadores en el mercado, los cuales son costos competitivos y una alta calidad. Esto también se ve influenciado por situaciones macroeconómicas, como la pandemia del COVID-19 en el año 2020, que de esto queda como consecuencia la crisis de contenedores en el año 2021, como también la guerra de Ucrania-Rusia en el año 2022. También existen factores internos dentro de la operación, que impactan directamente en los costos, tales como la falta de estandarización de procesos, paros en las líneas de producción, entre muchas otras oportunidades de mejora.

El interés por este tema en particular es, encontrar la forma de poder mitigar internamente el impacto que tienen los factores externos, para la sostenibilidad de los costos competitivos, y de igual forma encontrar qué otros factores internos podrían estar impactando de manera negativa.

El informe final de investigación estará conformado por cinco capítulos los cuales estarán conformados de la siguiente manera:

En el capítulo 2, se presentarán los antecedentes tomados como referencia para respaldar el trabajo investigación, estos serán obtenidos de artículos científicos, revistas y las normativas que hablen del tema en específico.

El capítulo 3, presentará el marco teórico, en el cual comprende la información teórica necesaria, para el estudio que se presenta a continuación, se explica sobre el contexto y las bases de la manufactura esbelta, la importancia de la cadena de valor y el porqué de su análisis. Como también herramientas de la filosofía lean que ayudarán al análisis de información.

En el capítulo 4, se presentará el desarrollo de la investigación, la misma se llevará a cabo con la participación del investigado, cuyo enfoque está en la optimización de procesos y la identificación de oportunidades de mejora dentro del proceso que se estudia.

El capítulo 5, presentará los resultados del trabajo de graduación, estos se plantearán con base en los objetivos específicos, mismos que se deben cumplir en su totalidad para obtener los resultados deseados.

En el capítulo 6, conforme a los resultados obtenidos se presentará la discusión de resultados de forma descriptiva, esta misma explicará detalladamente el cumplimiento de los objetivos específicos planteados para la investigación.

2. ANTECEDENTES

En Guatemala existen diversas empresas manufactureras de productos agroquímicos. Esto representa una fuerte competencia dentro del sector agroindustrial, además también existen temas externos que contribuyen a que esta competencia sea mucho más reñida. Por lo tanto, lograr mantener costos competitivos, actualmente es una tarea de mucho labor y esfuerzo, que las empresas han tenido que afrontar día tras día, para que de esta forma la rentabilidad siga siendo posible dentro de las instituciones.

Las empresas buscan mitigar internamente, todas aquellas situaciones que tengan un impacto financiero negativo, y esto ha requerido que se realicen análisis, para determinar qué y cuáles acciones generan disminución en la rentabilidad, y de esta forma lograr mantenerse ante la competencia.

Entre los principales análisis que se realizan, se encuentra un estudio detallado de la cadena de valor. La definición de cadena de valor son todos los pasos involucrados, directa o indirectamente, para cumplir con las necesidades de un cliente. (Chopra, 2008, pág. 3). Esta comprende desde los proveedores, el cliente, el flujo de información, el flujo de inventarios y el flujo productivo que puede existir en una producción. Dentro de la cadena de valor existen diversos procesos, por lo cual es importante realizar un análisis de ésta, para la identificar oportunidades de mejora y desperdicios según la manufactura esbelta.

La manufactura esbelta, (*Lean Manufacture*), son técnicas que fueron desarrolladas por Toyota, con el objetivo de minimizar el desperdicio como también optimizar procesos (Padilla, 2010). Esta filosofía cuenta con diversas herramientas que son útiles, para el análisis y mejora de un sistema productivo, entre ellas está el VSM (*Value Stream Mapping*), Mapeo de la cadena de valor.

Mapear la cadena de valor permite realizar un análisis completo del proceso, ayuda a comprenderlo de una forma más sencilla y también a visualizarlo. De esta forma reconocer las actividades, que generan valor y las que representan desperdicios, ya sea en tiempo, materiales, movimientos entre otros, sea una tarea mucho más fácil al igual que eliminarlos.

En la filosofía lean, su principal objetivo es que la producción fluya dentro del proceso productivo y sin retrasos o interrupciones. A esto ellos le llaman crear flujo. (Sabater, 2009)

Por lo tanto, es posible inferir que, en un proceso productivo, dentro de una industria la cadena de valor representa la parte más importante, y en ella es posible encontrar factores que estén afectando la rentabilidad de la empresa, ya que entre menos flujo exista en la misma, mayores serán los gastos que implique fabricar algún producto. Toda actividad que sea realizada en un proceso de producción tendrá un costo. Por lo tanto, el análisis de la cadena de valor está directamente relacionado con los costos de fabricación. (Morillo, 2005)

Durwin Orozco, en su informe de grado 2012, que tiene como título *Optimización de recursos en una empresa de manufactura de empaques flexibles extruidos*, utilizando algunas de las herramientas de la Manufactura Esbelta (*Lean Manufacturing*), menciona que la forma correcta de reducir desperdicios es usando como herramienta la manufactura esbelta. De igual forma sugiere aplicar ciertos pasos como capacitaciones, manejo de máquinas, control constante de inventarios como también realizar análisis de tiempos y movimientos periódicamente (pág. 88)

Por lo tanto, es posible concluir que hacer uso de una herramienta lean, como el mapeo de la cadena de valor es algo útil, para la identificación de oportunidades de mejora y acciones para mitigar un incremento en los costos de fabricación.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Implementar un sistema de producción, basado en el análisis de la cadena de valor, permitirá contribuir a la sostenibilidad de los costos competitivos la empresa, debido a que la cadena de valor es el corazón de las operaciones dentro de una planta productora.

3.1. Contexto general

En todas las industrias existen factores internos que contribuyen a la disminución de la rentabilidad. En este caso, dentro de la empresa de estudio, es posible encontrar actualmente, tiempos de proceso altos, debido a paros en las líneas de producción, la falta de estandarización de procesos, como también la necesidad de mantener el diferenciador de la organización en el mercado, como lo son los costos competitivos y excelente calidad.

La combinación de los factores, tanto internos como externos, contribuyen a que la competencia se vea fortalecida, como también exista un incremento en los costos de manufactura.

Por lo tanto, surge la necesidad de encontrar una solución interna que sea sostenible y rentable a largo plazo a pesar de los factores macroeconómicos y la competencia en el mercado.

3.2. Descripción del problema

Los factores macroeconómicos actualmente han afectado, alrededor del mundo, infinidad de empresas y sectores. El sector agroindustrial no es la excepción. Esto ha causado volatilidad en la demanda y en los mercados.

Entre los factores que han afectado la economía de las empresas, se encuentra la pandemia del Covid-19 que sucedió en el año 2020 y la guerra de Ucrania que es un acontecimiento del año en curso, 2022.

También se toma en cuenta la crisis de los contenedores, que provoca un alza en los precios de las materias primas y en los tiempos de entrega, que afectan la producción de distintas industrias.

De igual forma se debe de considerar los nuevos retos que presenta la globalización, y el impacto que esto tiene en las industrias. La tecnología y las telecomunicaciones influyen de manera indirecta o directa, en el reto por satisfacer las necesidades de los clientes y proveedores.

La industria de agroquímicos ha sido afectada fuertemente, ante todos estos factores macroeconómicos previamente mencionados. Esto ha causado que la competencia se viera fortalecida debido a la disminución de participación de ciertas empresas en el mercado.

Así mismo, dentro de cada organización existen factores internos, que también contribuyen a la disminución de la rentabilidad. Entre ellos los esfuerzos por mantener costos competitivos, flexibilidad y la calidad de los productos. Como también las oportunidades de mejora no atendidas, que se encuentren dentro de los procesos de producción.

Por lo que se deben de plantear estrategias a largo, mediano y corto plazo que ayuden a mantener la rentabilidad y la sostenibilidad.

Es necesario estudiar y analizar el impacto que tienen los factores externos, tanto como los internos, dentro de un sistema de producción y la rentabilidad de la empresa. Por lo tanto, se busca identificar qué factores internos dentro de la empresa, presentan oportunidades de mejora, que cuando fuesen atendidas, éstas causen un impacto positivo en los costos de fabricación y por lo tanto en la rentabilidad. Para qué, de este modo, la empresa fuese capaz de sobrellevar las influencias de los factores externos y encontrar un equilibrio con los factores internos.

De este modo, para la empresa de estudio, se analizará su estado actual, cómo se encuentran hoy en día los procesos, mediante un análisis en la cadena de valor. Ya que la empresa cuenta con diversidad de productos, se delimitará el estudio a una sola línea de producción y un solo producto. Esto con la finalidad de identificar oportunidades de mejora e ideas y principios, que ayuden en la gestión del cumplimiento de la producción y una disminución en los costos de fabricación.

Como también se evaluará el impacto financiero, que estas oportunidades representan y de esta forma mantener el equilibrio entre la flexibilidad, los costos competitivos, la calidad y la competencia en el mercado. Para lograr mantener la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa a futuro.

El objetivo de este estudio es implementar un sistema de producción mediante el análisis de la cadena de valor y el impacto financiero que esto representa en la rentabilidad y sostenibilidad de una empresa formuladora y envasadora de agroquímicos.

3.3. Formulación del problema

Lograr mantener costos competitivos, actualmente es una tarea de mucho labor y esfuerzo, que las empresas han tenido que afrontar día tras día, para que de esta forma la rentabilidad siga siendo posible dentro de las instituciones.

Por lo tanto, las empresas buscan mitigar internamente, todas aquellas situaciones que tengan un impacto financiero negativo, y esto ha requerido que se realicen análisis para determinar qué y cuáles acciones, generan disminución en la rentabilidad y de esta forma lograr mantenerse ante la competencia.

3.3.1. Pregunta central

¿Cómo implementar un sistema de producción basado en el análisis de la cadena de valor, para contribuir a la sostenibilidad de los costos competitivos en una empresa formuladora y envasadora de agroquímicos y mantener sus diferenciadores en el mercado?

3.3.2. Preguntas Auxiliares

- ¿Cómo analizar la cadena de valor e identificar las oportunidades de mejora que generen impacto en los costos de fabricación?
- ¿Qué acciones pueden mitigar las actividades que generan impacto económico negativo en la rentabilidad de la empresa?

- ¿Qué impacto financiero implica los resultados obtenidos, al mitigar las actividades identificadas dentro de la cadena de valor?

3.4. Delimitación del problema

Para la implementación del sistema de producción, se analizará la cadena de valor de un solo producto. En este caso se tomará la línea de envasado de sólidos y dentro de esta se elegirá el producto más representativo para la institución, el cual es un fungicida. Se analizarán los resultados obtenidos de esta evaluación y el impacto financiero que este genera, en la rentabilidad cuando las actividades identificadas fuesen resueltas. La empresa proporciona la información documental, el acceso a las instalaciones y el monitoreo de los procesos.

4. JUSTIFICACIÓN

Los factores macroeconómicos, actualmente han afectado alrededor del mundo infinidad de empresas y sectores. El sector agroindustrial no es la excepción. Esto ha causado volatilidad en la demanda y en los mercados, ocasionando que la sostenibilidad de los costos competitivos sea un desafío. Si bien es cierto, también existen factores internos dentro de las empresas, que también contribuyen a que esta sostenibilidad sea difícil.

Debido a que los factores externos están fuera del control de las organizaciones, es necesario actuar internamente, para lograr mitigar el impacto que estos tienen dentro de las operaciones, como también analizar e investigar qué factores internos están causando que, mantener los costos competitivos y la rentabilidad, sea un desafío.

Implementar un sistema de producción basado en el análisis de la cadena de valor, permitirá contribuir a la sostenibilidad de los costos competitivos la empresa, debido a que la cadena de valor es el corazón de las operaciones dentro de una planta productora. En la planta se encuentran tres flujos de operación que deben de ser estudiados a detalle para poder encontrar oportunidades de mejora que puedan ser transformadas a beneficios monetarios.

Entre los principales objetivos de la filosofía lean, es que dentro de un sistema de producción debe de existir flujo, para que este sea eficiente. Cuando este flujo llega a ser deficiente dentro de un proceso de fabricación, los costos de fabricación aumentan y este aumento impacta en la sostenibilidad de los costos y por consecuencia en la rentabilidad. De este modo, se podrán implementar acciones que permitan mitigar actividades, con impactos negativos en la rentabilidad de la empresa.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Implementar un sistema de producción basado en el análisis de la cadena de valor, para contribuir a la sostenibilidad de los costos competitivos en una empresa formuladora y envasadora de agroquímicos y mantener sus diferenciadores en el mercado

5.2. Específicos

1. Analizar la cadena de valor e identificar las oportunidades de mejora que generen impacto positivo en los costos de fabricación.
2. Establecer acciones que permitan mitigar actividades con impactos negativos en la rentabilidad de la empresa.
3. Evaluar el impacto financiero que implican los resultados obtenidos, al mitigar las actividades identificadas dentro de la cadena de valor.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La principal necesidad a cubrir en el estudio de investigación es, identificar las oportunidades de mejora que generen impacto en los costos de fabricación. Una segunda necesidad es, al tener estas actividades identificadas y mapeadas, será necesario establecer acciones, que permitan mitigar los impactos negativos, que estas tienen en la rentabilidad de la empresa.

El estudio de investigación pretende implementar un sistema de producción, basando en el análisis de la cadena de valor, de manera que se pueda determinar todas aquellas acciones, que no generen valor dentro del flujo de producción en la línea de envasado de sólidos. De esta forma se logrará mitigar de forma interna, todos los factores macroeconómicos que afectan al sector industrial, como también contra restar los efectos de la globalización, la tecnología y la telecomunicación.

De esta forma analizar y mapear la cadena de valor, permitirá que se pueda visualizar el estado actual de proceso y plasmar a futuro, el estado al que se desea llegar, ya que en esta es posible determinar las actividades, que generan valor y las que representan desperdicios, ya sea en tiempo, materiales. Por lo tanto, esto dará una brecha de oportunidad, donde se pueda implementar un sistema de producción eficiente, sostenible y sustentable.

6.1. Etapas de investigación

El esquema que se ensayará en la solución constará de cinco etapas principales:

Primera etapa: Definición del problema, reunir un grupo de personas multidisciplinario y realizar una caminata Gemba en el sitio. Para lograr identificar oportunidades de mejora y anotarlas (Apéndice 3). Esta debe realizarse siguiendo el orden de la cadena de flujo de valor. De esta forma logrará identificar los siete desperdicios existentes, dentro de la planta y en el proceso de producción. De esta manera se podrá delimitar en qué línea de producción y producto, se realizará el estudio. Esta etapa se llevará a cabo en un tiempo estimado de 5 días.

Segunda etapa: Medición del estado actual, con la línea de producción delimitada, se realizará un mapeo de la cadena valor, desde la perspectiva del cliente. Se busca identificar qué acciones impactan directamente en la productividad y rentabilidad. De esta forma se tiene como resultado la generación de proyectos viables, fáciles y de rápida ejecución.

El proceso de producción se separará en tres: flujo de información, flujo de proceso, y flujo de inventarios. En el flujo de información se estudiará el proceso desde que el cliente pone la orden, hasta que esta llega al equipo de logística y planificación. En el flujo de proceso se medirán tiempos de proceso, tiempos de paro, tiempos de ciclo, rendimiento, tiempos de espera, tiempos de entrega y el rendimiento de la producción.

En el flujo de inventarios se mapeará todo el intercambio de productos para llegar al producto terminado. Con la recopilación de esta información se construirá la escalera de desempeño como también construir el flujo de proceso del producto. (Apéndice 4). El tiempo estimado para realizar esta actividad es de 30 días.

Tercera etapa: Analizar el estado actual y evaluar los resultados obtenidos. Con la cadena de valor mapeada, y la escalera de desempeño construida, es posible identificar las posibles oportunidades de mejora, de manera que se puedan definir las posibles soluciones. En esta etapa se identificarán los cuellos de botella dentro de la cadena de valor.

Luego, a los procesos que presenten un cuello de botella, se les realizará un diagrama de proceso, llamado diagrama de carriles, que permitirá visualizar con mayor detalle el problema encontrado.

Con las oportunidades de mejora mapeadas, se priorizarán las soluciones en una matriz de esfuerzo e impacto para determinar qué proyectos son los más viables y de fácil ejecución. Se estima que esta etapa requerirá un tiempo estimado de 25 días

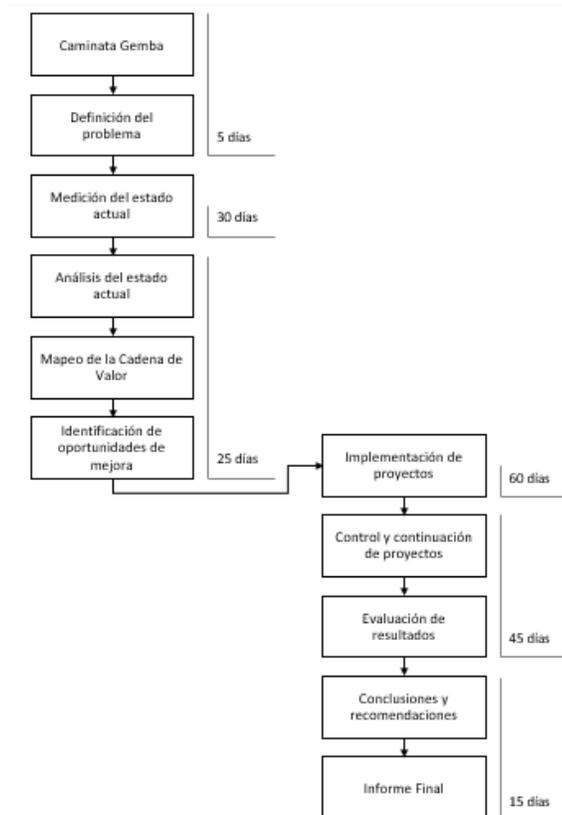
Cuarta etapa: Implementación de los proyectos propuestos. Con los proyectos priorizados, se buscará definir el cronograma del tiempo de ejecución de los proyectos, como también definir factores de éxito y conformar los equipos de trabajo. Con los parámetros definidos se llevarán a cabo los proyectos propuestos. Para esta etapa se requerirán 60 días aproximadamente.

Quinta etapa: Control y continuación de los proyectos. En esta parte se pretende evaluar el impacto, que tienen los proyectos y por lo tanto determinar el impacto financiero, que estos tendrán en la rentabilidad de la empresa y la forma que esto contribuirá a mitigar internamente los factores macroeconómicos actuales. Se tiene un tiempo estimado de 45 días para la realización de esta etapa.

El proyecto se llevará a cabo en un tiempo estimado de 180 días.

Figura 1

Esquema de solución



Nota. Esquema de solución, metodología para el desarrollo de la investigación. Elaboración propia, realizado con Visio.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Cadena de valor

El abastecimiento es una actividad económica, que está encargada de cubrir las necesidades del consumidor, cumpliendo con la calidad y el tiempo. Este abastecimiento se da gracias a la cadena de valor. La definición de una cadena de valor es una serie de pasos y funciones, que siguen un flujo continuo de actividades, que van desde el abastecimiento de materias primas, la producción, flujos de información, inventarios y el de producción, siendo el último paso la distribución del bien o servicio. (Quintero y José, 2006)

La cadena de valor permite a las empresas, identificar distintas actividades que conforman su proceso productivo, por lo que también es útil para determinar los distintos costos que incurren. Desde un punto de vista estratégico, la cadena de valor refleja cada actividad, y la evolución de las operaciones internas.

7.2. *Lean Manufacturing* (Manufactura Esbelta)

Es una herramienta, que plantea una estrategia para la producción. Está compuesta por herramientas administrativas, cuyo objetivo es identificar todas las acciones dentro del proceso productivo que no agreguen valor al producto.

Es importante mencionar que la manufactura *lean* tiene origen en Japón, fue desarrollada por William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre otros. Esta filosofía está fundamentada en:

- Eliminar los desperdicios dentro de la producción basado en un plan.
- Procurar el mantenimiento de las mejoras continuas y la productividad, Kaizen.
- Respeto al trabajador.

Figura 2

Herramientas Lean Manufacturing



Nota. Lean Manufacturing, conceptos y para qué sirve España (Grupo Garatu, 2020). (<https://grupogaratu.com/que-es-y-para-que-sirve-lean-manufacturing/>), consultado el 10 de octubre de 2022. De dominio público.

7.2.1. Pensamiento esbelto

Para la reducción de costos, es necesario identificar y eliminar los desperdicios, que por lo general son físicos.

Para desarrollar una estrategia esbelta, la pieza clave es el personal. Debido a que ellos, son los que se encuentran día a día dentro del proceso de producción. Por lo tanto, es necesario que los cambios sean graduales, ya que si se realizan de manera radical esto provocará desconfianza dentro del personal.

7.2.2. Pensamiento esbelto y sus cinco principios

El pensamiento esbelto busca identificar desperdicios a lo largo de una línea de producción y eliminarlos en cuanto sea posible. Por lo tanto, para que identificarlos sea una tarea sencilla, el pensamiento esbelto tiene cinco principios fundamentales. Los cuales son:

- Hacer únicamente lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad necesaria. Este principio se refiere a satisfacer las necesidades de cliente y la cantidad en el tiempo en el que este lo solicita. (Balderas, 2017)
- Siempre se debe de buscar la calidad. Se debe de empoderar a los operarios a y entrenarlos para que tengan la habilidad de detectar si el proceso está defectuoso y detener la producción.

- Se debe de eliminar el desperdicio de tiempo, e inventarios, de esta forma la inversión inicial se recupera mucho más rápido. A este tiempo se le conoce como *Lead Time* o tiempo de ciclo.
- Se debe de generar rentabilidad, aprovechando al máximo las horas maquina y la mano de obra. Los procesos deben de encontrarse estandarizados para obtener una óptima eficiencia y equilibrio.
- Siempre existe una forma de hacerlo mejor, la mejora continua (KAIZEN) no se detiene.

7.2.3. Los siete desperdicios

Cualquier actividad que no agregue valor, es considerada como desperdicio o despilfarro (muda). Es considerado desperdicio aquella cosa que esté excediendo el uso de insumos, maquinaria, espacio o mano de obra (Tejeda, 2011).

Dentro de la manufactura esbelta, se han identificado siete desperdicios que no aportan valor en un proceso productivo.

7.2.3.1. Sobreproducción

La producción debe de realizarse, únicamente cuando sea necesario, evitando que existan producciones innecesarias, para lograr reducir el flujo de inventario como también los costos.

7.2.3.2. Tiempo de espera

Este desperdicio es generado cuando los operarios no son bien aprovechados. Se acepta que ocasionalmente la máquina espere al operador, pero no a la inversa (Ballesteros, 2008). Se debe de evitar la espera de materiales o herramientas. Estos tiempos de espera ocasionan menores niveles de productividad.

7.2.3.3. Transportes innecesarios

Se deben de eliminar o minimizar los recorridos innecesarios, que puedan existir dentro del proceso de producción. Este se presenta cuando las herramientas o materiales se desplazan. Esto también está ligado a errores en la ubicación de la maquinaria, o la falta de estandarización de procesos.

7.2.3.4. Sobre procesamiento

Este tipo de desperdicio ocurre cuando se dan pasos innecesarios en la producción, debido a la falta de estandarización de procesos, o falta de herramientas y piezas defectuosas. Este desperdicio es el causante del incremento de costos y para poder mitigarlo, se debe de conocer las metodologías y las expectativas de los clientes. (Ballesteros, 2008)

7.2.3.5. Inventario

Es cualquier acumulación de materiales o información. Este se da cuando existe excesos de materia prima, producto terminado o semiprocesados. Acorde a Ballesteros “el desperdicio de inventario causa largos tiempos de entrega, alto riesgo de obsolescencia de los productos,

deterioro de los artículos, elevados costos de transporte, almacenamiento y retrasos” (Ballesteros, 2008. Pág 56).

7.2.3.6. Movimientos

La falta de planificación ergonómica causa desperdicios de movimientos físicos que el personal realiza. Los movimientos que no aportan valor al proceso, por lo general se encuentran en el personal, los materiales, las piezas o la maquinaria. Esto tiene como consecuencia una disminución en la productividad.

7.2.3.7. Defectos

Este desperdicio sucede cuando en la línea de producción no se completa la producción satisfactoriamente al primer intento.

7.3. Mapeo de la cadena de valor

El mapeo de un flujo de proceso es algo útil, ya que al poder visualizar completamente el proceso será posible identificar de manera. Esto también permite visualizar el estado actual de un proceso y sentar las bases del futuro, es decir ver hacia dónde se va a llegar.

También muestra flujos de información y flujos de inventarios, como también, donde se encuentran los siete desperdicios que lista la filosofía *lean*.

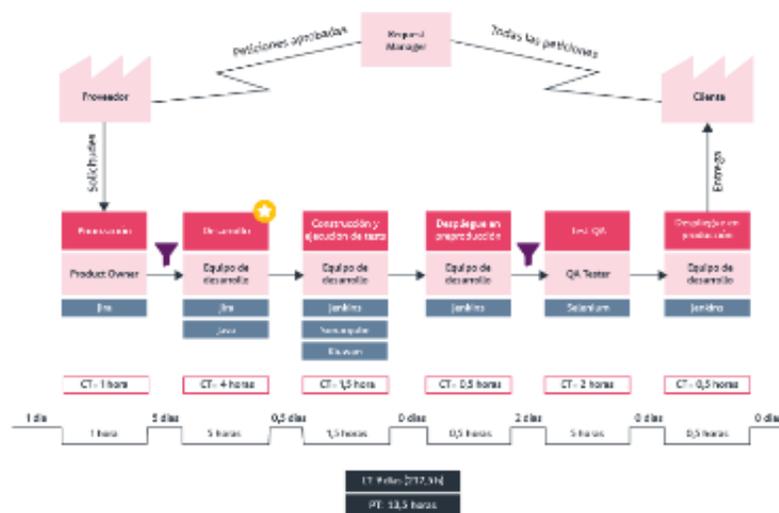
Esta herramienta también ayuda a identificar fugas de capital, y evitarlo se vuelve algo fundamental para la estabilidad de una organización, como

también contribuye a un mejor control y monitoreo de todas las etapas, que el producto necesita para su transformación (López, 2013).

7.3.1. Value Stream Map (VSM)

Es una herramienta efectiva de la manufactura esbelta. El VSM estudia todo el sistema productivo en tres pasos. Primero, se realiza un diagrama que muestre el material y la información del proceso en su estado actual. Segundo, es necesario que se plantee el estado futuro, al que se desea llegar. Cuando las causas raíz sean identificadas. De esta forma será posible identificar cuáles podrían estar causando un impacto financiero alto y afectando el flujo de proceso. Como último paso, las oportunidades de mejora se escriben en un plan y son llevadas a un plan de mejora continua para poder mitigar los desperdicios y mejorar el proceso de producción (Rahani, 2012).

Figura 3
Diagrama del Value Stream Mapping



Nota. Diagrama Ejemplo de un diagrama de mapeo de la cadena de valor. Obtenido (Sentrio, 2021) (<https://sentrio.io/blog/value-stream-mapping>), consultado el 10 de octubre de 2022. De dominio público.

7.3.1.1. Tiempo de procesamiento (PT)

Este es el tiempo requerido para realizar la operación. (No está incluido el tiempo de paros dentro del proceso).

7.3.1.2. Tiempo de paro (DT)

Está definido como el tiempo de espera dentro de un paso del proceso. No existe valor añadido durante el tiempo de paro.

7.3.1.3. Tiempo de ciclo (CT)

El tiempo de ciclo ayuda a comprender el tiempo que le toma al operador(es) realizar la operación. Busca identificar tareas que son cuello de botella. Se calcula como la suma del tiempo de procesamiento (PT) y el tiempo de paro (DT) dentro de un proceso.

7.3.1.4. Rendimiento de proceso (% C/A)

Porcentaje en el cual los requerimientos del cliente (Interno/Externo) son alcanzados en el proceso. También llamado *Right at first time* (RFT) bien a la primera.

7.3.1.5. Tiempo *Takt* (TT)

Este tiempo ayuda la comprensión del ritmo en el cual el producto debe ser producido, para cumplir con las expectativas del cliente.

Se calcula como la demanda total de trabajo dividido el tiempo total disponible para cumplir con la demanda. Es la tasa de la demanda del cliente. (Schonberger, 1996)

7.3.1.6. Tiempo de espera (LT)

Permite conocer el tiempo que tarda realizar una producción. Si este indicador se reduce, las compañías aumentarán su capacidad de respuesta ante situaciones imprevistas. “Se calcula con la sumatoria de los tiempos de ciclo encontrados más la sumatoria de los tiempos de espera”. (Lorente, 2016, pág. 38)

7.3.1.7. Tiempo de entrega (LT)

Permite conocer el tiempo que tarda realizar una producción. Si este indicador se reduce, las compañías aumentarán su capacidad de respuesta ante situaciones imprevistas. “Se calcula con la sumatoria de los tiempos de ciclo encontrados más la sumatoria de los tiempos de espera”. (Lorente, 2016)

7.3.1.8. Rendimiento del sistema (RTY)

Este tiempo tiene como beneficio, que ayuda a comprender, que porcentaje del trabajo en toda la cadena de valor es realizado libre de errores. Así como el porcentaje de errores que se comenten en toda la cadena. Este se calcula como el producto del rendimiento del proceso (% C/A) de todas las etapas del proceso. (Parker, 2013)

7.3.2. Mapa de proceso

Un mapa de procesos es una ayuda visual para poder imaginar un proceso, en este se muestra la unión de las entradas, salidas, resultados y tareas. Es una ilustración grafica de un proceso, es útil para identificar oportunidades de mejora y ayuda a que sea más sencillo visualizar las decisiones entre los procesos (Hernandez, Media, y Nogueira, 2009).

7.3.3. Matriz de esfuerzo e impacto

Es una matriz de 4x4, que permite determinar qué impacto puede generar un proyecto y el esfuerzo que se debe de hacer para lograrlo. Su objetivo es a la toma de decisiones tomando como base la identificación del potencial de las acciones. (Ariza, 2020)

En el eje de las X se coloca el Esfuerzo y esta se divide en alto y bajo, y en el eje de las Y se coloca el Impacto que se divide en alto y bajo, entre ellos se crean 4 cuadrantes.

7.3.3.1. Cuadrante uno: Ganancia rápida

En este cuadrante se encuentran las acciones cuyo impacto es alto y esfuerzo bajo, son las actividades que tienen que ser atendidas de primera instancia. (Ariza, 2020)

7.3.3.2. Cuadrante dos: Oportunidad

Son las actividades clasificadas con un impacto y esfuerzo altos, son oportunidades grandes que conllevan una planeación a detalle. (Ariza, 2020).

7.3.3.3. Cuadrante tres: Actividades menores

En este cuadrante se encuentran las actividades de impacto bajo y esfuerzo bajo, estas actividades pueden dar algo de ganancias, pero no las suficientes así que se les asigna muy poca prioridad (Ariza, 2020).

7.3.3.4. Cuadrante cuatro: Acciones por descartar

En este se clasifican las acciones que impacto bajo y esfuerzo alto, estos proyectos usualmente no son llevados a cabo, ya que la ganancia es muy poca en comparación al esfuerzo que conllevan. Se recomienda evitarlas o bien evitarlas.

7.4. Mejora continua (*Kaizen*)

Es una forma de pensamiento estratégico, orientado a hacia los procesos para asegurar el mejoramiento continuo. Esta herramienta involucra a todos los niveles jerárquicos dentro de la organización. *Kaizen*, es una conjunción japonesa (ideogramas japoneses); cuya definición del primer ideograma, "*Kai*" que significa cambio y el segundo es "*Zen*" que quiere decir para mejorar, entonces ambas palabras significan un cambio para mejorar el sistema, también se puede decir que significa mejora continua. (Yenque, 2002).

7.4.1. Los cinco pasos del Kaizen

También conocido como las 5-S, toma su nombre de las cinco palabras japonesas: Seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke. El concepto consiste en mantener las áreas de trabajo más limpias y organizadas (Yenque, 2002).

Las 5-S son:

- Seiri: Organización
- Seiton: Orden
- Seiso: Limpieza
- Seiketsu: Estandarización
- Shitsuke: Disciplina

Figura 4
Metodología 5's



Nota. Metodología para la implementación de un 5s. Elaboración propia, con Canva.

7.5. Análisis económico

Un análisis económico es sumamente importante para esta investigación debido a que se busca determinar el impacto financiero que tendrá el mitigar los desperdicios encontrados a lo largo del proceso productivo.

7.5.1. Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto mide en términos absolutos, la rentabilidad de un proyecto. Este valor refleja los flujos que se generan al realizar una inversión. Es útil como criterio ya que para su cálculo son necesarios todos los flujos de ingreso y egresos, para que de esta forma determinar si una inversión será de beneficio para una empresa (Rocabert, 2007).

7.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Esta herramienta económica nos indica la rentabilidad que ofrece una inversión. Es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión. Es decir, expresa el crecimiento del capital y determina la tasa de crecimiento del capital por período de tiempo (Rocabert, 2007).

7.5.3. Relación beneficio costo (B/C)

Mide la relación entre el costo por unidad producida y el beneficio obtenido por su venta. Será más alto cuanto mayor sea el beneficio o margen obtenido por el inversor y menor sea su a costo (Vásquez, 2016).

7.5.4. Costos de manufactura

Los costos de manufactura con aquellos que se relacionan con un servicio o bien con la producción de un bien. Estos son resultado de la adición de los costos directos como mano de obra y materiales, más los costos indirectos como los de fabricación (Sáez, 2020).

7.5.5. Materiales directos

Estos son materiales transformados dentro de una producción mediante el uso de mano de obra y de gastos indirectos de fabricación. Estos se transforman en producto terminado, representan el mayor porcentaje de costos en una producción (Sáez, 2020).

7.5.6. Materiales indirectos

En estos materiales están comprendidos todos aquellos materiales que no son materiales directos, sino que contribuyen a la transformación de materiales directos en producto terminado (Sáez, 2020).

7.5.7. Mano de obra

La mano de obra es considerada toda aquella actividad que requiere esfuerzo, por parte de los operarios, ya sea mental o físico dentro de una producción. Esta se encuentra dividida en mano de obra directa e indirecta (Sáez, 2020).

7.5.7.1. Mano de obra directa

Es la que es realizada directamente por los operarios. Está ligada a la producción de un servicio o un bien. (Sáez, 2020)

7.5.7.2. Mano de obra indirecta

Como lo define Rolando Sáez en el libro titulado, *Contabilidad de costos*: La mano de obra indirecta es aquella empleada en la producción de

un producto que no es considerado mano de obra directa. El trabajo del supervisor de planta es un ejemplo de mano de obra indirecta (2020, pág. 7).

7.5.8. Costos indirectos de fabricación

En estos se encuentra todo costo, relacionado para una producción, sin contar materias primas ni la mano de obra. (Sáez, 2020).

Estos son:

- Materiales indirectos
- Mano de obra indirecta
- Gastos generales de fabricación

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cadena de Valor

2.2. *Lean Manufacturing* (Manufactura Esbelta)

2.2.1. Pensamiento esbelto

2.2.2. Pensamiento esbelto y sus cinco principios

2.2.3. Los siete desperdicios

2.2.3.1. Sobreproducción

2.2.3.2. Tiempos de espera

2.2.3.3. Transportes innecesarios

2.2.3.4. Sobre procesamiento

2.2.3.5. Inventario

2.2.3.6. Movimientos

2.2.3.7. Defectos

- 2.3. Mapeo de la cadena de valor
 - 2.3.1. *Value Stream Map* (VSM)
 - 2.3.1.1. Tiempo de procesamiento (PT)
 - 2.3.1.2. Tiempo de paro (DT)
 - 2.3.1.3. Tiempo de ciclo (CT)
 - 2.3.1.4. Rendimiento de proceso (% C/A)
 - 2.3.1.5. Tiempo Takt (TT)
 - 2.3.1.6. Tiempo de espera (WT)
 - 2.3.1.7. Tiempo de entrega (LT)
 - 2.3.1.8. Rendimiento del sistema (RTY)
 - 2.3.2. Mapa de proceso
 - 2.3.3. Matriz de esfuerzo e impacto
 - 2.3.3.1. Cuadrante uno: Ganancia rápida
 - 2.3.3.2. Cuadrante dos: Oportunidad
 - 2.3.3.3. Cuadrante tres: Actividades menores
 - 2.3.3.4. Cuadrante cuatro: Acciones por descartar
- 2.4. Mejora continua (Kaizen)
 - 2.4.1. Los cinco pasos del Kaizen
- 2.5. Análisis económico
 - 2.5.1. Valor actual neto (VAN)
 - 2.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)
 - 2.5.3. Relación beneficio costo (B/C)
 - 2.5.4. Costos de manufactura
 - 2.5.5. Materiales directos
 - 2.5.6. Materiales indirectos
 - 2.5.7. Mano de obra
 - 2.5.7.1. Mano de obra directa

2.5.7.2. Mano de obra indirecta

2.5.8. Costos indirectos de fabricación

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Estado actual y estado esperado de la cadena de valor

4.2. Identificación de oportunidades de mejora y detalle de las actividades

4.3. Priorización de proyectos, evaluación de beneficios y elaboración de esquema A3.

4.4. Evaluación financiera de los proyectos.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

9. METODOLOGÍA

9.1. Características del estudio

En la presente sección se presenta la metodología de la investigación, donde se describe el enfoque, diseño, tipo de estudio, alcances, variables e indicadores, fases, resultados esperados.

9.1.1. Enfoque

El enfoque de la investigación será mixto. Éste es cuantitativo, porque se medirán tiempos y cantidades, para el análisis de los flujos de inventarios y producción y cualitativo, porque se medirá el estado actual en base a observaciones preliminares que luego serán respaldadas con datos reales.

9.1.2. Alcance

El alcance de la investigación es descriptivo, debido a que el objetivo es recolectar información del proceso de producción, en este caso la línea de envasado de sólidos, esta será evaluada mediante la herramienta lean, VSM (*Value Stream Mapping*) para determinar áreas de oportunidad y se construirá un plan de acción, para mitigar las acciones que impacten directamente en la rentabilidad.

9.1.3. Diseño

El presente diseño de investigación es no experimental, debido a que no será necesario el uso de laboratorios o pruebas, para determinar la información necesaria que será utilizada en el proyecto planteado. Los datos se obtienen mediante la recolección de información en el proceso delimitado. Esto con el objetivo de determinar actividades, procesos, tiempos y variables, que son necesarias para el estudio del proceso y la determinación de áreas de oportunidad, que afecten la rentabilidad.

9.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis es el proceso de la línea de envasado de sólidos, ya que este proceso representa gran parte del catálogo de productos dentro de la planta. Por lo tanto, contiene la mayor información para determinar áreas de oportunidad.

9.3. Variables

En la tabla 1 se describe a detalle la operacionalización de las variables de la investigación.

Tabla 1
Operacionalización de las variables

Nombre de la variable	Definición Teórica	Definición Operativa	Indicador
Análisis del flujo de información física/Electrónica	Flujo información: Toda interacción dentro de una organización que se refiere a instrucciones o comunicaciones	Análisis del flujo de información, en el proceso desde que el cliente pone la orden, hasta que esta llega a los proveedores.	• Tiempo de recepción de la orden del cliente.

Continuación de la Tabla 1.

Análisis del flujo de proceso	Flujo de proceso: Es el proceso de transformación que sufre la materia prima hasta convertirse en producto terminado.	Análisis del flujo de proceso, analiza todo el proceso de fabricación de un producto en la línea de envasado de sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de procesamiento (PT) • Tiempo de paro (DT) • Porcentaje de bien a la primera (%C/A)
Análisis del flujo de inventarios	Flujo de inventarios: Es el proceso de movimiento de toda la materia prima y producto determinado dentro del proceso de producción	Análisis del flujo de inventarios toma en cuenta todo el flujo de materiales desde materiales de empaque, producto semi terminado y producto terminado.	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de ciclo (CT) • Tiempo de espera (WT) • Tiempo de entrega (LT) • Cantidad de inventarios

Nota. Descripción del análisis a realizar a las diferentes variables en la investigación.
Elaboración propia, realizado con Excel.

9.4. Fases

El esquema que se ensayará en la solución constará de cinco etapas principales:

9.4.1. Fase 1: Definición del problema

En esta etapa se reunirá un grupo de personas multidisciplinario y realizará una caminata Gemba en el sitio. Para lograr identificar oportunidades de mejora y anotarlas (Apéndice 3).

Esta debe de realizarse siguiendo el orden de la cadena de flujo de valor. De esta forma logrará identificar los siete desperdicios existentes dentro

de la planta y en el proceso de producción. De esta manera se podrá delimitar el producto al que se le realizará el estudio.

9.4.2. Fase 2: Medición del estado actual

Con el producto de la línea de envasado de sólidos ya delimitado, se realizará un mapeo de la cadena valor desde la perspectiva del cliente. Se busca identificar qué acciones impactan directamente en la productividad y rentabilidad. De esta forma se tiene como resultado la generación de proyectos viables, fáciles y de rápida ejecución.

El proceso de producción se separará en tres: flujo de información, flujo de proceso, y flujo de inventarios. En el flujo de información se estudiará el proceso desde que el cliente pone la orden, hasta que esta llega al equipo de logística y planificación. En el flujo de proceso se medirán tiempos de proceso, tiempos de paro, tiempos de ciclo, rendimiento, tiempos de espera, tiempos de entrega y el rendimiento de la producción. En el flujo de inventarios se mapeará todo el intercambio de productos para llegar al producto terminado. Con la recopilación de esta información se construirá la escalera de desempeño, como también construir el flujo de proceso del producto (Apéndice 4).

9.4.3. Fase 3: Análisis del estado actual y evaluación los resultados

Con la cadena de valor mapeada, y la escalera de desempeño construida, será posible identificar las posibles oportunidades de mejora, de manera que se puedan definir las posibles soluciones. En esta etapa se identificarán los cuellos de botella dentro de la cadena de valor.

Luego, a los procesos que presenten un cuello de botella, se les realizará un diagrama de proceso llamado diagrama de carriles, que permitirá visualizar con mayor detalle los problemas encontrados. Con las oportunidades de mejora mapeadas, se priorizarán las soluciones en una matriz de esfuerzo e impacto, para determinar qué proyectos son los más viables y de fácil ejecución.

9.4.4. Fase 4: Implementación de los proyectos propuestos

Con los proyectos priorizados, se buscará definir el cronograma del tiempo de ejecución de los proyectos, como también definir factores de éxito y conformar los equipos de trabajo. Con los parámetros definidos, se llevarán a cabo los proyectos propuestos.

9.4.5. Fase 5: Control y continuación de los proyectos

En esta parte se pretende evaluar el impacto que tienen los proyectos y por lo tanto, determinar el impacto financiero, que estos tendrán en la rentabilidad de la empresa y la forma que esto contribuirá a mitigar internamente los factores macroeconómicos actuales.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se llevará a cabo una caminata Gemba, que consiste en recorrer todo el proceso productivo de la planta. Esta debe realizarse siguiendo el orden de la cadena de flujo de valor. De esta forma logrará identificar los siete desperdicios existentes dentro de la planta y en el proceso de producción. Las observaciones se anotarán en el formato establecido (Apéndice 3).

Luego, se realizará una reunión para determinar que observaciones son más recurrentes, y de esta forma poder delimitar que producto de la línea de envasado de sólidos es el que se va a evaluar.

Con el producto delimitado se estudiarán los flujos de información, de proceso, y de inventarios. En el flujo de información se estudiará el proceso desde que el cliente pone la orden, hasta que esta llega al equipo de logística y planificación. En el flujo de proceso se medirán tiempos de proceso, tiempos de paro, tiempos de ciclo, rendimiento, tiempos de espera, tiempos de entrega y el rendimiento de la producción. En el flujo de inventarios se mapeará todo el intercambio de productos para llegar al producto terminado. Con la recopilación de esta información se construirá la escalera de desempeño como también construir el flujo de proceso del producto. (Apéndice 4).

A partir de la construcción del mapa de la cadena de valor, se determinarán los cuellos de botella existentes, lo que nos brinda una visión del estado actual del proceso y al mismo tiempo una visión sobre, a donde se va a llegar a futuro.

A partir del mapa de proceso, se tomarán los cuellos de botella se hará un diagrama “*Swim-Lane*” (Diagrama de carriles). Esto permitirá una visualización mucho más detallada de los cuellos de botella y se podrá encontrar la causa raíz del problema.

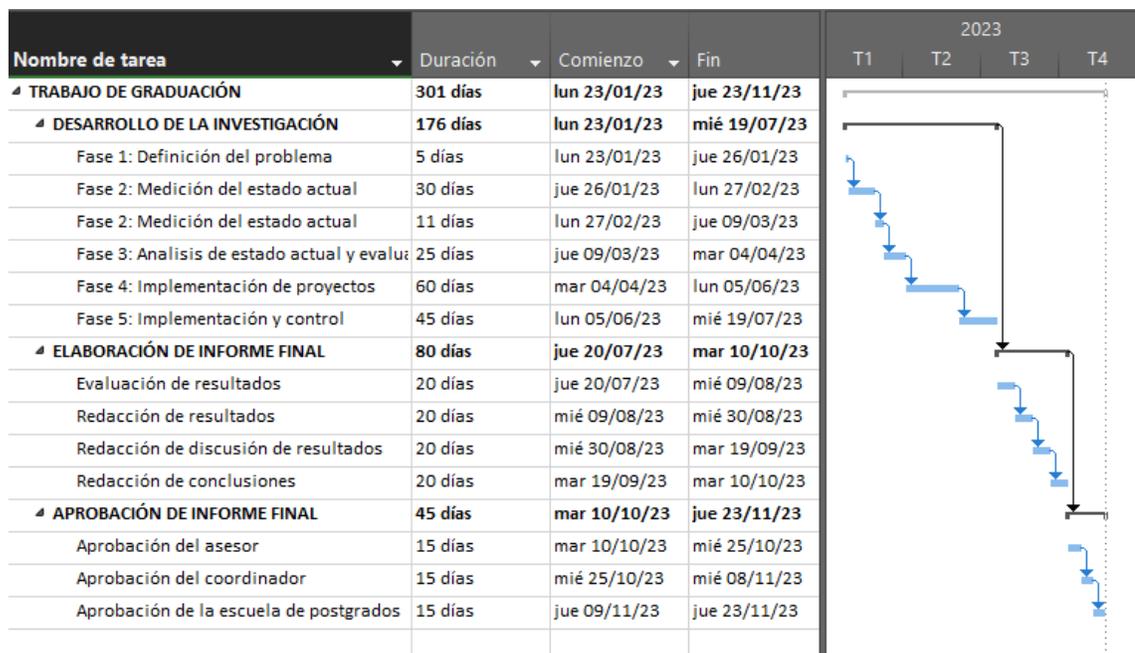
Con los cuellos de botella identificados y mapeados en cada uno de los flujos, se realizará una matriz de esfuerzo impacto (Apéndice 5). Esta herramienta permitirá identificar qué áreas de oportunidad, son las que son más viables de trabajar y en cuales se debe de invertir tiempo y recursos. Ya con las actividades priorizadas se identificarán los beneficios económicos, blandos y duros para cada uno de los proyectos. (Apéndice 6)

Con toda la información, se estructurarán los proyectos que serán llevados a cabo. Para este seguimiento se realizará un formato de proyecto A3. Donde se presentará la estructura de cada uno de los proyectos.

Por último, cuando los proyectos sean llevados a cabo se realizará un análisis económico y se determina el impacto que estos tendrán en la rentabilidad de la planta.

11. CRONOGRAMA

Figura 5
Cronograma de desarrollo de la investigación



Nota. Cronograma detallado con los tiempos de elaboración de cada una de las actividades a realizar durante el desarrollo de la investigación. Elaboración propia, realizado en Microsoft Project.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Tabla 2

Presupuesto de la elaboración de la investigación

	ítem	Cantidad	Costos Q.	Fuente de financiamiento
Recurso humano	Asesor Investigador	1	Q 0.	No aplica
	Equipo Multidisciplinario	10	Q 0.	No aplica
	Resmas de Papel	2	Q 90.00	Industria
Recursos materiales	Tinta de impresora	1	Q 400.00	Industria
	Material adhesivo	3	Q 90.00	Industria
	Material de escritura	3	Q 260.00	Industria
	Depreciación del automóvil	1	Q 1,000.00	Propio
Recursos físicos	Combustible mensual		Q1,000.00	Propio
	Computadora	1	Q 5,000.00	Propio
Recursos Tecnológicos	Anti-plagio	1	Q 200.00	Propio
	Microsoft Visio	1	Q 100.00	Propio
	Microsoft Project	1	Q 100.00	Propio
Equipo	Equipo de protección personal		Q 0.00	Industria
Otros	Imprevistos (5 %)		Q 430.00	Propio
TOTAL			Q 9,030.00	

Nota. Detalle del presupuesto para la realización del proyecto de investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

REFERENCIAS

- Ariza, G. (21 de diciembre de 2020). *GioSystem*. Obtenido de <https://giosyst3m.net>
- Balderas, V. M. (2017). Manufactura Esbelta. *ConCiencia Tecnológica*, 53.
- Ballesteros Silva, P. P. (2008). Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas Colombianas. *Scientia Et Technica*, vol. XIV, núm. 38, 223-228.
- Chopra, S. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.
- Grupo Garatu. (29 de Julio de 2020). *Grupo Garatu It Solutions*. Recuperado el octubre de 2022, de Grupo Garatu: <https://grupogaratu.com/que-es-y-para-que-sirve-lean-manufacturing/>
- Hernandez, A., Media, A., y Nogueira, D. (2009). Criterios para la elaboración de mapas de procesos. *Gestión de procesos*, 1-7.
- López, B. (2013). "Mapeo de la Cadena de Valor" (VSM) como Estrategia de Reducción. (*Tesis de maestría en artes*). Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana.
- Lorente, M. (11 de Noviembre de 2016). *Canales Sectoriales*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/>

- Morillo, M. (2005). Análisis de la Cadena de Valor Industrial. *Actualidad Contable Faces*, 53-70.
- Orozco, D. (2012). Optimización de recursos en una empresa de manufactura de empaques flexibles extruidos. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Padilla, L. (2010). Lean Manufacturing/Manufactura Esbelta/Ágil. *Ingeniería Primero*, 64-69.
- Parker, M. (5 de Junio de 2013). *Lean Sigma Corporation*. Obtenido de <https://www.leansigmacorporation.com/rolled-throughput-yield/>
- Quintero, J., y José, S. (2006). La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico. *Telos*, 377-389.
- Rahani, M. a.-A. (2012). Análisis de flujo de producción a través de mapeo de flujo de valor. *SciVerse ScienceDirect*, 1727-1724.
- Rocabert, J. (2007). Los criterios Valor Actual Neto y Tasa Interna de retorno. *Revista electrónica sobre la enseñanza de la Economía Pública*, 1-11.
- Sabater, J. P. (2009). Creación y gestión de flujos en empresas Lean. *Manufactura Esbelta y empresas*, 14-21.
- Sáez, R. (2020). *Contabilidad de costos*. Santiago: Instituto Profesional Diego Portales.

Schonberger, R. (1996). *Manufactura de clase mundial para el siglo*. México : Editorial Prentice Hall.

Tejeda, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas

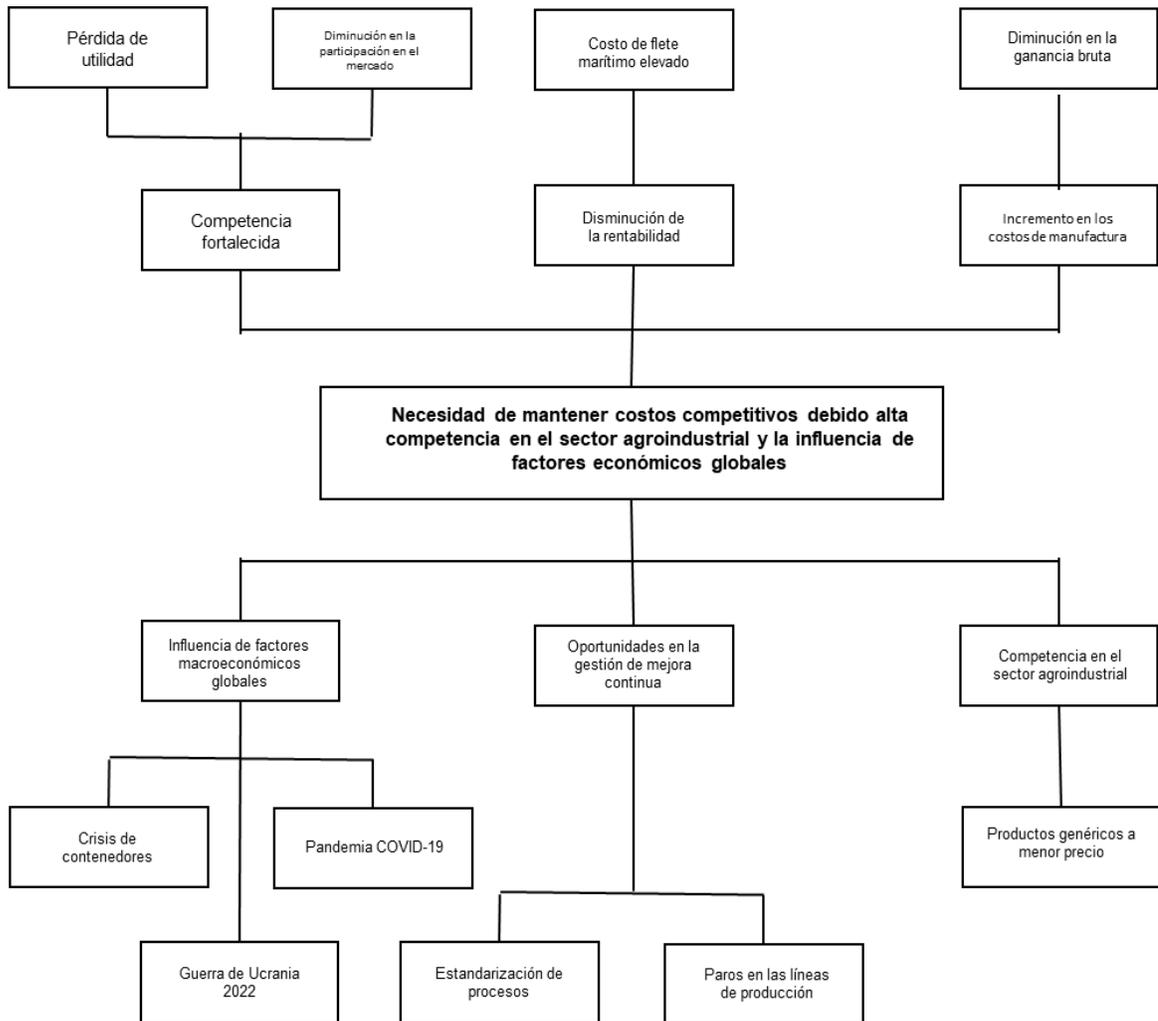
Vásquez, R. (15 de febrero de 2016). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/>

Yenque, J. (2002). Kaizen o la mejora continua. *Industrial data*, 62-65.

APÉNDICES

Apéndice 1

Árbol de problema



Nota: Árbol de problema del trabajo de investigación. Elaboración propia.

Apéndice 2

Matriz de coherencia

Descripción del problema					
La rentabilidad y sostenibilidad de una empresa de agroquímicos se ve afectada debido al aumento de los costos de fabricación a causa de la volatilidad del mercado, como también la necesidad de mantener costos competitivos debido a alta competencia en el sector agroindustrial y la influencia de factores económicos globales y la combinación de estos con los factores internos de la organización.					
Preguntas de Investigación	Objetivos	Variables	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	
Pregunta Central	General	Análisis del flujo de información	• Tiempo de recepción de orden		
¿Cómo implementar un sistema de producción basado en el análisis de la cadena de valor, para contribuir a la sostenibilidad de los costos competitivos en una empresa formuladora y envasadora de agroquímicos y mantener sus diferenciadores en el mercado?	Implementar un sistema de producción basado en el análisis de la cadena de valor, para contribuir a la sostenibilidad de los costos competitivos en una empresa formuladora envasadora agroquímica y mantener sus diferenciadores en el mercado.				

Continuación del Apéndice 2.

Continuación del Apéndice 2.

<p>2) ¿Qué acciones pueden mitigar las actividades que generan impacto económico negativo en la rentabilidad de la empresa?</p>	<p>2) Establecer acciones que permitan mitigar actividades con impactos negativos en la rentabilidad de la empresa.</p>	<p>Análisis económico y factibilidad de los proyectos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de incremento • Relación beneficio/costo • Tasa Interna de Retorno • Valor Presente Neto • Estado de resultados • Balance General • Datos históricos 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz de esfuerzo e impacto • Análisis de de beneficios • Análisis económico 	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizará una matriz de esfuerzo impacto. Esta herramienta permite identificar qué áreas de oportunidad son las que son más viables de trabajar y en cuales se debe de invertir tiempo y recursos. Ya con las actividades priorizadas se identificarán los beneficios económicos, blandos y duros para cada uno de los proyectos. • Se estructurarán los proyectos que serán llevados a cabo. Para este seguimiento se realizará un formato de proyecto A3 • Se realizará un análisis económico y se determina el impacto que estos tendrán en la rentabilidad de la planta.
<p>3) ¿Qué impacto financiero implica los resultados obtenidos, al mitigar las actividades identificadas dentro de la cadena de valor?</p>	<p>3) Evaluar el impacto financiero implica los resultados obtenidos, al mitigar las actividades identificadas dentro de la cadena de valor.</p>				

Nota: Matriz de coherencia relacionada con el trabajo de investigación. Elaboración propia.

Apéndice 3

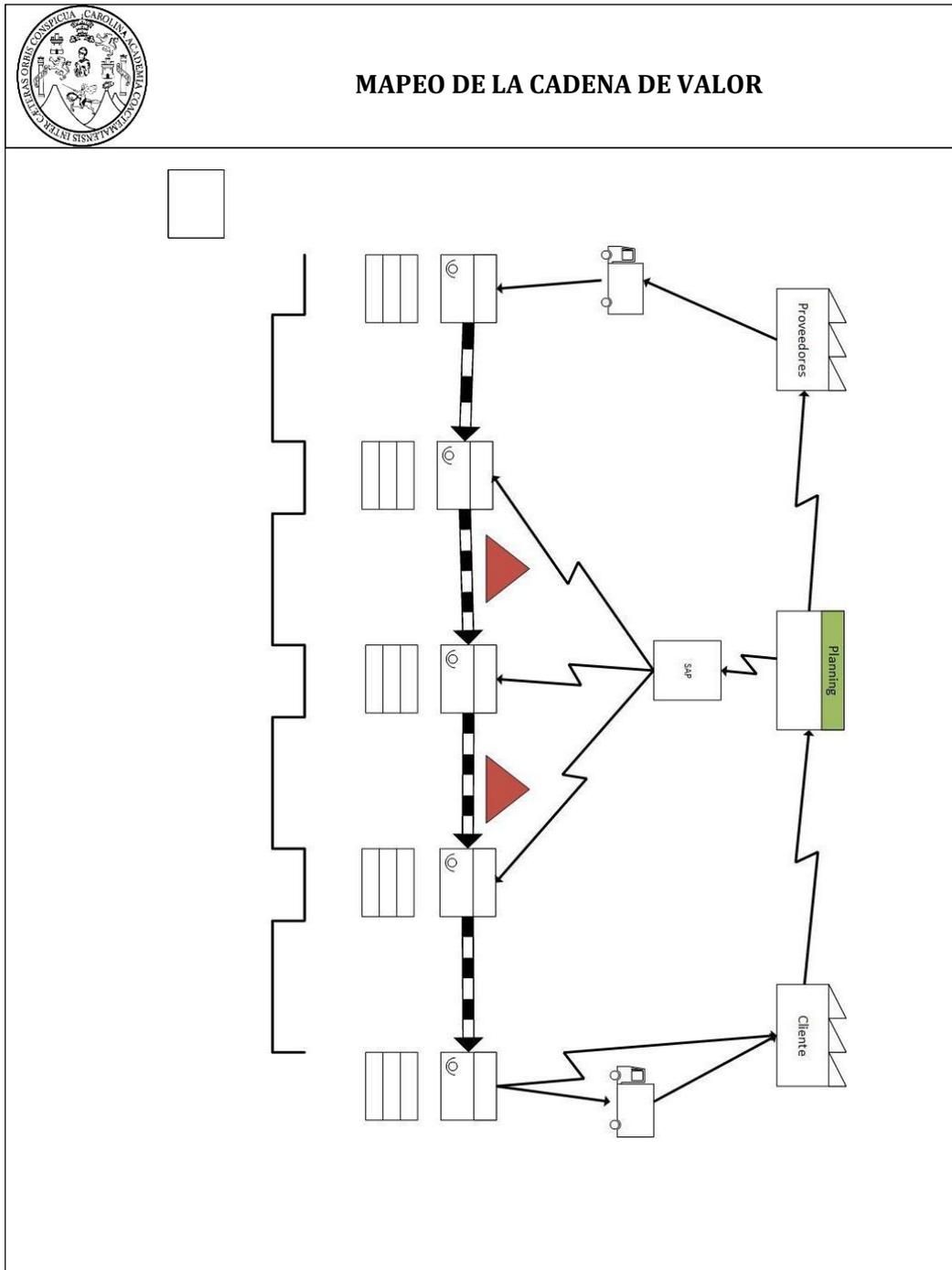
Formato de Caminata Gemba

	Caminata Gemba - OBSERVACIONES
Área/Proceso evaluado:	
Fecha:	
Realizado por:	
BODEGA	
INCOMING CONTROL	
FORMULACIÓN	
LÍNEAS DE ENVASADO	

Nota: Formato para la caminata Gemba. Elaboración propia.

Apéndice 4

Mapeo de la cadena de valor



Nota: Formato para la elaboración del análisis de la cadena de valor. Elaboración propia.

Apéndice 5

Matriz de Esfuerzo e Impacto

		MATRIZ DE ESFUERZO E IMPACTO	
Proyecto a evaluar:			
IMPACTO	+	Oportunidad	Ganancia Rápida
	-	Menor Ganancia	Descartar
		ESFUERZO	
			+

Nota: Formato para la elaboración de matriz esfuerzo e impacto. Elaboración propia.

Apéndice 6

Formato de evaluación de beneficios

 EVALUACIÓN DE BENEFICIOS			
Proyecto por evaluar:			
ACTIVIDAD	TIEMPO ()	Blandos BENEFICIOS Duros	

Nota: Formato para la evaluación de los beneficios a obtener. Elaboración propia.